

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN Y
DESARROLLO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE**

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

TEMA

**Estudio de prefactibilidad técnica y económica para la
obtención de pellet del aserrín de (*Pollalesta discolor*)
pigüe, para fines energéticos en la provincia de Pastaza**

AUTOR

Victor Hugo Luna Conlago

DIRECTOR

Ing. Juan Elías González Rivera MSc.

PUYO – ECUADOR

Febrero 2018

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Victor Hugo Luna Conlago, con cédula de identidad 1600443426, declaro que las actividades realizadas para la realización y culminación del presente proyecto de investigación, que tiene como tema “**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA OBTENCIÓN DE PELLETS DEL ASERRÍN DE (*Pollalesta discolor*) PIGÜE, PARA FINES ENERGÉTICOS EN LA PROVINCIA DE PASTAZA**”, se basaron en la búsqueda de información, ideas, análisis, conclusiones y recomendaciones, que me guiaron para estructurar mi trabajo y sea considerado para posibles investigaciones futuras, basándose en los resultados obtenidos; además que me responsabilizo en forma legal y académicamente como el autor del presente trabajo previo a la obtención del título como Ingeniero Agroindustrial.

Luna Conlago Victor Hugo
CI. 1600443426

CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El Director del Proyecto certifica que el egresado ha realizado el Proyecto de Investigación previo a la obtención del título.

Ing. Juan Elías González Rivera MSc.

DIRECTOR DEL PROYECTO

**CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA
HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE
COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO**

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El Tribunal de sustentación del Proyecto de Investigación y Desarrollo aprueba el proyecto de investigación y desarrollo “**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA OBTENCIÓN DE PELLET DEL ASERRÍN DE (*Pollalesta discolor*) FIGÜE, PARA FINES ENERGÉTICOS EN LA PROVINCIA DE PASTAZA**”,

**Dr. Yudel García Quintana, PhD
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**Dr. Yoel Rodríguez Guerra, PhD.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

**Dr. Reinier Abreu Naranjo, PhD.
MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme la vida,
salud y fortaleza para seguir adelante;
y estar en compañía de mis padres,

A mi hija que es el pilar fundamental
para alcanzar mis objetivos y metas
que me he planteado en la vida
siempre me regala sus sonrisas y abrazos.

A las Autoridades de la Universidad por brindarme una nueva
oportunidad para graduarme y como no
a mis compañeros y profesores el período de estudios
brindándome la oportunidad de contar con su compañía,
alegrías, tristezas, dudas y enseñanzas.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado
hacia mi hija Victoria Luna,
quien es el motivo y la razón para superarme,
enseñándole que todo es posible
si hacemos las cosas de corazón
y no por obligación.

A mis padres Teresa y Victor
quienes hicieron posible
haber llegado hasta el final
de mi meta propuesta,
brindando amor, cariño, cuidado
y sobre todo el aporte económico.

RESUMEN EJECUTIVO Y PALABRAS CLAVES

El presente trabajo tiene como propósito contribuir al desarrollo de la matriz energética de la provincia de Pastaza mediante el estudio de prefactibilidad técnica y económica para la obtención de pellet del aserrín de (*Pollalesta discolor*) pigüe, para fines energéticos en la provincia de Pastaza”, para dicho fin se tomaron como base estudios realizados por la Ing. Angélica Pérez, la Ing. Janeth Cárdenas y el Ing. Juan Elías González Rivera MSc., a través de las cuales se tomaron los datos del proceso de pelletizado, cantidad de biomasa que se desaprovecha anualmente en la provincia de Pastaza y cantidad de biomasa disponible aprovechable en la provincia de Pastaza respectivamente. Al evaluar el presente proyecto con una inversión \$ 202035.7, se obtiene un VAN de 628520,4 dólares, la RBC de 1,8 dólares, esto significa que por cada dólar invertido se recupera 0,80 centavos de dólar, un TIR de 55 % y un periodo de recuperación de capital de 11 meses con 16 días, lo cual demuestra que el proyecto es muy rentable. De acuerdo a este análisis de prefactibilidad es de interés para el desarrollo y aprovechamiento de los residuos maderables, sin embargo solo se aprovecha el 5% de residuo del total de la biomasa disponible de la provincia. El dimensionamiento de la planta se ha considerado un área de 864 metros cuadrados según la tecnología Anyang GEMCO Energy Machinery Co. Ltd. (2018), para una capacidad de producción de 8,658 metros cúbicos de materia fresca y lograr obtener 1,273 toneladas de pellets/hora, con lo cual se elaboró el diagrama de flujo del proceso de producción de acuerdo los estándares de calidad para la elaboración de pellets y de los equipos, maquinaria y materiales cotizados a la empresa antes mencionada.

Palabras claves: pigüe, biomasa, pellets, dimensionamiento, diagrama de flujo.

ABSTRACT AND KEYWORDS

The purpose of this work is to contribute to the development of the energy matrix of the province of Pastaza by means of the study of technical and economic pre-feasibility for obtaining pellet from the (Pollalesta discolor) pigüe sawdust, for energy purposes in the province of Pastaza ", For this purpose, studies conducted by Ing. Angélica Pérez, Ing. Janeth Cárdenas and Ing. Juan Elías González Rivera MSc. were taken as a basis, through which the pelletizing process data was taken, amount of biomass that it is wasted annually in the province of Pastaza and quantity of biomass available for use in the province of Pastaza respectively. When evaluating the present project with an investment of \$ 202035.7, a NPV of \$ 628520.4 is obtained, the CBR of \$ 1.8, this means that for each dollar invested 0.80 cents is recovered, an IRR of 55% and a capital recovery period of 11 months with 16 days, which shows that the project is very profitable. According to this pre-susceptibility analysis it is of interest for the development and use of wood residues, however only 5% of the total biomass available in the province is used. The sizing of the plant has been considered an area of 864 square meters according to the technology Anyang GEMCO Energy Machinery Co. Ltd. (2018), for a production capacity of 8.658 cubic meters of fresh material and achieve 1,273 tons of pellets / hour, with which the flow diagram of the production process was elaborated according to the quality standards for the production of pellets and of the equipment, machinery and materials quoted to the aforementioned company.

Keywords: pigüe, biomass, pellets, sizing, flow chart.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.2. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
CAPÍTULO II.....	4
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
2.1. Explotación del pigüe	4
2.1.1. Distribución natural del pigüe	4
2.1.2. Clasificación y descripción botánica	5
2.1.3. Usos del pigüe	5
2.2. Aserraderos que trabajan con pigüe en la provincia de Pastaza	5
2.3. Biomasa	6
2.3.1. Categorización de la biomasa.....	6
2.3.2. Ventajas y desventajas de la biomasa como recurso energético	8
2.3.3. Densificación de la biomasa.....	9
2.3.4. Potencial biomasico del pigüe en la provincia de Pastaza.....	9
2.3.5. Proceso de pelletizado	11
2.3.6. Materia Prima	12
2.3.7. Granulometría.....	13
2.3.8. Análisis de granulometría.....	13
2.3.9. Presión de compactación	13

2.3.10. Calor aplicado exteriormente	13
2.4. Estudio de mercado.....	14
2.4.1. Mercados potenciales	14
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	16
3.1. Localización.....	16
3.2. Tipo de investigación.....	17
3.2.1. Participativa	17
3.2.2. Exploratoria.	17
3.2.3. Cuantitativa.....	17
3.2.4. Explicativa	17
3.3. Métodos de investigación	17
3.3.1. Alcance	17
3.4. Diseño de la investigación	17
3.4.1. Estudio Técnico	18
3.4.1.1. Proceso de producción de pellets.....	18
3.4.1.2. Descripción del proceso.....	18
3.4.1.3. Recepción de la materia prima	18
3.4.1.4. Triturado	19
3.4.1.5. Secado.....	20
3.4.1.6. Prensado o pelletizado	22
3.4.1.7. Enfriado	23
3.4.1.8. Pesado y ensacado	23
3.4.1.9. Almacenamiento	24
3.4.2 Distribución de equipos y maquinaria	24
3.4.3 Diagrama de flujo.	24
3.5. Evaluación financiera	25

3.5.1. Punto de equilibrio.....	25
3.5.2. Margen de ganancia.....	26
3.5.3. Valor presente neto.....	26
3.5.4. Tasa interna de retorno.....	27
3.5.5. Relación de beneficio costo.....	27
3.5.6. Valor actual neto (VAN).....	27
3.5.7. Tasa interna de retorno (TIR).....	28
3.5.8. Periodo de recuperación de la inversión (PRI).....	29
3.5.9. Índice de liquidez.....	29
3.5.10. Índice de estructura financiera.....	30
3.5.11. Índice de rentabilidad.....	30
CAPÍTULO IV.....	32
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1. Flujo grama del proceso de producción de pellets.....	32
4.2. Determinación del tamaño de la planta.....	33
4.2.1. Relación tamaño – materia prima.....	33
4.2.2. Distribución de la planta.....	34
4.3. Estudio Financiero.....	34
4.3.1. Punto de equilibrio.....	38
4.3.2. Indicador financiero VAN y TIR.....	39
4.3.2.1. Calculo del VAN.....	39
4.3.3. Periodo de recuperación de la inversión (PRI).....	40
4.3.4. Relación beneficio costo.....	40
4.3.5. Índice de liquidez.....	40
4.3.6. Índice de rentabilidad.....	41
CAPÍTULO V.....	42

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
5.1.	Conclusiones.....	42
5.2.	Recomendaciones.....	42
	CAPÍTULO VI.....	44
	BIBLIOGRAFÍA.....	44
	CAPÍTULO VII.....	48
	ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución natural del pigüe en la región amazónica centro-sudamericana.....	4
Figura 2. Origen y fuentes de biomasa energética.....	6
Figura 3. Proyección posible de consumo de pellets al año 2020.	14
Figura 4. Mapa político administrativo de la provincia de Pastaza	16
Figura 5. Removedor de impurezas magnético	19
Figura 6. Molino de martillo	20
Figura 7. Bolsa recolectora de polvo	20
Figura 8. Secador de tambor rotatorio	21
Figura 9. Estufa de aire caliente.....	21
Figura 10. Bolsa recolectora de polvo	22
Figura 11. Máquina de Producción de Pelles.....	22
Figura 12. Sistema de enfriamiento.....	23
Figura 13. Pesaje automático, sellado y transportador.....	23
Figura 14. Proceso de producción de pellets	24
Figura 15. Distribución de la planta procesadora de pellets.....	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables de producción de biomasa total para el cálculo del potencial biomásico de pigüe.	10
Tabla 2. Propiedades de los pellets según normativa EN 14961-2:2011	12
Tabla 3. Capacidad de producción de la planta	33
Tabla 4. Costos de la Materia Prima	35
Tabla 5. Materiales e insumos	35
Tabla 6. Suministros y servicios básicos.....	36
Tabla 7. Costos por mano de obra	36
Tabla 8. Costos de producción anual	36
Tabla 9. Estructura de costos	37
Tabla 10. Precios del producto pellets en fundas de 15 kg.....	38
Tabla 11. Resumen de costos para punto de equilibrio	38
Tabla 12. Punto de equilibrio	39
Tabla 13. Indicador financiero TIR y VAN	39
Tabla 14. Costos de producción total	48
Tabla 15. Costo total proyectado en cinco años	49
Tabla 16. Calculo de la depreciación de los activos fijos	49
Tabla 17. Fuentes de financiamiento.....	50
Tabla 18. Amortización	50
Tabla 19. Inversión total.....	50
Tabla 20. Inversión total.....	51
Tabla 21. Estado de pérdidas y ganancias proyectados en cinco años.....	51
Tabla 22. Flujo neto de caja proyectado en cinco años.....	51
Tabla 23. Estado de pérdidas y ganancias	52

LISTA DE ABREVIACIONES

PNBSE	Programa Nacional de Biocomercio Sostenible
ECORAE	Instituto para el Eco Desarrollo Regional Amazónico
PFNM	Productos Forestales No Maderables
PFM	Productos Forestales Maderables
FAG	Compañía de Acciones Fischers
PRI	Periodo de Recuperación del Capital
RB/C	Relación Costo Beneficio
VAN	Valor Actual Neto
TIR	Tasa Interna de Retorno
UEA	Universidad Estatal Amazónica
ECP	Consejo Europeo del Pellet
UE	Unión Europea

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El uso de desechos agrícolas y forestales como combustible es una de las metas del Gobierno, como cambio de la matriz productiva. Para lograrlo el Gobierno, a través del Ministerio de Industrias y Pellet Ecuador, se comprometió a desarrollar y fortalecer la industrialización de los desechos y de los producidos en cultivos energéticos para contar con una demanda sustentable de residuos, sustitución energética y la inserción de estos productos en el mercado (noticias, Diario El ciudadano Octubre 2015).

