



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA FABRICACIÓN DE
PELLETS DE MADERA A PARTIR DE UN SUBPRODUCTO DE
LA INDUSTRIA MADERERA PERUANA**

PRESENTADA POR
ALEX ALONSO CHANG CHUMPEN
TEDDY ANDY DEL AGUILA VELA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

LIMA – PERÚ

2013



Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada
CC BY-NC-ND

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA FABRICACIÓN DE
PELETS DE MADERA A PARTIR DE UN SUBPRODUCTO DE
LA INDUSTRIA MADERERA PERUANA**

TESIS

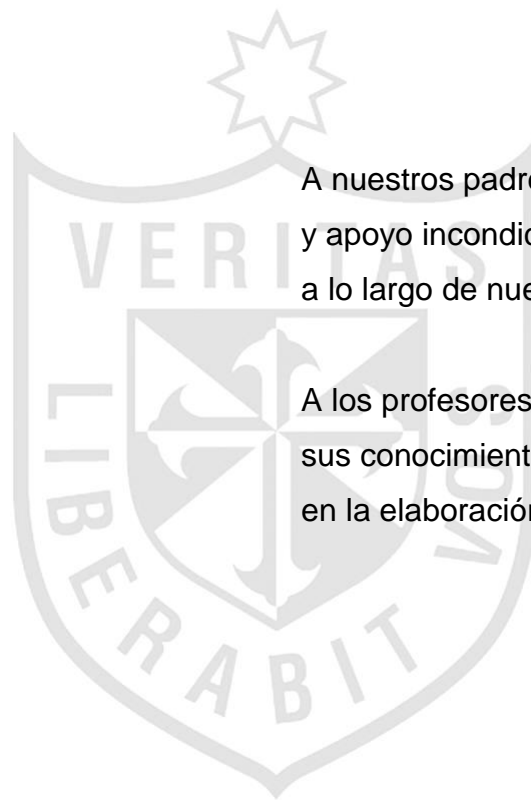
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTADO POR

**CHANG CHUMPEN, ALEX ALONSO
DEL AGUILA VELA, TEDDY ANDY**

LIMA – PERÚ

2013



A nuestros padres por el amor y apoyo incondicional brindado a lo largo de nuestra carrera.

A los profesores que compartieron sus conocimientos y nos guiaron en la elaboración de esta tesis.



ÍNDICE

	Página
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	xv
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	
1.1 Industria Forestal	1
1.2 Residuos de la Industria Forestal	2
1.3 Concepto básico de la madera como combustible	2
1.4 Definición de los pellets de madera	4
1.5 Ventajas de los pellets de madera	5
1.6 Insumo para la producción	6
1.7 Exportación	6
1.8 Proceso de exportación	8
1.9 Constitución de una empresa	10
1.10 Despliegue funcional de la calidad: QFD	11
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	
2.1 Materiales y métodos	13
CAPÍTULO III: ANÁLISIS Y RESULTADOS	
3.1 Estudio de mercado	30
3.2 Disponibilidad de aserrín en Pucallpa	74
3.3 Protocolo para la compra de aserrín	81

3.4 QFD: pellets de madera	82
3.5 Prototipo de pellets de madera	86
3.6 Proceso productivo y máquinas a utilizar en la producción de pellets de madera	98
3.7 Localización de planta	105
3.8 Capacidad de planta	112
3.9 Distribución de planta	116
3.10 Plan de producción	128
3.11 Plan financiero	167
CONCLUSIONES	185
GLOSARIO	187
FUENTES DE CONSULTA	190
ANEXOS	195