En el Ecuador, existen políticas públicas y programas de gobierno que son orientados a la conservación de sus recursos naturales como lo establece el Artículo 71 de la Constitución de la República del Ecuador: “La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos” (Constituyente, 2008). Otros programas e instituciones como el Programa Nacional de Biocomercio Sostenible (PNBSE) que plantea la promoción del comercio y las inversiones que potencien el uso de la biodiversidad; el Programa Socio-Bosque que consiste en incentivar económicamente a individuos y comunidades que se comprometan a conservar el bosque, y el Instituto para el Eco Desarrollo Regional Amazónico (ECORAE) que promueven políticas públicas de equidad de género en la Amazonía, también estimulan una política de conservación de recursos (Llambí, *et al.*, 2016). Tanto los programas como las instituciones están planteadas dentro del cambio en la Matriz Productiva, y por consiguiente supone la Transformación de la Matriz Energética (Llambí, *et al.*, 2016), cuya prioridad es el aprovechamiento de los recursos renovables, para la producción de energía limpia.

En cuanto a la provincia de Pastaza, las políticas energéticas se rigen por el Artículo 415 que establece: “El Estado Central y los Gobiernos Autónomos descentralizados adoptarán políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano de uso del suelo... Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán programas de uso racional de agua y de reducción, reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos” (Constituyente, 2008). Al

respecto, existen disposiciones establecidas para los municipios que trata sobre la Gestión Integral de Residuos Sólidos referente a residuos orgánicos secos reciclables urbanos. Actualmente, la provincia de Pastaza no cuenta con programas para el aprovechamiento de los residuos sólidos procedentes de las actividades de la industria maderera. Específicamente, a la fecha [noviembre de 2017] no existe ningún programa de inversión y desarrollo que estimule la investigación energética a partir de la biomasa como la del Pigüe y el posterior desarrollo de tecnologías alternativas y limpias a mediana y gran escala.

Siendo una alternativa viable el aprovechamiento del aserrín del pigüe para la elaboración de pellets, al respecto, se espera que la presente investigación, estudio de prefactibilidad técnica y económica para la obtención de pellet del aserrín de (*Pollalesta discolor*) pigüe para fines energéticos en la provincia de Pastaza, tanto como para la inversión pública o privada brindando una herramienta eficaz al momento de la toma de decisiones

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La pérdida de la biomasa utilizable en los aserraderos en la provincia de Pastaza hace que este proyecto de determinación de la prefactibilidad técnica y económica para la producción de pellets a partir del aserrín y residuos forestal del (*Pollalesta discolor*) pigüe, aproveche el potencial de la biomasa disponible, dando un valor agregado a estos remanentes.

1.2. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

Es factible económicamente la producción de pellets con fines energéticos aprovechando la biomasa disponible, a partir de aserrín y residuos forestales de (*Pollalesta discolor*) pigüe, en la provincia de Pastaza.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la prefactibilidad técnica y económica de la producción de pellets a partir del aserrín de (*Pollalesta discolor*) pigüe, con fines energéticos en la provincia de Pastaza.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar el diagrama de flujo del proceso de producción de pellets.
- Dimensionar el equipamiento para la producción de pellets.
- Elaborar el estudio financiero y su evaluación, para la determinación de su factibilidad económica.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Explotación del pigüe

El pigüe es una especie del bosque nativo de la Amazonia. Su aprovechamiento se localiza en ocho provincias, principalmente en Pastaza, Morona Santiago, Napo y Zamora Chinchipe. Su explotación es autorizada mediante la emisión de formularios (11043), que son parte de programas (83) a nivel nacional, con 132'948.35 m³ aprovechados con un incremento del 14% en relación al pasado año (Tene *et.al*, 2011). El volumen de producción de madera de los bosques nativos estudios realizados por el Ministerio de Ambiente del Ecuador MAE, representa el 31,18% es de (*Pollalesta discolor*) pigüe especie pionera en la provincia de Pastaza, para uso industrial en el proceso.

2.1.1. Distribución natural del pigüe

El pigüe está distribuido por toda la región amazónica formando extensos bosques secundarios, encontrándose el centro de mayor densidad en el Puyo (Ver figura 1). Además, la mejor zona para el pigüe está en el área comprendida en un radio de 25 a 30 km. Se encuentra desde los 500 hasta los 1500 m.s.n.m en estado normal de desarrollo. Sin embargo su mayor desarrollo está entre los 900 y 1000 m.s.n.m y a temperatura media de 20 °C (Espinoza y Moser citado en Merino, 2011,).



Figura 1. Distribución natural del pigüe en la región amazónica centro-sudamericana.

Fuente: Erazo, 2014

2.1.2. Clasificación y descripción botánica

Pertenece a la familia *Asteraceae*, son plantas herbáceas anuales o perennes, su característica principal, agrupar las flores en una inflorescencia compuesta como escamas floral, una especie pionera, se regenera en forma natural en claros. El árbol es de madera blanda y de crecimiento rápido con una altura máxima de 30 m; el diámetro del tronco es de aproximadamente 60 cm con forma cilíndrica y presenta ramificaciones por encima del tercio inferior. Crece en suelos limosos y arcillosos, que posean buen drenado (Merino, 2011).

2.1.3. Usos del pigüe

El aprovechamiento del pigüe se realiza mediante la comercialización en troza destinada a los aserraderos; donde es aprovechado por procesos de transformación primaria destinada fundamentalmente a la construcción; también es comercializada en forma de latilla o tablilla para cajonería como envase y transporte de fruta. Otro de sus usos es en la elaboración de panela como combustible (Erazo, 2014; Merino, 2011).

2.2. Aserraderos que trabajan con pigüe en la provincia de Pastaza

Del inventario de los aserraderos de la provincia de Pastaza se obtuvo un listado de aserraderos emitido por el MAE, con un total de 24 aserraderos de los cuales no todos trabajaban con madera de pigüe. Se inventariaron todos los aserraderos que si trabajan con pigüe, dándonos un total de 11 aserraderos:

- Aserradero “Nancy Mejía” ubicado en km.3 ½ de la vía Puyo – Tena margen izquierdo.
- Aserradero “las Américas” ubicado en el km. 3 de la vía Puyo-Tena margen izquierdo.
- Aserradero “San Francisco” ubicado en el km.5 en la vía puyo-Shell margen izquierdo sector Santa Rosa.
- Aserradero “Estefany” ubicado en el barrio Las Américas sector Santa Isabel
- Aserradero “Maderol” ubicado en el barrio El Dorado calle Ceslao Marin junto Arboriente.
- Aserradero “Jahel” ubicado en el km.3 vía tena margen derecho entrada a yanacocha a 100 metros.

- Aserradero “Torres” ubicado en el km 31/2 de la vía Tarqui margen izquierdo
- Aserradero “Manuel Gacitúa” ubicado el Murialdo sector La libertad margen derecho.
- Aserradero “El Rosal” ubicado a 500 metros del control provincial de Mera margen izquierdo.
- Aserradero “La Esperanza” ubicado a 500 metros del control provincial de Mera margen izquierdo, junto al aserradero “El Rosal”.
- Aserradero “El Paquete”, que está ubicado en el km 44 de la vía Puyo-Tena margen derecho frente a la entrada al CIPCA.

2.3. Biomasa

La biomasa es toda la materia orgánica que se puede convertir en energía. A partir de esta definición se entiende entonces que la misma puede obtenerse a partir de plantas, árboles, desechos de animales, agricultura, aserraderos y residuos urbanos, etc. (Madrid, 2012).

Una de las directivas de la Unión Europea destinada al tema de las energías renovables define a la biomasa como: “fracción biodegradable de los productos, desechos y residuos de origen biológico procedentes de actividades agrarias y forestales, así como de los residuos industriales y municipales” (Madrid, 2012).

2.3.1. Categorización de la biomasa

En la (Figura 2) podemos apreciar la clasificación de la biomasa de forma gráfica, considerando el origen y fuentes de biomasa energética (Madrid, 2012).

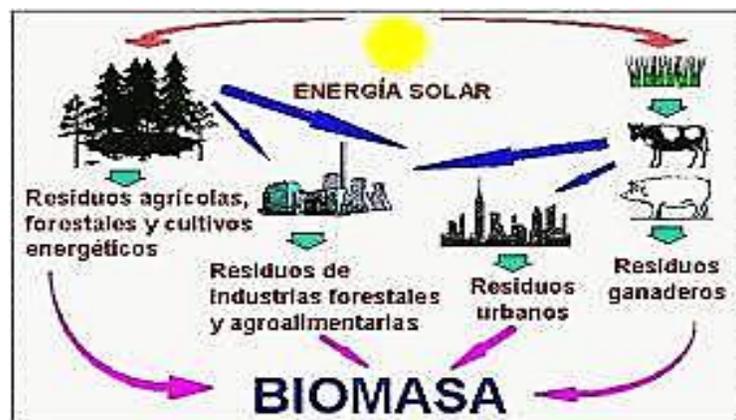


Figura 2. Origen y fuentes de biomasa energética

Fuente: www.google.com

2.3.1.1. Clasificación de la biomasa según su origen

- **Fuentes vegetales** procedente de cualquier parte de la planta, considerado también como residuos (agrícolas, forestales, madera), diversos cultivos (maíz, caña de azúcar, soja, entre otros).
- **Fuentes animales** procedentes de cualquier parte del animal, que se considera como residuo (pezuñas, cuernos, sangre, entre otros).
- **Fuentes industriales diversas** que proceden de las diferentes actividades realizadas a nivel de fábricas e industrias de todo tipo, consideradas como residuos (agrícolas, alimenticios, forestales, entre otros).
- **Actividad humana** generada por la acumulación de basura, que son residuos sólidos y aguas residuales (Madrid, 2012).

2.3.1.2. Clasificación de la biomasa según su aplicación

- **Biomasa Térmica:** Es la que se utiliza para el suministro de calor mediante la aplicación de tecnologías, se usa para la obtención de agua caliente sanitaria y procesos industriales. Entre los tipos de biomasa para el uso térmico están los procedentes de industrias agrícolas, industrias forestales (astillas, aserrín, virutas, entre otras), y actividades silvícolas, incluido los cultivos leñosos (podas, leñas, entre otras). La biomasa es transformada en briquetas, *pellets*, astillas, etc. mediante técnicas de compactación (Madrid, 2012).
- **Biomasa Eléctrica:** Es la utilizada para la generación de energía eléctrica; se puede utilizar de forma exclusiva y como sistema de cogeneración o co-combustión (2 combustibles, un fósil junto con biomasa), de esta manera se puede obtener energía eléctrica y térmica (Madrid, 2012).

2.3.2. Ventajas y desventajas de la biomasa como recurso energético

Ventajas

- Nueva energía renovable disponible que se puede almacenar y se puede encontrar disponible en momentos de necesidad para la producción de calor, electricidad o biocarburantes.
- Combustible poco peligroso en estado seco o tiene un riesgo limitado, para lo que se requiere de un control en las condiciones de almacenamiento, detectores de incendios y medios de extinción.
- Representa una mejora en la situación de los agricultores y productores forestales, por la reutilización de residuos, confiriendo valor agregado y generación de fuentes de empleo.
- Fuente de energía versátil, esto se debe a que la biomasa puede producir diversas formas de energía como calor, electricidad y biocombustible.
- Reduce la producción de gases con efecto invernadero.
- Representa un paliativo a la contaminación, ya que constituye una forma de reciclaje energético mediante el uso de la biomasa de residuos (Damien, *et al.*, 2010).

Desventajas

- Transporte de larga distancia de la biomasa (Damien, 2010).
- El rendimiento de las calderas es inferior.
- Menor densidad energética, lo que conlleva a que los sistemas de almacenamiento sean mayores.
- Los sistemas de alimentación de combustible y eliminación de cenizas requieren de mayores costes de operación y mantenimiento.
- Los canales de distribución de la biomasa no están tan desarrollados.
- La mayoría de recursos poseen elevados contenidos de humedad, para lo que se requiere la aplicación de procesos previos de secado (Madrid, 2012).

2.3.3. Densificación de la biomasa

La densificación o compactación es un proceso donde la biomasa (viruta, astillas, aserrín, etc.), aumenta su densidad teniendo como resultado productos combustibles densificados. Los mismos presentan propiedades y dimensiones homogéneas, con un alto poder calorífico y forma de dosificación más eficiente. Mediante la automatización de los sistemas de alimentación y control de combustión el uso del combustible densificado es propicio como energía térmica, reduciendo gastos de transporte y almacenamiento; además que facilita las operaciones de envasado y mantenimiento (Soto y Núñez, 2008). Hace unas décadas el proceso de densificación se aplicaba en la elaboración de alimentos para animales conocidos como piensos. Utilizando este mismo sistema en la biomasa de origen vegetal y de diversas industrias se producen *pellets* y briquetas (Arpi, y Calderón, 2010).

Características energéticas de los densificados

Las briquetas y *pellets* son principalmente los productos obtenidos por la densificación de residuos, por tanto cada uno posee características energéticas similares. El aserrín compactado en briquetas y *pellets*, tiene un mayor poder calorífico e comparación a la leña utilizada comúnmente; es de encendido rápido, y sobre todo al momento de quemar no produce humo ni olores; su reutilización permite disminuir la tala indiscriminada y evitar la pérdida de bosques (Arpi y Calderón, 2010).

2.3.4. Potencial biomásico del pigüe en la provincia de Pastaza

La producción semanal de aserrín en la provincia de Pastaza es variable, ya que el coeficiente de variación es 47%. El aserradero que menos genera aserrín es “El Paquete” con una cantidad de 10.51 kg, mientras que el aserradero que más genera este subproducto es el Jahel, con una producción semanal neta de 115.77 kg de aserrín. Sin embargo, la variable “Potencial Biomásico de Pigüe” nos indica que el aserradero con menos potencial es el “Maderol”, mostrando un valor de 28.74%; mientras que el aserradero con más potencial es el “San Francisco”, que aporta un valor del 63.30%. Desde este punto de vista, la variable “Potencial Biomásico de Pigüe” puede interpretarse como una *medida de la ineficiencia en el aprovechamiento de la madera de pigüe*.

Con respecto a esta interpretación, el aserradero “San Francisco” sería el menos eficiente, al menos en el período analizado; sin embargo, para propósitos de la investigación misma es el que más pudiera aportar biomasa de pigüe frente a un aumento de los insumos semanales.

El potencial biomásico total de la provincia de Pastaza se tomó el cociente entre la producción semanal total de biomasa en kg y la producción total de subproductos de la madera, también en kg. Como resultado, se obtuvo que el potencial biomásico total tiene un valor de 40.41%. Ello significa que por cada tonelada de madera procesada, se obtienen 404 kg de biomasa no aprovechable por la industria maderera con potencial para la generación de energía alternativa y renovable en la provincia de Pastaza. (Tabla 1).

Tabla 1. Variables de producción de biomasa total para el cálculo del potencial biomásico de pigüe.

Aserraderos	Producción Semanal de Aserrín (m ³)	Producción Semanal de Madera (m ³)	Prod. Sem. Canteado (m ³)	Producción Semanal de Corteza (m ³)	Prod. Sem. de Biomasa (kg)	Producción Semanal Total (kg)	Potencial Biomásico del Pigüe (%)
Nancy Mejía	13.464	53.460	16.018	7.056	75.974	180.000	42.2079
	13.464	50.565	18.913	7.056			
Las Américas	11.246	48.720	9.3133	5.719	58.434	150.000	38.956
	11.154	42.845	14.709	6.290			
San Francisco	7.4805	18.348	20.251	3.920	31.651	50.000	63.303
Estefany	14.940	65.659	2.3446	7.056	62.522	180.00	34.734
	13.725	51.818	19.003	5.453			
Maderol	8.291	37.383	5.3984	3.927	31.621	110.00	28.746
	8.228	40.995	1.4639	4.312			
Jahel	22.558	99.925	16.476	11.039	115.769	300.00	38.589
	22.441	84.304	31.493	11.760			
Torres	14.961	59.420	17.778	7.840	84.376	200.00	42.188
	14.961	56.203	20.995	7.840			
Manuel Gacitúa	14.961	66.617	10.582	7.840	77.179	200.00	38.589
	14.961	56.203	20.995	7.840			
El Paquete	4.4987	19.488	3.7253	2.288	10.512	30.000	35.031
El Rosal	14.961	36.696	40.502	7.840	90.013	200.00	45.006
	14.961	73.289	3.9091	7.840			

La	13.464	33.026	36.452	7.056	81.314	180.00	45.174
Esperanza	14.940	65.659	2.3446	7.056			
Media	13.483	53.031	15.633	6.851	65.397	161.818	41.139
Desv. Est.	4.3636	20.087	11.272	2.243	30.588	75.606	8.7995
Min	4.4987	18.348	1.4639	2.288	10.512	30.000	28.746
Max	22.558	99.925	40.502	11.760	115.769	300.00	63.303

Fuente: (Pérez A. 2016)

La cantidad o volumen de biomasa que se desaprovecha anualmente son: de aserrín 7.712,43 m³, canteado 8.942,42 m³ y corteza 3.919,06m³ en relación al volumen de madera aprovechada fue de 30.334,02 m³ Esto representa en la primera parte a un 40,41% sin dar ningún uso alguno y el 59,59% aprovechado para la industria de la madera. Sin embargo el resto no es utilizado y queda en el suelo o ambiente, siendo esto un recurso de gran interés económico como fuente energía renovable para el aprovechamiento industrial. (Pérez A. 2016), lo que representa otra oportunidad para crear valor agregado. El presente trabajo plantea determinar el costo real para la puesta en marcha de una planta productora de pellets en la provincia de Pastaza, la cual agregaría un valor a los residuos de los aserraderos, como es la pelletización del aserrín de pigüe o elaboración de *pellets*, conocidos como biocombustibles sólidos densificados. La elaboración y comercialización de *pellets* permite la reducción y aprovechamiento de los residuos, reduciendo también el volumen para su transportación. La combustión de los *pellets* de pigüe es más limpia que la de los combustibles tradicionales basados en hidrocarburos, lo que contribuye a la reducción del daño ambiental (Arpi y Calderón, 2010).

2.3.5. Proceso de pelletizado

El proceso de pelletización empieza con la recogida y picado del aserrín. Pasa por un secador con la finalidad de normalizar el contenido de humedad. La reducción de partículas es posible mediante el uso de molinos, lo que permite mejorar el rendimiento energético en la combustión. Como paso final se produce la compactación en forma cilíndrica, obteniéndose el producto final: los *pellets* (Madrid, 2012).

En la actualidad existe la normativa de referencia para *pellets*, a instancias del “*European pellet counsin*” (EPC) o Consejo Europeo del Pellet se han elaborado diversas normas, destacando la

normativa EN 14961, que regula las especificaciones que deben cumplir los biocombustibles sólidos. Para el pellet de madera de uso no industrial, la norma concreta es la EN 14961-2:2011, siendo desarrollada por AENOR con las siguientes especificaciones (BUREBA, 2012) ver (Tabla 2) La norma distingue tres calidades en los *pellets*, según las siguientes características:

Tabla 2. Propiedades de los pellets según normativa EN 14961-2:2011

Propiedad	Pellet baja calidad	Pellet estándar	Pellet alta calidad
Origen	Biomasa leñosa sin corteza		
Diámetro (D)	D 6 ± 1 mm ó D 8 ± 1 mm		
Longitud (L)	L 5 – 40 mm		
Humedad base humedad (M)	M $10 \leq 10\%$		
Cenizas (A)	A $0,5 \leq 0,5\%$		A $1,0 \leq 1,0\%$
Durabilidad (DU)	DU $96,5 \geq 96,5\%$	DU $97,5 \geq 97,5\%$	DU $95,0 \geq 95\%$
Finos (F)	F $1,0 \leq 1\%$	F $2,0 \leq 2\%$	F $3,0 \leq 3\%$
Poder Calorífico (Q)	16,5 (MJ/kg) ó 4,6 (MJ/kg)		
Densidad aparente (BD)	≥ 625 kg/m ³ suelto		≥ 600

Fuente: BUREBA, 2012

2.3.6. Materia Prima

El aserrín constituye la materia prima para la elaboración de *pellets*; es recogida y almacenada en sitios de almacenamiento libre de posibles agentes dañinos o cualquier otro tipo de materiales distintas a la madera (Tingo y Fonseca, 2012).

Secado

Para conseguir un pelletizado exitoso el contenido de humedad de la materia prima debe estar comprendida en el rango de 8 al 15%. La utilización de sistemas de secado permite disminuir el contenido de humedad del aserrín, con valores característicos superiores al 50%. Al igual que el secado de la madera, se puede secar el aserrín de forma natural o mediante secado forzado (Arpi y Calderón, 2010).

2.3.7. Granulometría

La distribución de partículas permite separar fracciones con dimensiones específicas, la aplicación diferenciada puede contribuir a mejorar la calidad de la biomasa como fuente de energía, de materiales compuestos y químicos (Silva *et al.* 2011 citado en Correa-Méndez *et al.*, 2014). Es importante conocer las dimensiones y distribución granulométrica de partículas de las materias primas antes de la aplicación de los procesos de densificación (Miranda *et al.* 2012 citado en Correa-Méndez *et al.*, 2014).

2.3.8. Análisis de granulometría

El tamaño de la materia prima a pelletizar, debe contar con factores geométricos en referencia al tamaño. La dimensión de las partículas está en dependencia del diámetro del agujero de compactación. Tomando en cuenta el diámetro y longitud del pellet, la granulometría de la materia prima debe ser inferior a los 8 mm. Considerando que los residuos generados en los aserraderos es variable, se determina su dimensión mediante un análisis de tamaño para posteriormente implementar un proceso de molido según requerimientos y obtener un compactado eficiente (Arpi y Calderón. 2010).

Molido

El molido permite conseguir una mayor homogeneidad y granulometría adecuada, considerando que las partículas deben ser de 0.3 mm a 0.5 mm. El proceso de molido se puede realizar en diferentes tipos de molinos que cumplan con las especificaciones anteriores; entre los tipos de molinos se tiene el molino de disco, molino de martillos, molino de rodillos y molino de bolas (Arpi y Calderón. 2010).

2.3.9. Presión de compactación

La compactación de biomasa es posible mediante la aplicación de presiones comprendidas entre 1100 kg/cm² a 2500 kg/cm², que dependen de las características de las especies maderables (Portero. 2014).

2.3.10. Calor aplicado exteriormente

Para conseguir que los procesos de densificación sean más acentuados, es preciso controlar la humedad y la temperatura. Aplicar calor al material en el proceso de formación permite la

cohesión, lo que conlleva a reducir la aplicación de presión para obtener la densidad deseada. La aplicación de calor exterior se justifica porque al incrementar la temperatura entre los 80°C y 200°C la lignina modifica su estructura y se reblandece; en el proceso inverso de enfriamiento, en cambio, la lignina actúa como agente aglutinante natural que permite una mayor unión de partículas. En la naturaleza, la lignina es un componente de las fibras de madera que actúa como cola termoplástica (Portero. 2014).

2.4. Estudio de mercado

2.4.1. Mercados potenciales

Cuando se analiza los mercados potenciales, es necesario conocer la situación del mercado de los pellets de madera en forma globalizada, si la demanda es satisfecha y cuál es la proyección de la misma a largo plazo.

La UE (Unión Europea), produjo 14,1 millones de toneladas de pellets, lo que le permitió cubrir el 70% de su propia demanda. Por lo tanto, la mayoría de la demanda de pellets de madera en la UE está cubierta por su propia producción, mientras que el resto proviene de fuera de la UE, principalmente de América del Norte como se muestra en la (Figura 3); así mismo nos da a conocer que el mercado en los Estados Unidos está siendo satisfecha con la misma producción nacional y no hay necesidad de importar hacia esta país (Katie Fletcher 2016).

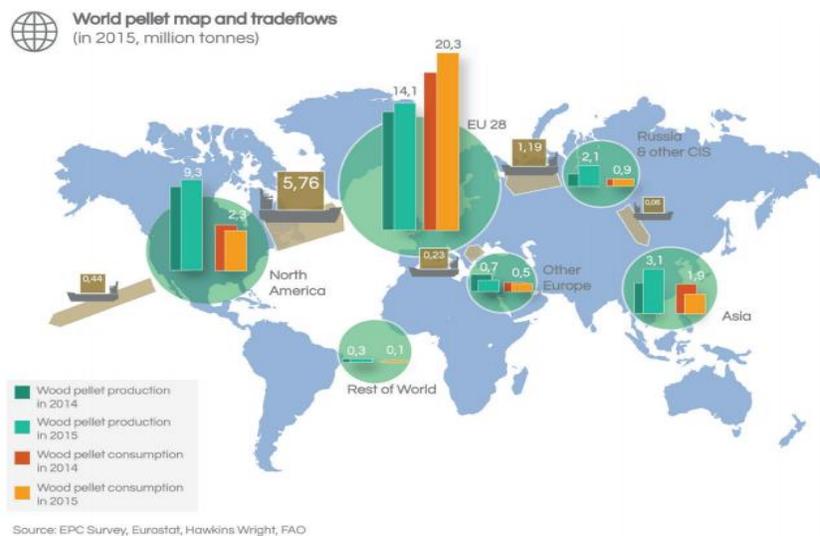


Figura 3. Proyección posible de consumo de pellets al año 2020.

Fuente: European biomass association

En algunos países, como Suecia y Dinamarca, el mercado de pellets de madera se ha diversificado. Los pellets de madera son mucho más utilizados en los países escandinavos. Se usan tanto en hogares como en fábricas grandes y pequeñas como la principal fuente de energía. Suecia y Dinamarca tienen objetivos de energía renovable que esperan alcanzar en el año 2020. Suecia espera el 49% y Dinamarca espera que el 35% de su energía total utilizada proceda de fuentes renovables en ese momento. Impresionantemente, Suecia ya había alcanzado este objetivo en 2012. Gracias en parte a los pellets de madera.

Desde 2011, el uso de pellets de madera ha aumentado en todo el mundo en 1 millón de toneladas cada año. De hecho, 8 millones de toneladas de los 15 millones consumidos solo en la UE (Unión Europea), corresponden a pellets de madera. No hay señales de que esta tasa de crecimiento disminuya en el corto plazo.

En el Ecuador no existe un mercado posesionado para el pellet, esto nos hace ver que nuestro producto tiene la factibilidad de incursionar en mercados internacionales a nivel europeo, Dinamarca es un país que en la actualidad, existen quince productores de pellets de madera a nivel nacional, son pocos ya que Dinamarca cuenta con bosques y zonas naturales correspondientes al 15% de su territorio.

Estos productores no resultan ser una gran competencia ya que solo se encargan de abastecer el 17% del mercado danés de pellets de madera. El 83% restante está dado por los importadores: 21 empresas mayoristas y 27 empresas minoristas. Los principales proveedores para el mercado danés son: los Estados bálticos, Polonia, Suecia, Canadá y Finlandia (Chang y Del Águila 2013).