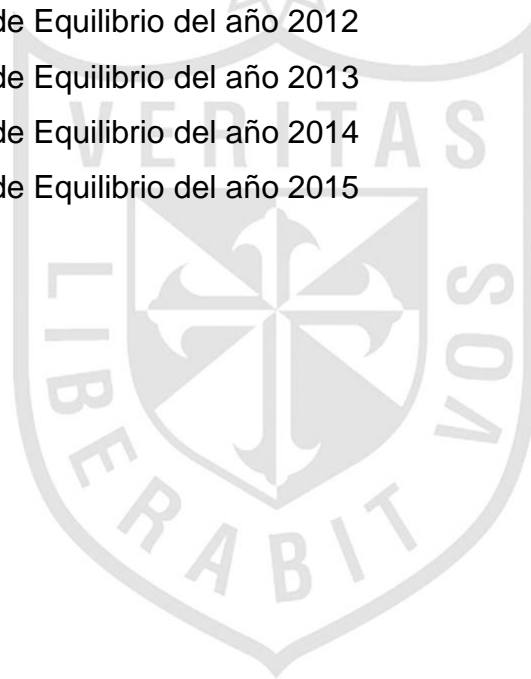
ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1: Pellets de madera	5
Figura 2: Aserrín	6
Figura 3: Estufa para secado	17
Figura 4: Mufla	18
Figura 5: Tamiz	19
Figura 6: Barra y tubo de fierro - 01	20
Figura 7: Barra y tubo de fierro - 02	20
Figura 8: Prensa de dos toneladas de presión	21
Figura 9: Barra de acero	21
Figura 10: Máquina prensadora con barra de aluminio	22
Figura 11: Prensa de Plato caliente	23
Figura 12: Lámina de aluminio	23
Figura 13: Malla metálica	23
Figura 14: Prensa de plato caliente con aserrín	24
Figura 15: Prototipo Shihuahuaco	25
Figura 16: Prototipo Capirona	25
Figura 17: Mufla – Temperatura de ignición	26
Figura 18: Termómetro pistola láser por infrarrojo	27
Figura 19: Aserrín carbonizado	27
Figura 20: Bomba calorimétrica	28
Figura 21: Proyección posible de consumo de pellets de madera	

al año 2020	31
Figura 22: Proyección posible de producción de pellets de madera al año 2020	31
Figura 23: Demanda de los principales países en el mercado de pellets de madera	32
Figura 24: Capacidad, producción y demanda de pellets de madera en U.S.A.	34
Figura 25: Destino de exportaciones de pellets de madera de U.S.A. y Canadá	35
Figura 26: Exportación y demanda nacional de pellets de madera en Canadá	36
Figura 27: Producción y consumo de pellets de madera en la Unión Europea	37
Figura 28: Mercados de pellets de madera en la Unión Europea	38
Figura 29: Data sobre el mercado de pellets en Bélgica	39
Figura 30: Precio de pellets de madera en Bélgica	39
Figura 31: Data sobre el mercado de pellets de madera en Dinamarca	40
Figura 32: Precio de pellets de madera en Dinamarca	40
Figura 33: Data sobre el mercado de pellets de madera en Italia	41
Figura 34: Precio de pellets de madera en Italia	41
Figura 35: Data sobre el mercado de pellets de madera en los Países Bajos	42
Figura 36: Precio de pellets de madera en los Países Bajos	43
Figura 37: Data sobre el mercado de pellets en Suecia	44
Figura 38: Precio de pellet de madera en Suecia	44
Figura 39: Bandera del país de Dinamarca	46
Figura 40: Ubicación de productores en el mapa geográfico de Dinamarca	46
Figura 41: Costo de generar energía de los diferentes recursos (Euro/kWh)	47
Figura 42: Logo DINplus	48
Figura 43: Consumo total de pellets de madera en Dinamarca	50
Figura 44: Segmentación del mercado de pellets de madera	