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

Para la realización de la prefactibilidad técnica y económica, se procedió a verificar las memorias de los trabajos investigativos que se realizaron con anterioridad y se pudo determinar que por la centralidad de los aserraderos que trabajan con pigüe en la provincia de Pastaza la construcción de la planta se lo realizará en el cantón Pastaza ya que las vías de acceso a este sector desde los cantones adyacentes son asfaltadas, lo que facilitada la trasportación de la materia prima, insumos, materiales y el producto terminado.

Pastaza es la provincia más grande de Ecuador y la más rica en biodiversidad. El 95% de la flora provincial es bosque húmedo tropical, debido a la pluviosidad anual que varía entre 2.000 y 4.000 milímetros cúbicos, lo que favorece la formación de extensos y excelentes pastizales, además posee una cadena de ríos, esteros y vías de accesos como se aprecia en la (Figura 4), su superficie total es de 29520 km²

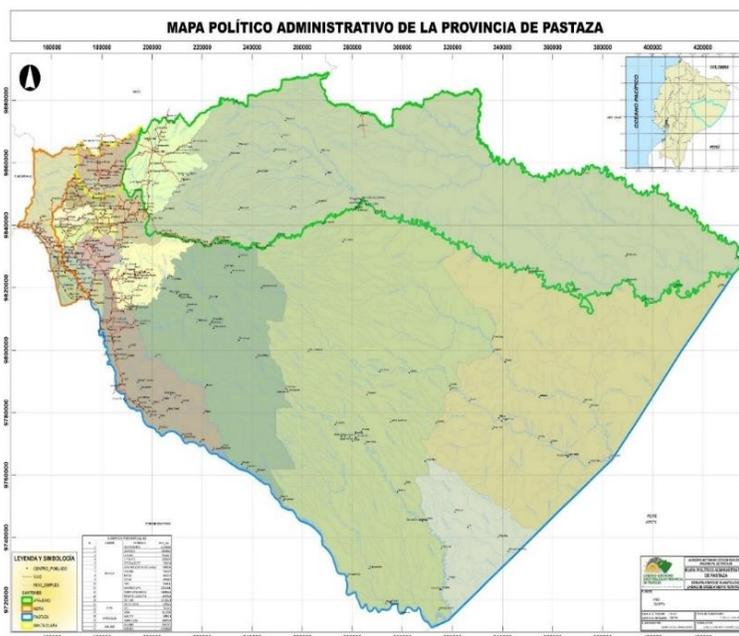


Figura 4. Mapa político administrativo de la provincia de Pastaza

Fuente: GADMM, 2015

3.2. Tipo de investigación

3.2.1. Participativa.

Por involucramiento a socios externos e internos

3.2.2. Exploratoria.

Se requiere conocer las ventajas y desventajas económicas en el proceso industrial de los pellets.

3.2.3. Cuantitativa.

Permite valorar a través de estados financieros la factibilidad del proceso de producción de los pellets.

3.2.4. Explicativa.

Esta es la que facilita una lógica para la toma de decisiones de acuerdo a los valores cuantitativos en los aspectos económicos.

3.3. Métodos de investigación

El método de investigación es de desarrollo del proceso de producción a través de un diagrama de flujo y dimensionamiento del equipamiento y realizar el estudio financiero y su evaluación económica mediante la información histórica de trabajos de investigación del Ing. Janeth Cárdenas, Ing. Angélica Pérez e Ing. Elías González.

3.3.1. Alcance

Se trata de un estudio técnico y de análisis financiero para determinar su prefactibilidad y desarrollar el diseño de la investigación.

3.4. Diseño de la investigación

El presente trabajo estará basado en el diseño de: **estudio técnico, estudio financiero, evaluación financiera y monitoreo** para lograr obtener una inversión con las características productivas en la provincia de Pastaza.

3.4.1. Estudio Técnico

El estudio técnico permite proponer y analizar las diferentes opciones tecnológicas para producir los bienes o servicios que se requieren, lo que además admite verificar la factibilidad técnica de cada una de ellas. Este análisis identifica los equipos, la maquinaria, la materia prima y las instalaciones, por tanto, los costos de inversión y de operación requeridos, así como el capital de trabajo que se necesita. (Rosales, 2005), además presenta la determinación del tamaño óptimo de la planta, determinación de la localización óptima de la planta, ingeniería del proyecto y análisis organizativo, administrativo y legal. (Baca, 2010)

Para determinar la metodología del estudio técnico se tomó como base la materia prima (aserrín, canteado) disponible en la provincia de Pastaza la cual es de 2444,83 toneladas al año, con este fundamento se realizó la cotización a la empresa Anyang GEMCO Energy Machinery Co. Ltd., la cual evaluó las características de la materia prima para la puesta en funcionamiento.

3.4.1.1. Proceso de producción de pellets

Para la producción, se utilizará tecnología que genere procesos automatizados. Actualmente, existen varias empresas en muchos lugares del mundo que fabrican máquinas para producir pellets. Las máquinas pueden ser fabricadas según la cantidad de producción que se requiera o en caso contrario elegir los modelos preestablecidos. De esta manera, existen máquinas que procesan desde 75 kg/hora hasta 30 ton/hora y los precios varían de acuerdo al modelo y capacidad.

3.4.1.2. Descripción del proceso

La producción de pellets a partir del aserrín de pigüe comprende una serie de procesos; la maquinaria se encarga de realizar la mayor parte del trabajo; sin embargo, ello no quiere decir que la mano de obra no sea considerada; por el contrario, son de gran utilidad para la constante inspección de materia prima y monitoreo del proceso.

3.4.1.3. Recepción de la materia prima

La densidad promedio del aserrín es 165 kg / m³, entonces para fabricar 1 m³ de pellets de madera necesitamos 6.8 m³ de aserrín (Chang y Del Águila 2013). Para tener un producto de buena calidad, el aserrín también tiene que estar en excelentes condiciones por lo que se

establecerá políticas de comercialización con los proveedores, para ello se tiene que cumplir lo siguiente:

- Previamente clasificada por especie forestal.
- Libre de agentes contaminantes como tierra o arena, porque esto influirá en la vida útil de los equipos.
- Debe de estar seco, esto ayudará a consumir a menor cantidad de energía en la operación de secado.
- Estar en buenas condiciones físicas, es decir no debe de estar en estado de putrefacción.

(Chang y del Águila 2013)

Previamente la materia prima pasa por un separador de impurezas metálicas que está compuesta por un imán colocado en la parte superior de la cinta transportadora, como se observa en la (Figura 5).



Figura 5. Removedor de impurezas magnético

Fuente: Anyang GEMCO Energy Machinery Co, Ltd (2018)

3.4.1.4. Triturado

El aserrín de pigüe previamente desmenuzado es ingresado en el molino de martillo (Figura 6), que es una unidad mecánica diseñada para triturar utilizando el sistema aplastante, este sistema incluye transporte neumático (separador de ciclón).



Figura 6. Molino de martillo

Fuente: Anyang GEMCO Energy Machinery Co, Ltd (2018)

Luego de pasar por el molino de martillo el material triturado pasa por una bolsa recolectora de polvo (Figura 7), la cual en su estructura contiene 24 bolsas de recolección de polvo asegurando la limpieza del aserrín.



Figura 7. Bolsa recolectora de polvo

Fuente: Anyang GEMCO Energy Machinery Co, Ltd (2018)

3.4.1.5. Secado

Para conseguir un pelletizado exitoso el contenido de humedad de la materia prima debe estar comprendida en el rango de 10 al 15%. La utilización de sistemas de secado permite disminuir

el contenido de humedad del aserrín, con valores característicos superiores al 50%. Al igual que el secado de la madera, se puede secar el aserrín de forma natural o mediante secado forzado (Arpi y Calderón, 2010). El secador de tambor rotativo (Figura 8), que sopla aire caliente a través del material suministrado por una estufa de aire caliente (Figura 9). Estos dos equipos deben estar programados para proveer suficiente calor y permitir que la humedad sea retirada de la materia prima y fluya a través del aire caliente (Chang y del Águila 2013).



Figura 8. Secador de tambor rotatorio

Fuente: Anyang GEMCO Energy Machinery Co, Ltd. (2018)



Figura 9. Estufa de aire caliente

Fuente: Anyang GEMCO Energy Machinery Co, Ltd. (2018)

Luego de pasar por el secador de tambor rotatorio el material seco pasa nuevamente por una bolsa recolectora de polvo (Figura 10), la cual en su estructura contiene 24 bolsas de recolección de polvo asegurando la limpieza del aserrín.



Figura 10. Bolsa recolectora de polvo

Fuente: Anyang GEMCO Energy Machinery Co, Ltd (2018)

3.4.1.6. Prensado o pelletizado

El aserrín triturado pasa al Pellet Machine o máquina de producción de pellets (Figura 11), unidad donde se convierte el aserrín puro en pellets de 8mm de diámetro por mecanismos de compresión, utiliza un sistema de alimentación tipo pala de ventilador, engranaje de alta precisión, el anillo esta hecho de acero 4Cr13 stainless cementado en el extintor de vacío avanzado, los ejes principales y engranajes son piezas de forjado; el cojinete principal está hecho por FAG, famosa marca alemana.



Figura 11. Máquina de Producción de Pelles

Fuente: Anyang GEMCO Energy Machinery Co, Ltd (2018)

3.4.1.7. Enfriado

Los pellets pasan al sistema de enfriamiento (Figura 12), para disminuir la temperatura a la que sale el producto



Figura 12. Sistema de enfriamiento

Fuente: Anyang GEMCO Energy Machinery Co., Ltd (2018)

3.4.1.8. Pesado y ensacado

Consiste en el pesado y sellado con la ayuda del equipo de pesaje automático, sellado y transportador como se muestra en la (Figura 13).

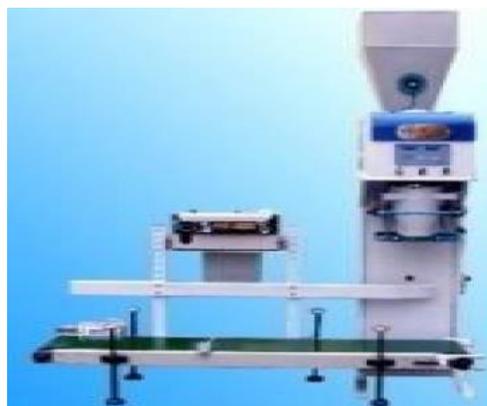


Figura 13. Pesaje automático, sellado y transportador

Fuente: Anyang GEMCO Energy Machinery Co., Ltd (2018)

3.4.1.9. Almacenamiento

En una bodega debidamente adaptada con temperatura y humedad adecuada.

3.4.2 Distribución de equipos y maquinaria

En la (Figura 14) se puede observar el ubicación de los equipos y maquinas propuesta por la empresa, Anyang GEMCO Energy Machinery Co.,Ltd (2018).

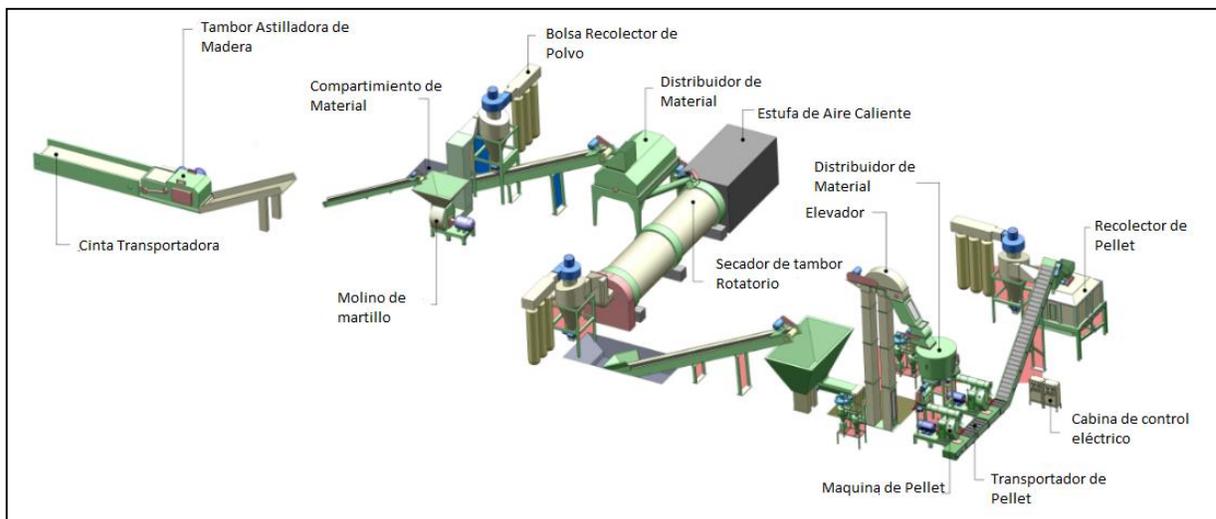


Figura 14. Proceso de producción de pellets

Fuente: Anyang GEMCO Energy Machinery Co.,Ltd (2018).