mostrado en porcentajes	50
Figura 45: Relación producción y consumo de pellets de madera.	52
Figura 46: Pronóstico de la demanda para el sector residencial	59
Figura 47: Estufas utilizadas para la generación de calor por medio de los pellets de madera, Marca: Passat, Modelo: BioHeat 149	60
Figura 48: Dosificación de las estufas con los pellets de madera	60
Figura 49: Diagrama de funcionalidad de las estufas.	61
Figura 50: Logotipo representativo del nombre de la Empresa	62
Figura 51: Logo que identifica la marca del producto	62
Figura 52: Relación de temperatura – meses del año en Dinamarca	65
Figura 53: Energía Eólica	66
Figura 54: Energía Solar	66
Figura 55: Danesa utilizando una estufa para pellets de madera	68
Figura 56: Ciclo de la Biomasa	68
Figura 57: Bosquejo y medidas de pellet de madera	69
Figura 58: Folleto de promoción	73
Figura 59: Aserrín de Capirona	87
Figura 60: Aserrín de Quinilla	87
Figura 61: Aserrín de Shihuahuaco	87
Figura 62: Prototipo de aserrín	91
Figura 63: Aserrín Tamizado - 01	92
Figura 64: Aserrín Tamizado - 02	92
Figura 65: Prototipo Quinilla	93
Figura 66: Esquema de una pelletizadora	100
Figura 67: Esquema de un enfriador	101
Figura 68: Tamizador con sistema de vibrado	101
Figura 69: Esquema de la cadena productiva de los pellets de madera	104
Figura 70: Diagrama esquemático de una bolsa de pellets	105
Figura 71: Especificaciones métricas del container DC HC 40 pies	106
Figura 72: Especificaciones métricas del container DC HC 40 pies	106
Figura 73: Cadena de suministro desde Iquitos a Dinamarca	107
Figura 74: Cadena de suministro desde Pucallpa a Dinamarca	107

Figura 75: Especificaciones métricas del camión de 6 ejes	108
Figura 76: Mapa donde se muestra la localización de la planta	110
Figura 77: Data de Huelgas ocurridas en el año 2009	111
Figura 78: BIONERGUS	112
Figura 79: Ventas anuales y Pronóstico de BIONERGUS	114
Figura 80: Método Tabla Relacional	123
Figura 81: Diagrama de proceso de producción	128
Figura 82: Balance de materia de proceso de producción	129
Figura 83: Balance de materia de proceso de producción y tiempos	133
Figura 84: Línea de tiempo de producción	134
Figura 85: Punto de Equilibrio del año 2011	145
Figura 86: Punto de Equilibrio del año 2012	158
Figura 87: Punto de Equilibrio del año 2013	160
Figura 88: Punto de Equilibrio del año 2014	162
Figura 89: Punto de Equilibrio del año 2015	165



ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1: Composición química de la madera	4
Tabla 2: Modalidades de exportación	7
Tabla 3: Elementos de Contrato	9
Tabla 4: Datos resumen sobre el mercado de pellets de madera	45
Tabla 5: Ponderación para elegir el mercado objetivo	45
Tabla 6: Especificaciones del Certificado DINplus	48
Tabla 7: Consumo de pellets de madera para el sector residencial, urbano y plantas en Dinamarca	49
Tabla 8: Producción total de pellets de madera en Dinamarca (Ton/año)	51
Tabla 9: Importación total de pellets de madera en Dinamarca	53
Tabla 10: Importación total en el sector residencial de pellets de madera en Dinamarca	54
Tabla 11: Pronóstico utilizando el método de suavizamiento exponencial doble o Holt	56
Tabla 12: Pronóstico Caso 1 utilizando el método de promedio móvil	57
Tabla 13: Pronóstico Caso 2 utilizando el método de promedio móvil	58
Tabla 14: Pronóstico Caso 3 utilizando el método de promedio móvil	58
Tabla 15: Pronóstico de demanda de pellets de madera del año 2011 - 2015	59
Tabla 16: Especificaciones técnicas de las estufas	61

Tabla 17: Población anual aproximada en Dinamarca del año 2000 - 2009	64
Tabla 18: Distribución por porcentaje en años de hombres y mujeres en Dinamarca	64
Tabla 19: Especificaciones técnicas de pellets de madera	69
Tabla 20: Poder calorífico de distintas especies de madera - 1	75
Tabla 21: Poder calorífico de distintas especies de madera - 2	76
Tabla 22: Cantidad de aserrín disponible de las especies más utilizadas en Pucallpa	77
Tabla 23: Cantidades utilizadas por especie mensualmente en el año 2009	78
Tabla 24: Cantidades utilizadas por especie mensualmente en el año 2010	79
Tabla 25 Crecimiento del sector maderero: productos semifabricados	79
Tabla 26: Producción potencial de pellets de madera	81
Tabla 27: Casa de la calidad 1: necesidades del cliente – atributos del producto	83
Tabla 28: Casa de la calidad: atributos del producto – componentes del producto	84
Tabla 29: Casa de la calidad 3: componentes del producto – procesos del producto	85
Tabla 30: Casa de la calidad 4: procesos del producto – especificaciones a controlar	86
Tabla 31: Porcentaje de humedad	88
Tabla 32: Porcentaje de humedad definitivo	88
Tabla 33: Porcentaje de Ceniza	89
Tabla 34: Porcentaje de Material volátil	89
Tabla 35: Granulometría	90
Tabla 36: Granulometría corrección	92
Tabla 37: Porcentaje de friabilidad	93
Tabla 38: Punto de ignición	94
Tabla 39: Densidad aparente	94
Tabla 40: Poder calorífico (12.8% humedad)	95