3.4.3 Flujograma.

Es una representación pictórica de los pasos en un proceso, útil para determinar cómo funciona realmente el proceso para producir un resultado. El resultado puede ser un producto, un servicio, información o una combinación de las tres. Al examinar como los diferentes pasos en un proceso se relacionan entre sí, se puede descubrir con frecuencia las fuentes de problemas potenciales. Estos diagramas se pueden aplicar a cualquier aspecto del proceso desde el flujo de materiales hasta los pasos para hacer la venta u ofrecer un producto (Copyrigh 2000). Su utilización es necesaria para ver como realmente funciona un proceso completo, revela problemas potenciales

tales como cuellos de botella en el sistema, pasos innecesarios y círculos de duplicación de trabajo, las aplicaciones más comunes son:

- Identificar oportunidades de cambios en el proceso.
- Desarrollar estimados de costos de mala calidad.
- Identificar organizaciones que deben estar representadas en equipos.
- Desarrollar una base común de conocimiento para los nuevos miembros de la empresa.
- Involucrar a trabajadores en los esfuerzos de resolución de problemas para reducir la resistencia futura al cambio.

3.5. Evaluación financiera

3.5.1. Punto de equilibrio

Por definición el punto de equilibrio, es el nivel de producción o ventas, en el cual la empresa cubre la totalidad de sus costos. Es decir que no gana ni pierde dinero, el cual puede expresarse en unidades físicas o monetarias. Cuando la empresa ya está operando, su aplicación puede ser muy útil en el planeamiento de mercado y en la toma de decisiones sobre: fijación de precios, gastos en publicidad, aumentos o suspensiones en la línea de producción, aceptación de pedidos especiales, apertura de nuevos mercados, introducción a mejoras al producto o selección de los canales de distribución (Cabrera T, 2013).

Los elementos que lo conforman son:

- Ingresos
- Costos variables
- Costos fijos.

Ingresos son aquellos que fueron originados directamente por la operación, como son: ingresos de operaciones de arrendamiento financiero, comisiones, beneficios por opción de compra. Se denotan por: $Q * PV$. (Cabrera T, 2013).

Costos variables son los que fluctúan en relación directa con los aumentos o disminuciones de la producción y de la venta. Se denotan por: $CV = Q * CU$ (Cabrera T, 2013).

Costos fijos son aquellos que permanecen constantes un periodo de tiempo determinado y en los cuales se incurren independientemente de si produce y se vende o no. (Cabrera T, 2013).

3.5.2. Margen de ganancia

Es el monto de dinero que queda después de deducir los costos variables del precio de venta unitario. En términos simples es la diferencia entre el precio de venta y el costo de producción unitario. (Cabrera T, 2013).

Los costos de producción pueden dividirse en costos variables y costos fijos.

- **Costos Variables:** los que cambian o fluctúan en relación directa a una actividad o volumen dado. Dicha actividad puede ser referida a producción o ventas, su grado de control es a corto plazo, por ejemplo: la materia prima cambia de acuerdo con la función de producción, y las comisiones de acuerdo a las ventas. (Cabrera T, 2013).
- **Costos Fijos:** Estos costos no están en función del tiempo, es decir, no sufren alteraciones, son constantes, aun cuando se presenten grandes cambios en el volumen de producción, es decir, fluctúan en relación a un periodo dado; lo importante es que dichos costos no son afectados por cambio de actividad dentro de su rango relevante (Cabrera T, 2013).

3.5.3. Valor presente neto

EL NPV representa el valor presente (PV) de los flujos salientes de caja menos la cantidad de la inversión inicial (I).

Simplemente: $NPV = PV - I$

El Valor Presente del flujo de caja futuro es calculado utilizando el costo del capital como un factor de descuento. El propósito del factor de descuento es convertir el valor futuro del dinero en valor presente (dólares futuros a dólares presentes) y se expresa como $1 +$ la tasa de interés (i). (Copyright ,2000).

3.5.4. Tasa interna de retorno

La Tasa Interna de Retorno es la tasa de interés que hace la ecuación de la Inversión Inicial (I) con el Valor Presente (PV) de los futuros flujos de caja entrantes. Esto es, a la Tasa Interna de Retorno, $I = PV$ o $NPV = 0$. (Copyright, 2000).

3.5.5. Relación de beneficio costo

En economía con inflación cambiante y monedas con delicada estabilidad, se debe considerar el valor del Dinero en el tiempo, por eso la más aceptada de las relaciones Beneficio Costo, expresa una relación entre la sumatoria de los flujos netos efectivos actualizados (al valor presente) y la inversión neta realizada (Cabrera T, 2013).

$$R\left(\frac{B}{C}\right) = \frac{\sum_{n=1}^{n=N} \frac{FNE_n}{(1+i)^n}}{I_0}$$

Si el resultado es mayor que 1, significa que los ingresos netos son superiores a los egresos netos. En otras palabras, los beneficios (ingresos) son mayores a los sacrificios (egresos) y, en consecuencia, el proyecto generará riqueza a una comunidad. Si el proyecto genera riqueza con seguridad tendrá consigo un beneficio social. Si el resultado es igual a 1, los beneficios igualan a los sacrificios sin generar riqueza alguna. Por tal razón sería indiferente ejecutar o no el proyecto (Cabrera T, 2013).

Entonces:

Si: $B/C > 1$ Se acepta el proyecto

$B/C = 1$ Se acepta pero la decisión depende del inversionista

$B/C < 1$ Se rechaza el proyecto

3.5.6. Valor actual neto (VAN)

La inversión es rentable cuando el valor actual del flujo de beneficios es mayor que el flujo actualizado de los costos, cuando ambos son actualizados usando una tasa de descuento pertinente. Los beneficios económicos, incluyen los beneficios directos, los indirectos, las externalidades positivas; en el mismo sentido, los costos incluyen los directos, los indirectos,

las externalidades negativas. El VAN se define como el valor actualizado de los beneficios menos el valor actualizado de los costos, descontados a la tasa de descuento convenida. Para obtener el valor actual neto se utiliza la siguiente fórmula:

$$VAN = -I_0 + \frac{FNC1}{(1+i)^1} + \frac{FNC2}{(1+i)^2} + \frac{FNC3}{(1+i)^3} + \frac{FNC4}{(1+i)^4} + \frac{FNC5}{(1+i)^5}$$

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t}$$

Donde:

Bt. = beneficio del año t del proyecto

Ct. = costo del año t del proyecto

t = año correspondiente a la vida del proyecto, que varía entre 0 y n

0 = año inicial del proyecto, en el cual comienza la inversión

r = tasa social de descuento.

Criterios de Decisión

Que el flujo descontado de los beneficios supere el flujo descontado de los costos. Como el centro de atención es el resultado de beneficios menos costos, el análisis se efectúa en torno a cero.

3.5.7. Tasa interna de retorno (TIR)

Se define como aquella tasa de descuento que hace igual a cero el valor actual de un flujo de beneficios netos, es decir, los beneficios actualizados iguales a los costos actualizados.

Criterio de Decisión

- El TIR mide la rentabilidad social del proyecto. Como criterio general, debe compararse la TIR del proyecto con la tasa de descuento económica.
- El criterio de la TIR adolece de dificultades por lo que su uso debe siempre realizarse

en conjunto con el VAN. Se señalan las siguientes:

- Si se produce más de un cambio de signo en los flujos, es posible más de una solución, es decir, puede haber varias TIR.
- El criterio de la TIR asume que los fondos liberados por el proyecto se reinvierten a esa misma tasa, cuando lo lógico es asumir que se invierten a la tasa de oportunidad.

3.5.8. Periodo de recuperación de la inversión (PRI)

El PRI es uno de los métodos que en el corto plazo puede tener el favoritismo de algunas personas a la hora de evaluar las inversiones, consiste en medir el plazo de tiempo que se requiere para que los flujos netos de efectivo de una inversión recuperen su costo (UNEG (2013), para este proyecto el PRI es de 11 meses 16 días.

$$\text{PRI} = \frac{\text{Inversión Neta}}{\text{Utilidad Anual}} \quad \text{PRI} = \frac{386139,41}{415050,85} \quad \text{PRI} = 0,9303$$

3.5.9. Índice de liquidez

Este índice relaciona los activos corrientes frente a los pasivos de la misma naturaleza, cuanto más alto sea el coeficiente, la empresa tendrá mayores posibilidades de efectuar sus pagos a corto plazo.

La liquidez corriente muestra la capacidad de las empresas para hacer frente a sus vencimientos de corto plazo, estando influenciada por la composición del activo circulante y las deudas a corto plazo, por lo que su análisis periódico permite prevenir situaciones de liquidez y posteriores problemas de insolvencia en la empresa (UNEG (2013).

Nos permite conocer que cada dólar de deuda a corto plazo el proyecto tiene 5,56 de activo corriente para hacer frente a las obligaciones.

$$\text{Liquidez} = \frac{\text{Activo Corriente}}{\text{Pasivo Corriente}}$$
$$\text{Liquidez} = \frac{41247,167}{72983,17} = 0,56516$$

3.5.10. Índice de estructura financiera

Este índice permite determinar el nivel de autonomía financiera. Cuando el índice es elevado indica que la empresa depende mucho de sus acreedores y dispone de una limitada capacidad de endeudamiento, o lo que es lo mismo, se está descapitalizando y funciona con una estructura financiera más arriesgada (UNEG (2013)). Por el contrario, un índice bajo representa un elevado grado de independencia de la empresa frente a sus acreedores

$$\text{Endeudamiento} = \frac{\text{Ventas Deuda Total}}{\text{Activo Total}}$$

$$\text{Endeudamiento} = \frac{118528,867}{363989,2167}$$

$$\text{Endeudamiento} = 0,325638402$$

Por otro lado el apalancamiento se interpreta como el número de unidades monetarias de activos que se han conseguido por cada unidad monetaria de patrimonio. Es decir, determina el grado de apoyo de los recursos internos de la empresa sobre recursos de terceros

$$\text{Apalancamiento} = \frac{\text{Activo Total}}{\text{Patrimonio}}$$

$$\text{Apalancamiento} = \frac{363989,2167}{172477,1797}$$

$$\text{Apalancamiento} = 2,110361599$$

Dicho apoyo es procedente si la rentabilidad del capital invertido es superior al costo de los capitales prestados; en ese caso, la rentabilidad del capital propio queda mejorada por este mecanismo llamado “efecto de palanca”. En términos generales, en una empresa con un fuerte apalancamiento, una pequeña reducción del valor del activo podría absorber casi totalmente el patrimonio; por el contrario, un pequeño aumento podría significar una gran revalorización de este patrimonio (UNEG (2013)).

3.5.11. Índice de rentabilidad

Esta muestra la utilidad de la empresa por cada unidad de venta. Se debe tener especial cuidado al estudiar este indicador, comparándolo con el margen ocupacional, para establecer si la utilidad procede principalmente de la operación propia de la empresa, o de otros ingresos

diferentes. La inconveniencia de estos últimos se deriva del hecho que estos tipos de ingresos tienden a ser inestables o esporádicos y no reflejan la rentabilidad propia del negocio

Debido a que este índice utiliza un valor de la utilidad neta, pueden registrarse valores negativos.

$$\text{Margen Neto en Ventas} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Ventas}}$$

$$\text{Margen Neto en Ventas} = \frac{260847,028}{611207,5}$$

$$\text{Margen Neto en Ventas} = 0,426773278$$

La rentabilidad del patrimonio, permite identificar la rentabilidad que le ofrece a los socios o accionistas el capital que han invertido en la empresa, sin tomar en cuenta los gastos financieros ni de impuestos y participación de trabajadores. Por lo tanto, para su análisis es importante tomar en cuenta la diferencia que existe entre este indicador y la rentabilidad financiera, para conocer cuál es el impacto de los gastos financieros e impuestos en la rentabilidad de los accionistas (UNEG (2013)).