Tabla 41: Poder calorífico superior	95
Tabla 42: Poder calorífico (10% humedad)	95
Tabla 43: Especificaciones estándar y resultados prototipo	96
Tabla 44: Selección materia prima	98
Tabla 45: Dimensiones métricas de los pellets de madera	105
Tabla 46: Dimensiones métricas de la bolsa de los pellets de madera	105
Tabla 47: Dimensiones métricas de la bolsa de los pellets de madera	106
Tabla 48: Costos de exportación partiendo desde Iquitos	107
Tabla 49: Dimensiones métricas del interior del camión de 6 ejes	108
Tabla 50: Capacidad total de bolsas de pellets del camión de 6 ejes	109
Tabla 51: Costos de exportación partiendo desde Pucallpa a Dinamarca	109
Tabla 52: Costos de exportación partiendo desde Pucallpa a Dinamarca	110
Tabla 53: Registro de ventas anual de BIONERGUS	113
Tabla 54: Pronóstico de ventas anual de BIONERGUS	113
Tabla 55: Pronóstico del requerimiento del cliente.	114
Tabla 56: Cuadro comparativo de Requerimiento y producción potencial en toneladas	115
Tabla 57: Costos para las distintas capacidades de planta	116
Tabla 58: Utilidades esperadas para las distintas capacidades de planta	116
Tabla 59: Dimensiones de equipos principales	117
Tabla 60: Dimensiones de equipos adicionales	117
Tabla 61: Superficie Estática	118
Tabla 62: Superficie Gravitacional	119
Tabla 63: Superficie de Evolución	120
Tabla 64: Superficie Total	121
Tabla 65: Valor de proximidad	122
Tabla 66: Relación de proximidad de procesos	122
Tabla 67: Método Tabla Relacional	123
Tabla 68: Matriz de Distancia en U	124
Tabla 69: Matriz de Distancia en línea	125
Tabla 70: Tabla de ratios de producción	130
Tabla 71: Tabla de máquinas por operación	131
Tabla 72: Tabla de operarios por estación	132

Tabla 73: Tabla de tiempo de procesos	134
Tabla 74: Tabla de tiempos de producción por turnos	135
Tabla 75: Tabla de horas disponibles vs horas necesarias de Molino	137
Tabla 76: Tabla de horas disponibles vs horas necesarias de Secadora	137
Tabla 77: Tabla de horas disponibles vs horas necesarias de Pelletizadora	138
Tabla 78: Tabla de horas disponibles vs horas necesarias de Cooler	138
Tabla 79: Tabla de horas disponibles vs horas necesarias de Empacador	139
Tabla 80: Costos Directos	140
Tabla 81: Costos Indirectos	140
Tabla 82: Costos Fijos	143
Tabla 83: Detalle de ítems de plan de compras de materia prima	147
Tabla 84: Nivel de inventario de los periodos de abastecimiento del año 2011	156
Tabla 85: Tabla resumen de los periodos de abastecimiento del año 2012	158
Tabla 86: Tabla resumen de los periodos de abastecimiento del año 2013	160
Tabla 87: Tabla resumen de los periodos de abastecimiento del año 2014	163
Tabla 88: Tabla resumen de los periodos de abastecimiento del año 2015	166



RESUMEN

Esta tesis promueve el uso del aserrín, un subproducto generado en la industria maderera peruana para la fabricación de pellets de madera. La metodología empleada fue inductiva. Se realizaron investigaciones de campo y experimentos en base a las especificaciones técnicas que se exigen en el mercado europeo.

La problemática es el poco aprovechamiento de los residuos en la industria maderera peruana. Se analizó en base a la información recogida en el lugar de generación de los residuos, datos obtenidos de los organismos estatales encargados de regular la industria maderera, e información técnica del producto y su fabricación recibida del mercado europeo.

Por otro lado, puesta en práctica la hipótesis de solución, se corroboró que el proyecto es viable técnica y económicamente con un valor actual neto de \$488,503 y una tasa interna de retorno de 16.41%.



ABSTRACT

This thesis promotes the use of sawdust, a sub product generated in the Peruvian timber industry, for the manufacturing of wood pellets. The used methodology was inductive. Field investigation and experiments were done based on the Peruvian and European technical specifications.

The problem is the reduced use of wood waste in the Peruvian timber industry. It was analyzed according to the information collected in places where waste is generated, the data was gotten from state agencies responsible for regulating the timber industry, and technical information of the product and its manufacturing process from the European market.

On the other hand, the hypothesis was confirmed; it means that the project is technically and economically feasible with a net present value of \$488.503 and an internal rate of return of 16.41%.

INTRODUCCIÓN

Como antecedentes de este estudio, se ha investigado la existencia de residuos madereros en el Perú a los que no se les da un uso posterior; encontrándose nuestro país en uno de los diez primeros con una gran extensión forestal. Esto trae como consecuencia que se contamina el aire, agua, suelo y se perturba el bienestar del ser humano y los demás seres vivos que habitan en los ecosistemas. Además de estos efectos, también se generan efectos negativos dentro de los aserraderos; como es el caso del aserrín que se acumula en las líneas de producción, lo que impide el normal desplazamiento de los operarios.

Esta tesis promueve el uso de residuos madereros, específicamente el aserrín, para la fabricación de Pellets de Madera; teniendo en consideración la disponibilidad del material, así como sus características técnicas y los estándares establecidos para la fabricación de este producto.

La problemática de este proyecto es que existe poco aprovechamiento de los residuos de la industria maderera peruana, causada por la poca investigación para darles un uso adecuado. Esto a la vez es causado por la falta de recursos económicos de las personas interesadas en este tipo de investigaciones, falta de planes estratégicos y la poca eficiencia en la utilización de aserrín, por parte de las empresas madereras. Otra causa del poco aprovechamiento es el incumplimiento de las políticas medioambientales por parte de los empresarios madereros; pero esto no será objeto de estudio.

Asimismo, es oportuno mencionar que el objetivo general de este proyecto consiste en estudiar la factibilidad de utilizar los residuos de la industria forestal peruana para la fabricación de pellets de madera y exportar a un país de la Unión Europea. Mientras que, entre los objetivos específicos se encuentran: determinar el mercado potencial del producto, establecer las especificaciones del producto, detallar el proceso de producción de pellets de madera, determinar la localización, capacidad y distribución de la planta y evaluar económicamente el estudio.

En lo referente a la hipótesis se plantea utilizar residuos madereros que cumplan con las especificaciones técnicas de los productos así como su disponibilidad de acuerdo al plan de producción.

Finalmente, la estructura de la tesis denominada Estudio de Factibilidad para la Fabricación de Pellets de Madera a partir de un subproducto de la Industria Maderera Peruana, presenta a continuación: en el Capítulo I el Marco Teórico, mientras que en el Capítulo II se presenta la Metodología; asimismo, el Capítulo III muestra los Análisis y Resultados.

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

1.1 Industria Forestal

Según informes de la FAO (2006), la superficie mundial de bosques nativos es de 3 400 millones de hectáreas, de las cuales 1 640 millones corresponden a bosques templados y boreales, mayoritariamente compuestos por coníferas y 1 760 millones a bosques y selvas tropicales. Por otra parte, la superficie de bosques plantados se estima que abarca 200 millones de hectáreas.

El consumo mundial anual de madera es aproximadamente 4100 millones de metros cúbicos; el 56% de este volumen es utilizado como combustible, fundamentalmente en países en desarrollo, los cuales poseen la mayoría de las reservas boscosas de especies latifoliadas y el 44% restante es industrializado, predominando la utilización de maderas de coníferas.