$$\text{Rentabilidad del Patrimonio} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Patrimonio}}$$

$$\text{Rentabilidad del Patrimonio} = \frac{260847,028}{172477,1797}$$

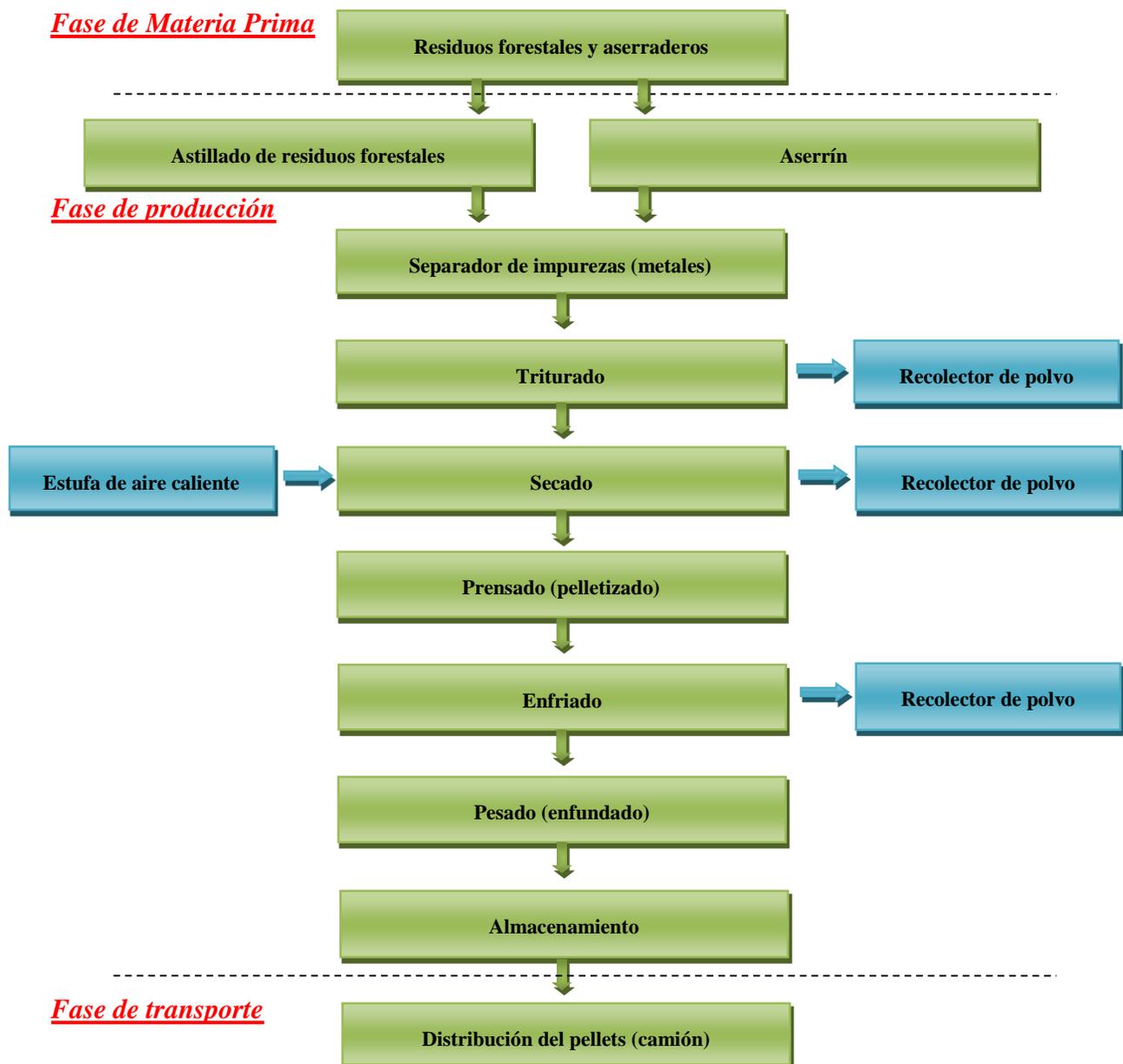
$$\text{Rentabilidad del Patrimonio} = 1,512356757$$

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Flujograma del proceso de producción de pellets

A continuación observamos el diagrama de flujo para la producción de pellets de acuerdo a los equipos y máquinas de la tecnología propuesta por la empresa, Anyang GEMCO Energy Machinery Co, Ltd.



4.2. Determinación del tamaño de la planta

Se refiere a la capacidad instalada del proyecto, y se expresa en unidades de producción por año. Existen otros indicadores indirectos, como el monto de la inversión, el monto de ocupación efectiva de mano de obra o algún otro de sus efectos sobre la economía. Se considera óptimo cuando opera con los menores costos totales o la máxima rentabilidad económica. (Baca, 2010)

4.2.1. Relación tamaño – materia prima

Los volúmenes y las características de las materias primas, así como la localización de las áreas de distribución de las mismas son los factores que se toman en cuenta para ajustar el tamaño de la planta (Castillo R. Torres T. 2016). De acuerdo a lo determinado en el capítulo II en el potencial biomásico del pigüe en la provincia de Pastaza, que es de 2444,83 toneladas al año (Tabla 3) de materia prima. De acuerdo al análisis de localización de la planta se determinó que la mano de obra no resulta significativa como limitante puesto que existe mano de obra calificada sobretudo en la provincia de Pastaza que podría trabajar en la planta de producción, sea cual sea el tamaño. Finalmente los recursos de agua y luz que se utilizarán están disponibles en la ciudad de Puyo en la medida que se requieran y tampoco son limitantes.

Tabla 3. Capacidad de producción de la planta

MATERIA PRIMA (ASERRIN, CANTEADO)	TONELADAS	METROS CUBICOS
Año	2444,83	16624,844
Mes	203,74	1385,403
Día	10,19	69,270
Hora	1,273	8,658

Fuente: Elaboración propia

La capacidad de producción de pellets que se plantea en este proyecto es de 1 – 1.5t/h como se muestra en la (Figura 15), requiere de un espacio de 864m²; espacio para la recepción de las materias primas es de 400m² y el espacio para el almacenamiento del producto final 200m², Con un tamaño total de 1464 m².

4.2.2. Distribución de la planta

A continuación, en la (Figura 15) se ilustra el proceso y una distribución tentativa para el posicionamiento de las maquinas, por lo que se determina que el espacio físico óptimo para el posicionamiento de ellas, es de un área de 864 m², obtenido de acuerdo a un largo de 48m y el ancho de 18m.

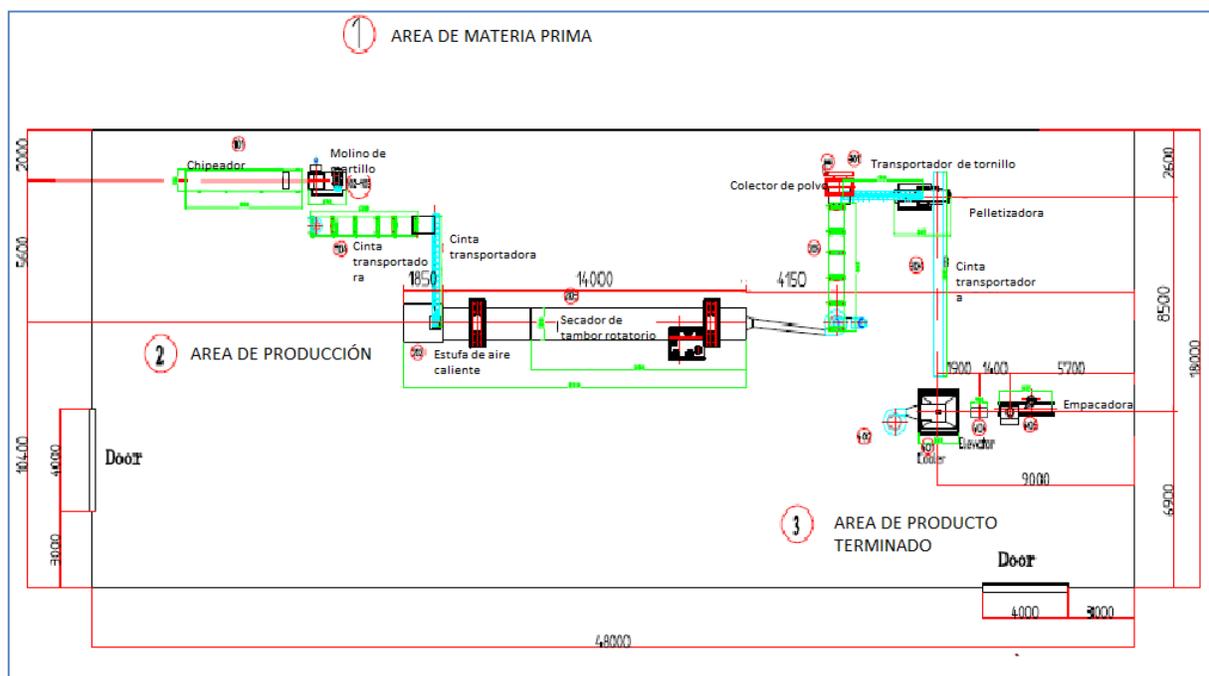


Figura 15. Distribución de la planta procesadora de pellets.

Fuente: Anyang GEMCO Energy Machinery Co.,Ltd (2018).

4.3. Estudio Financiero

El análisis de costos permitirá evaluar la viabilidad económica y el retorno de inversión.

$$\text{Inversión} = \text{Activos fijos} + \text{Capital de trabajo}$$

La inversión fija es el capital invertido para la adquisición de activos fijos que se usarán en el proceso de pelletización o servirán para apoyar la operación o los gastos de elaboración del proyecto.

En ello, se consideran dos rubros importantes:

- Inversión fija tangible: incluye terrenos, obras físicas, maquinaria, equipos e

instalaciones.

- Inversión fija intangible: están incluidos los trabajos de investigación y estudios afines, derechos, permisos, tecnología e ingeniería, puesta en marcha, organización y la administración, capacitación a personal, asistencia técnica, y contingencias que se puedan visualizar en el desarrollo.

Casi todos los activos son susceptibles de depreciación o amortización.

En la (Tabla 4) se detalla el costo de la materia prima; que por cada tonelada de aserrín, corteza y canteado de pigüie será de \$10.00, con un total anual de \$24448,3 los proveedores serán los aserraderos detallados en el inventario en el capítulo II.

Tabla 4. Costos de la Materia Prima

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U \$	TOTAL
ASERRIN	TONELADAS	1134,18	10	11341,8
CANTEADO Y CORTEZA	TONELADAS	1310,65	10	13106,5
TOTAL DE MATERIA PRIMA (expresado en dólares)				24448,3

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo de los materiales a utilizar se tomó en cuenta que se laborarán 240 días al año en un solo turno de ocho horas diarias.

Tabla 5. Materiales e insumos

Materiales	Cantidad	P.U \$	Sub. Total diario \$	Días/año	Total anual \$
Sacos de polipropileno	162988,667	0,1	67,912	240	16298,9
TOTAL \$					16298,9

Fuente: Elaboración propia

Para el suministro de servicios básicos, en el caso del agua y desagüe, se ha tomado en cuenta el servicio estándar de EMAPAST para la planta. La energía eléctrica se calculó el requerimiento en base al régimen comercial especificado por la empresa eléctrica AMBATO S.A.

Tabla 6. Suministros y servicios básicos

Servicios Básicos	Cantidad	P.U \$	Sub. Total diario \$	Días/año	Total anual \$
Energía (KW/H)	139	0,16	22,24	240	5337,6
Teléfono e Internet					360,0
Sub. total \$					5697,6
Agua (L)	120	0,01	1,2	240	288,0
Total \$					5985,6

Fuente: Elaboración propia

Los costos de por mano de obra se considera personal calificado para el buen funcionamiento de la planta de producción, previamente capacitada y certificada.

Por otro lado se considera el sueldo de seis personas que laboran un turno diario de ocho horas, calculado mensualmente con sus respectivos seguros para un año.

Tabla 7. Costos por mano de obra

DENOMINACIÓN	Nº	V. UNITARIO	C.U. MENSUAL	C.U. ANUAL \$
Gerente	1	1000	1000	12000
Jefe de administración, finanzas, recursos humanos y abastecimiento	1	800	800	9600
Chofer	1	500	500	6000
Operarios	3	450	1350	16200
Seguros	6	94.41	566,5	6798
TOTAL				50598

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Costos de producción anual

DESCRIPCION	PARCIAL	SUBTOTAL	TOTAL
COSTOS DIRECTOS		91863,2	91863,2
MATERIA PRIMA	24448,3		
MATERIALES REQUERIDOS	16298,9		
HERRAMIENTAS	518,0		

MANO DE OBRA DIRECTA	50598,0		
COSTOS INDIRECTOS		6480,0	6480,0
SEGUROS DE PLANTA	360,0		
MANO DE OBRA INDIRECTA	6120,0		
TOTAL			98343,2

Fuente: Elaboración propia

En la (Tabla 9) se da a conocer los costos de producción, administración, gastos de ventas y gastos financieros.

Tabla 9. Estructura de costos

CONCEPTO	FIJO	VARIABLE	TOTAL
1. COSTOS DE PRODUCCION	57596,0	40747,2	98343,2
COSTOS DIRECTOS		40747,2	
MATERIA PRIMA		24448,3	
MATERIALES REQUERIDOS		16298,9	
HERRAMIENTAS	518,0		
MANO DE OBRA DIRECTA	50598,0		
COSTOS INDIRECTOS	6480,0		
SEGUROS DE PLANTA	360,0		
MANO DE OBRA INDIRECTA	6120,0		
2. COSTOS DE ADMINISTRACION			42220,1
GASTOS DE ADMINISTRACION	42220,1		
UTILES DE ASEO	44,5		
MATERIAL DE OFICINA	35,1		
SERVICIOS BÁSICOS	5985,6		
GASTOS DE ORGANIZACIÓN	480,0		
DEPRECIACIÓN	35675,0		
3, COSTOS DE VENTA	10200,0		10200,0
GASTOS DE VENTA	10200,0		
TRANSPORTES	3000,0		
VENDEDOR	7200,0		
4, COSTOS FINANCIEROS			51272,4
GASTOS FINANCIEROS	51272,4		
INTERESES	51272,4		
(=) COSTO TOTAL	161288,5	40747,2	202035,7

Fuente: Elaboración propia

Se ha considerado que todo lo que se produce se vende, el costo por cada kg de pellet producido es de \$0.25 enfundado en bolsas de 15 kg, además se tomó un horizonte de cinco años.

Tabla 10. Precios del producto pellets en fundas de 15 kg.

AÑOS	PRODUCTO	CANTIDAD	PRECIO/U	TOTAL
1	PELLETS (FUNDAS 15 KG)	162.988,67	3,75	611207,50
2	PELLETS (FUNDAS 15 KG)	186.263,45	3,75	698487,93
3	PELLETS (FUNDAS 15 KG)	206.212,26	3,75	773295,99
4	PELLETS (FUNDAS 15 KG)	219.822,27	3,75	824333,52
5	PELLETS (FUNDAS 15 KG)	234.330,54	3,75	878739,54

Fuente: Elaboración propia

Se realiza la actualización de los resultados anuales según el flujo de fondo de evaluación económico y el costo promedio de capital para calcular el VAN, la TIR, el indicador Beneficio / Costo y el período de recupero. A continuación se presentan los indicadores financieros.

4.3.1. Punto de equilibrio.

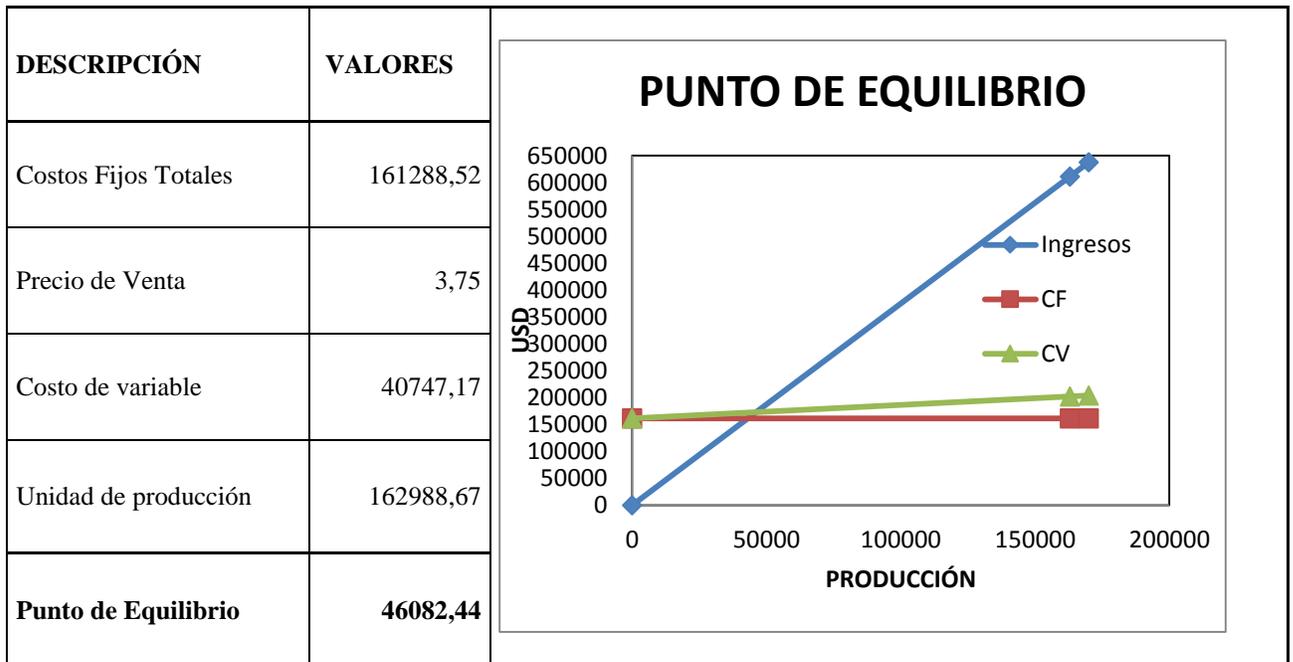
De acuerdo al punto de equilibrio nos da a conocer que en 46082,44 unidades producidas ya podremos estar teniendo ganancias, sin embargo no toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo (Copyright , 2000).

Tabla 11. Resumen de costos para punto de equilibrio

RUBROS	FIJO	VARIABLE	TOTAL
COSTOS DE PRODUCCION	57596,0	40747,2	98343,2
COSTOS DE ADMINISTRACION	42220,1		
COSTOS DE VENTAS	10200,0		
COSTOS FINANCIEROS	51272,4		
TOTAL	161288,5	40747,2	202035,7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Punto de equilibrio



Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Indicador financiero VAN y TIR

4.3.2.1. Calculo del VAN

Método de evaluación usado para medir el valor presente neto del proyecto a través de la actualización de los flujos netos y costos.

Tabla 13. Indicador financiero TIR y VAN

Años	Ingresos Netos	I. Actualizados (40%)	Egresos Netos	E. Actualizados (40%)	Flujo Actualizado
0			386139,4	386139,408	-386139,4
1	611207,5	436576,8	202035,7	144311,2	292265,6
2	698487,9	356371,4	215493,9	109945,9	246425,5
3	773296,0	281813,4	224907,1	81963,2	199850,2
4	824333,5	214580,8	227372,3	59186,9	155393,9
5	878739,5	163387,9	229453,5	42663,3	120724,6
		1452730,3		824209,9	

Fuente: Elaboración propia

El VAN se determinó a partir del flujo de caja económico, utilizando la inversión total y los flujos netos actualizados. En este caso el proyecto dio como resultado un VAN económico de \$ 628520,4

Que el flujo descontado de los ingresos supere el flujo descontado de los costos. Como el centro de atención es el resultado de beneficios menos costos, el análisis se efectúa en torno a cero.

La TIR del flujo de caja puro es de 55%, es mayor a la tasa de costo de capital (rendimiento mínimo exigido), por lo tanto como $TIR > K$ ($20\% > 18\%$), el proyecto debe realizarse (Copyright , 2000).

1.8 nos indica la utilidad que tendremos por cada dólar invertido que es de 0.80 dólares.

4.3.3. Periodo de recuperación de la inversión (PRI)

El plazo de tiempo que se requiere para que los flujos netos de efectivo de la inversión se recupere su costo, para este proyecto el PRI es de 11 meses 16 días, con lo cual podemos decir q es relativamente corto el tiempo de recuperación de la inversión relacionado a la inversión con la utilidad anual.

4.3.4. Relación beneficio costo

Si los beneficios (ingresos) son mayores a los sacrificios (egresos), en consecuencia, el proyecto generará riqueza a una comunidad. Si el proyecto genera riqueza con seguridad tendrá consigo un beneficio social. En este estudio de prefactibilidad el resultado es de 1, 039.

El resultado es mayor que 1, significa que los ingresos netos son superiores a los egresos netos, por tal razón sería factible ejecutar proyecto (Cabrera T, 2013).

4.3.5. Índice de liquidez

De acuerdo al estudio de prefactibilidad el índice de liquidez es de 5,56 de activo corriente, lo cual, muestra la capacidad de la empresa para hacer frente a sus vencimientos de corto plazo, está influenciada por la composición del activo circulante y las deudas a corto plazo, por lo que es necesario realizar análisis periódico lo cual permite prevenir situaciones de liquidez y posteriores problemas de insolvencia en la empresa (UNEG 2013)

Índice de estructura financiera

El índice de estructura financiera nos da a conocer por cada dólar que se tiene en el activo está financiado con \$0,32 centavos de dólar de deuda.

Por cada dólar invertido en el patrimonio ha generado \$2,11 veces dólares en activos.

4.3.6. Índice de rentabilidad

El margen neto en ventas es que por cada dólar de las ventas obtendremos \$0,42 centavos de utilidad, dando un resultado positivo en la rentabilidad más no negativo según (UNEG (2013).

Rentabilidad del patrimonio. Por cada dólar invertido en el patrimonio ha generado \$1,5 dólares de utilidad, esto comparado con la rentabilidad financiera nos hace ver que el impacto en los gastos financieros e impuestos es positiva para la rentabilidad de los accionistas. (UNEG (2013).

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones

- El diagrama de flujo propuesto fue de acuerdo los estándares de calidad para la elaboración de pellets y de los equipos, maquinaria y materiales cotizados.
- El dimensionamiento de la planta se ha considerado un área de 864 m², para una capacidad de producción de 8,658 m³ de materia fresca y lograr obtener 1,273 toneladas de pellets/hora.
- La tecnología propuesta con sus respectivos equipos y maquinas en este proyecto de inversión y su prefactibilidad fueron cotizados a la empresa Anyang GEMCO Energy Machinery Co. Ltd (2018), con garantía de 15 años.
- Permitió realizar el estudio y evaluación financiero, dando como resultado de un VAN de 628520,4 dólares, la RBC de 1,8 dólares, esto significa que por cada dólar invertido se recupera 0,80 centavos de dólar, un TIR de 55 % y un periodo de recuperación de capital de 11 meses con 16 días.
- De acuerdo a este análisis de prefectabilidad es de interés para el desarrollo y aprovechamiento de los residuos maderables y sin embargo debo mencionar que se aprovecha el residuo en un 5% del total de la biomasa disponible de la provincia como base para la instalación de planta pelletizadora y que sea un referente de producción en la provincia de Pastaza.

5.2. Recomendaciones

- Si se aumenta la producción o demanda la planta tendrá que incrementarse si se quiere abarcar un mayor mercado; es por ello que se recomienda considerar la opción de aumentar un turno de trabajo.
- Es necesario si se quiere lograr un posicionamiento tangible del producto, que se incremente la inversión en marketing y publicidad de tal manera que aumente la demanda prevista y así aprovechar al máximo la capacidad instalada y la inversión en

infraestructura y máquinas.

- La capacitación constante a todo el personal de la planta en sistemas de gestión de calidad y buenas prácticas de manufacturación con el fin de lograr altos estándares de calidad.
- Al presente estudio se debería profundizar y elaborar un estudio de factibilidad, dado que pueden haber inversionistas interesados en el proyecto.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFÍA

Arpi Trujillo, J. E., & Calderón Toral, C. S. (2010). *Diseño de una máquina pelletizadora en base a la disponibilidad de residuos madereros de la ciudad de Cuenca para su aprovechamiento energético*. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca. Recuperado de: https://scholar.google.com/ec/scholar?q=Dise%C3%B1o+de+una+m%C3%A1quina+pelletizadora+en+base+a+la+disponibilidad+de+residuos+madereros+de+la+ciudad+de+Cuenca+para+su+aprovechamiento+energ%C3%A9tico&btnG=&hl=es&as_sdt=0%2C5.

Visitado el 5 de enero del 2018.

Arturo Jiménez Gutiérrez. (2003). *Diseños de procesos de ingeniería química* pp. 38–56.

BUREBA, D. B. S. L.-P. D. S. G. (2012). *Fabricación de pellets* (pp. 23). Brucellas.

Cabrera Tania, (2013). Punto de equilibrio y relación beneficio costo. <https://es.slideshare.net/sergioluisgarcia/punto-de-equilibrio-y-relacion-beneficio-costo>. Visitado el 2 de febrero del 2018.

Cardenas J. (2016), “*Pelletización del Aserrín de Pigüe (Pollalesta discolor) para Fines Energéticos en la Provincia de Pastaza*” Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero agroindustrial.

Castillo R. Torres T. (2016). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de jabón líquido a base de jaboncillo de campo (*cucumis dipsaceus*) http://renati.sunedu.gob.pe/bitstream/sunedu/81463/1/Castillo_Sifuentes_Ricardo.pdf. Visitado el 1 de febrero del 2018.

Chang Chumpen, A. A., & Del Aguila Vela, T. A. (2013). *Estudio de factibilidad para la fabricación de pellets de madera a partir de un subproducto de la industria maderera peruana*. Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, Lima. Recuperado de: http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/1157/1/chang_caa.pdf Visitado el: 4 de enero del 2018.

Constituyente, A. N. (2008 p.46). *Constitución de la República del Ecuador*. Montecristi:

Asamblea Nacional Constituyente.

Copyright, 2000. Sociedad Latinoamericana para la Calidad. All rights reserved.
<https://es.slideshare.net/mcdonosol27/herramientas-solucion-de-problemas>. Visitado el 2 de febrero del 2018.

Damien, A., Madrid Cenzano, A., Madrid Cenzano, J., Lopez Gomez, A., y Madrid Vicente, A. (Eds.). (2010). *La biomasa: Fundamentos, tecnologías y aplicaciones*.

Erazo, G., Izurieta, J. C., Cronkleton, P., Larson, A., y Putzel, L. (2014). *El uso de Pigüe (Piptocoma discolor) por los pequeños productores de Napo, Ecuador: Manejo sostenible de una especie pionera de madera para los medios de vida locales*. (Vol. 26): CIFOR.

Gonzales J. (2015) *Evaluación del Pigüe como fuente biomásica de energía en la provincia de Pastaza de la Amazonía Ecuatoriana*.

Gómez, E.A., Ríos. L.A., Peña, J.D. (2012). *Madera, un potencial material lignocelulósico para la producción de biocombustibles en Colombia*. Vol.23(6), pp.73-86.

INEN. (2005). *Tableros de madera aglomerada contrachapada y de fibras de madera (MDF)*. Recuperado de: <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0896.2005.pdf>. Visitado el: 4 de enero del 2018.

Juan J. Aldunate,. *Plan de negocios para una fábrica de pellets de madera en Chile*, recuperado de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/137547/Plan-de-negocios-para-una-fabrica-de-pellets-de-madera-en-Chile.pdf?sequence=1>. Visitado:

Katie Fletcher. (2016) European Biomass Association releases 2016 bioenergy outlook, <http://biomassmagazine.com/articles/13837/european-biomass-association-releases-2016-bioenergy-outlook>. Visitado el 1 de febrero del 2018

Lipsia. (2011). *Avalan el origen de la materia prima, la calidad de los pellets y el compromiso social de Lipsia*. 8.

Llambí, L., Tocancipá-Falla, J., Pardo, D., Merino, T., Vargas, J. R., Vargas, J. C., y Soria, R. (2016). *Estado Prurinacional, Interculturalidad y Derechos de la Naturaleza. Los retos de la Amazonía Ecuatoriana*. Puyo: Universidad Estatal Amazónica.

Madrid Vicente, A. (2012). *La biomasa y sus aplicaciones energéticas*: Madrid. Díaz de Santos (P.24).

Marin L. (2015), *Formulación y evaluación de proyecto de fábrica de pellets de madera en la región de los lagos*. Visitado: 3 de enero del 2018.

Max S. Peters, Klaus D. Timmerhaus, *Plant design and economics for chemical engineers (fourth edition)* pp. 150.

Municipal, P. G. (2017). Ordenanzas Municipales. Puyo: Retrieved from <http://www.puyo.gob.ec/municipalidad/ordenanzas.html>. Visitado: 17 de noviembre del 2017.

Pérez M. (2016) “*Estimación del potencial biomásico del aserrín de pigüe, (pollalesta discolor) como materia prima energética en la provincia de Pastaza.*” Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero agroindustrial

Portero Jijón, A. M. (2014). *Análisis térmico del proceso de peletizado del aserrín de madera de eucalipto (eucaliptus globulus labill) y copal (dacryodes olivifera cuatrecasas) y su influencia sobre la friabilidad de los pellets*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato. Recuperado

de:https://scholar.google.com.ec/scholar?q=AN%C3%81LISIS+T%C3%89RMICO+DEL+PROCESO+DE+PELETIZADO+DEL+ASERR%C3%8DN+DE+MADERA+DE+EUCALIPTO+%28EUCALIPTUS+GLOBULUS+LABILL%29+Y+COPAL+%28DACRYODES+OLIVIFERA+CUATRECASAS%29+Y+SU+INFLUENCIA+SOBRE+LA+FRIABILIDAD+DE+LOS+PELLETS.ybtnG=yhl=esyas_sdt=0%2C5. Visitado el: 7 de enero del 2018

Soto, G., y Núñez, M. (2008). *Fabricación de pellets de carbonilla, usando aserrín de pinus radiata (D. Don), como material aglomerante*. Maderas. Ciencia y tecnología, 10(2), 129-137.

UNEG (2013). Tabla de indicadores financieros <https://es.slideshare.net/orlandooliva/tablas-formulas-y-conceptos>. Visitado el 17 de enero de 2018.

Yánquez, G. G. (2012). *Diseño de una planta de peletización en Castilla y León*. Universidad Carlos III de Madrid. Recuperado de: http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/14463/PFC_Guillermo_Gonzalez_Yanquez.pdf?sequence=2. Visitado el: enero del 2018.

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Tabla 14. Costos de producción total

CONCEPTO	PARCIAL	SUBTOTAL	TOTAL
1. COSTOS DE PRODUCCION			98343,17
COSTOS DIRECTOS		91863,2	
MATERIA PRIMA	24448,3		
MATERIALES REQUERIDOS (insumos+envases)	16298,9		
HERRAMIENTAS	518,0		
MANO DE OBRA DIRECTA	50598,0		
COSTOS INDIRECTOS		6480,0	
SEGUROS DE PLANTA	360,0		
MANO DE OBRA INDIRECTA	6120,0		
2. COSTOS DE ADMINISTRACION			42220,1
GASTOS DE ADMINISTRACION		42220,1	
UTILES DE ASEO	44,5		
MATERIALES DE OFICINA	35,1		
SERVICIOS BÁSICOS	5985,6		
GASTOS DE ORGANIZACIÓN	480,0		
DEPRECIACIÓN	35675,0		
3. COSTOS DE VENTA			10200,0
GASTOS DE VENTA		10200,0	
TRANSPORTE	3000,0		
VENDEDOR	7200,0		
4. COSTOS FINANCIEROS			51272,4
GASTOS FINANCIEROS		51272,4	
INTERESES	51272,4		
(=)COSTO TOTAL	202035,7	202035,7	202035,7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15. Costo total proyectado en cinco años

	1	2	3	4	5
CONCEPTO	0	14,28%	10,71%	6,60%	6,60%
1. COSTOS DE PRODUCCION	98343,2	112386,6	124423,2	132635,1	141389,0
COSTOS DIRECTOS	91863,2	104981,2	116224,7	123895,5	132072,7
MATERIA PRIMA	24448,3	27939,5	30931,8	32973,3	35149,6
MATERIALES (ENVASES)	16298,9	18626,3	20621,2	21982,2	23433,1
HERRAMIENTAS	518,0	592,0	655,4	698,6	744,7
MANO DE OBRA DIRECTA	50598,0	57823,4	64016,3	68241,4	72745,3
COSTOS INDIRECTOS	6480,0	7405,3	8198,5	8739,6	9316,4
SEGUROS DE PLANTA	360,0	411,4	455,5	485,5	517,6
MANO DE OBRA INDIRECTA	6120,0	6993,9	7743,0	8254,0	8798,8
2, COSTOS DE ADMINISTRACION					
GASTOS DE ADMINISTRACION	42220,1	48249,2	53416,6	56942,1	60700,3
UTILES DE ASEO	44,5	50,9	56,3	60,0	64,0
MATERIAL DE OFICINA	35,1	40,1	44,4	47,3	50,4
SERVICIOS BÁSICOS	5985,6	6840,3	7572,9	8072,8	8605,6
GASTOS DE ORGANIZACIÓN	480,0	548,5	607,3	647,4	690,1
DEPRECIACIÓN	35675,0	40769,3	45135,7	48114,7	51290,3
3, COSTOS DE VENTA					
GASTOS DE VENTA	10200,0	11656,6	12905,0	13756,7	14664,6
TRANSPORTES	3000,0	3428,4	3795,6	4046,1	4313,1
VENDEDOR	7200,0	8228,2	9109,4	9710,6	10351,5
4, COSTOS FINANCIEROS					
GASTOS FINANCIEROS	51272,4	43201,6	34162,4	24038,4	12699,5
INTERESES	51272,4	43201,6	34162,4	24038,4	12699,5
(=)COSTO TOTAL	202035,7	215493,9	224907,1	227372,3	229453,5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Calculo de la depreciación de los activos fijos

No	DESCRIPCIÓN	VIDA	VALOR	%	AÑOS					VALOR RESIDUAL
					1	2	3	4	5	
		UTIL								
1	Inmuebles	20	162163,0	5,0	8108,2	8108,2	8108,2	8108,2	8108,2	121622,3
2	Equipos de Oficina	5	1586,0	20,0	317,2	317,2	317,2	317,2	317,2	0,0
3	Maquinarias	15	111460,0	10,0	11146,0	11146,0	11146,0	11146,0	11146,0	55730,0
4	Herramientas	5	518,0	20,0	103,6	103,6	103,6	103,6	103,6	0,0
5	Vehículo	5	80000,0	20,0	16000,0	16000,0	16000,0	16000,0	16000,0	0,0
	TOTAL		355727,0		35675,0	35675,0	35675,0	35675,0	35675,0	177352,3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Fuentes de financiamiento

FUENTE	INVERSION	%	CAPITAL DE TRABAJO	TRABAJO %	TOTAL
APORTE PRIVADO	96.138,37	26%	30.458,27	16,54	126596,64
FONDOS PUBLICOS	273624,59	74%	153645,45	83,46	427270,04
TOTAL	369.762,96	100%	184.103,72	100,00	553866,68

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Amortización

PERÌODO	DEUDA	INTERES	AMORTIZACIÒN	CUOTA FIJA
0	427270,0			
1	360013,6	51272,4	67256,5	118528,9
2	284686,3	43201,6	75327,2	118528,9
3	200319,8	34162,4	84366,5	118528,9
4	105829,3	24038,4	94490,5	118528,9
5	0,0	12699,5	105829,3	118528,9
TOTALES:		165374,3	427270,0	592644,3

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Inversión total

RUBRO	COSTO PARCIAL	COSTO TOTAL
INVERSIONES FIJAS		362.608,46
CONSTRUCCIÓN PLANTA	162163,0	
INSTALACIONES (agua, luz)	2690,0	
MAQUINARIA	113564,0	
HERRAMIENTAS	518,0	
MUEBLES Y EQUIPOS-OFICINA	80000,0	
IMPREVISTOS 1,5 %	3673,5	
ACTIVOS INTANGIBLES		7154,5
ESTUDIOS PROYECTO	4200,0	
GASTOS DE ORGANIZACIÓN	480,0	
ASISTENCIA TÉCNICA	1500,0	
GASTOS DE PATENTES	800,0	
OTROS 2,5 %	174,5	
TOTAL INVERSIONES FIJAS		369763,0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Inversión total

RUBRO	PARCIAL	TOTAL
CAPITAL DE TRABAJO		184103,72
CAJA -BANCOS	500,0	
MATERIA PRIMA	24448,3	
MATERIALES REQUERIDOS (insumos+envases)	16298,9	
DEPRECIACIÓN	35675,0	
MANO DE OBRA	50598,0	
SEGUROS DE PLANTA	360,0	
SERVICIOS BÁSICOS	5985,6	
INVERSION TOTAL		553866,68

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Estado de pérdidas y ganancias proyectados en cinco años

		14,28%	10,71%	6,60%	6,60%
RUBROS / AÑOS	1	2	3	4	5
Ventas netas	611207,5	698487,9	773296,0	824333,5	878739,5
Costos de producción	98343,2	112386,6	124423,2	132635,1	141389,0
Utilidad bruta	512864,3	586101,4	648872,8	691698,4	737350,5
Costos de administración	42220,1	56152,8	64014,1	76817,0	85266,8
Costo de ventas	10200,0	13566,0	15465,2	18558,3	20599,7
Costo financiero	51272,4	43201,6	34162,4	24038,4	12699,5
Utilidad neta 22% ant. Imp.	409171,8	473181,0	535231,1	572284,8	618784,5
Impuestos	90017,8	118295,2	133807,8	143071,2	154696,1
Utilidad después de impuestos	319154,0	354885,7	401423,3	429213,6	464088,3
Repartición del 15% utilidades	47873,1	53232,9	60213,5	64382,0	69613,3
Utilidad neta total	271280,9	301652,9	341209,8	364831,5	394475,1

Fuente: Elaboración propia

En base a las utilidades netas calculadas en el estado de resultados, se calculó el flujo de caja proyectado en cinco años

Tabla 22. Flujo neto de caja proyectado en cinco años

RUBROS / AÑOS	0	1	2	3	4	5
Ventas netas		611207,5	698487,9	773296,0	824333,5	878739,5
Costos de producción		98343,2	112386,6	124423,2	132635,1	141389,0
Utilidad bruta		512864,3	586101,4	648872,8	691698,4	737350,5
Costos de administración		42220,1	56152,8	64014,1	76817,0	85266,8
Costo de ventas		10200,0	13566,0	15465,2	18558,3	20599,7
Costo financiero		51272,4	43201,6	34162,4	24038,4	12699,5
Utilidad neta 25% ant. Imp.		409171,8	473181,0	535231,1	572284,8	618784,5
Impuestos		102293,0	118295,2	133807,8	143071,2	154696,1

Utilidad después de impuestos		306878,9	354885,7	401423,3	429213,6	464088,3
Repartición del 15% utilidades		46031,8	53232,9	60213,5	64382,0	69613,3
Utilidad neta total		260847,0	301652,9	341209,8	364831,5	394475,1
Depreciación		35675,0	35675,0	35675,0	35675,0	35675,0
Amortización		118528,9	118528,9	118528,9	118528,9	118528,9
Inversión fija	161288,5					
Intangibles	40747,2					
Capital de trabajo						184103,7
Recuperación del cap. De T.	184103,7					
FLUJO NETO EFECTIVO	386139,4	415050,8	455856,7	495413,6	519035,4	548678,9

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Estado de pérdidas y ganancias

ACTIVOS

ACTIVOS CORRIENTES	
Caja-Bancos	500,00
Inventarios-Materiales	40747,17
Total activo corriente	41247,17
ACTIVOS FIJOS	
Instalaciones	2690,00
Construcciones	162163,00
Herramientas + Maquinaria	113564,00
Equipos manejo.	80000,00
Depreciación	35674,95
ACTIVO NOMINAL	7154,50
TOTAL ACTIVOS FIJOS	322742,05
TOTAL ACTIVOS	363989,22

PASIVOS

PASIVOS CORRIENTES	
Cuentas por pagar	16265,17
Sueldos Acum. X pagar	56718,00
Total Pasivo Corriente	72983,17
PASIVO A L/P	
Préstamo por pagar	67256,46
Intereses por pagar	51272,40
Total pasivo L/p	118528,87
TOTAL PASIVO	191512,04
PATRIMONIO	
Capital	-95222,92
Utilidades	260847,03
Reservas Inv. Planta	6853,07
TOTAL PATRIMONIO	172477,18
TOTAL PASIVO Y PATR.	363989,22

Fuente: Elaboración propia