Los principales proveedores de madera de coníferas son Canadá, Estados Unidos, Rusia y Suecia. Mientras que los principales productores y exportadores de madera de latifoliadas son Estados Unidos, Brasil, Malasia e Indonesia. A pesar que algunos países en desarrollo como Brasil y Chile, tienen una importante participación en la

actividad forestal, el comercio mundial de la madera está muy concentrado, y es así, que los principales flujos comerciales se dan entre países desarrollados.

Según FAO (2006), el movimiento anual relativo a la madera en rollo, la madera aserrada, la pasta celulósica y el papel superan los 200 mil millones de dólares, contribuyendo con aproximadamente el 2% del producto interno bruto mundial, que representa el 3% del comercio internacional de mercancías.

El Perú forma parte de los países exportadores de madera. El total de exportaciones en el año 2010 fue de 168 millones de dólares americanos (FOB), lo que representó 0.48% del total de las exportaciones. (Planas, 2011).

1.2 Residuos de la Industria Forestal

Según el diccionario de la FAO (2006), los residuos forestales es la madera que queda en el bosque tras la cosecha, y subproductos madereros de las operaciones de la elaboración de la madera, en forma de astillas, tapas, despuntes, aserrín, largueras, virutas.

1.3 Concepto básico de la madera como combustible

El término combustible (Odicio, 1993), significa una sustancia que durante la reacción química con el oxígeno genera una reacción calorífica o exotérmica. El combustible se divide en dos partes principales: la parte combustible formada por sustancia volátil y sólido; y la no combustible, que incluye las cenizas y la humedad.

Para obtener el aprovechamiento óptimo de los combustibles es necesario controlar la velocidad de combustión de una

sustancia combustible a otra; esto se logra al controlar la entrada de aire a la cámara de combustión en las estufas rurales.

El término biomasa (Uceda, 1980), es el volumen total de una planta viva, anual o perenne que crece por unidad de superficie (peso seco y peso verde). En los dos casos es necesario indicar el grado de humedad.

Por lo tanto, de acuerdo con los conceptos de combustible y biomasa, podemos dividir a los combustibles en:

- **Forestales**, constituidos por turbas, raíces, troncos, ramas, corteza y hojas de árboles y arbustos y algunos otros derivados como el carbón, metanol, etc.
- **Agrícolas**, constituidos por pencas de maguey secas, “olotes” de maíz y otros; así como derivados (estiércol animal).

La comercialización de la madera especialmente como combustible para el hogar puede generar importantes beneficios económicos. Además, puede reducir el costo de los tratamientos silvícolas, generar mayores fuentes de trabajo, crear un ambiente rural dinámico, entre otros aspectos.

La ventaja de la madera como combustible (Uceda, 1908), es ser renovable, tener escasa proporción de cenizas generalmente menor del 1%; ello supone una ventaja en la técnica de la combustión y coloca a la madera por delante de otros combustibles.

1.3.1 Composición química de la madera

La madera se compone de carbono, hidrógeno y oxígeno; tiene también sustancias minerales, que luego de la combustión quedan como cenizas, y trazas de nitrógeno. El carbono,

hidrógeno y oxígeno se combinan produciendo las constituyentes principales de la madera: celulosa, hemicelulosa y lignina en proporción variable según las especies.

La madera tiene la siguiente composición química:

Tabla 1: Composición química de la madera

Componentes químicos	Contenido
Celulosa	40 – 60 %
Hemicelulosas	15 – 30 %
Lignina	17 – 35 %
Extractivos	1 – 20 %
Cenizas	0.2 – 5.8 %

Fuente: Universidad Agraria de la Molina – Facultad de Ciencias Forestales

1.3.2 Poder Calorífico

El poder calorífico (Uceda, 1980) es el calor desprendido por kilogramo de combustible en combustión completa a la presión de 1 kg/cm², a cuyo efecto son enfriados de nuevo los productos de la combustión hasta la temperatura de partida 0°C.

Inicialmente es determinado por la densidad y su contenido de humedad. A mayor densidad y menor contenido de humedad, mayor poder calorífico.

1.4 Definición de los pellets de madera

Los pellets de madera son densificados a partir de residuos madereros a los cuales se les da una forma cilíndrica de entre unos 6 a 12 mm de diámetro y entre unos 10 a 30 mm de largo. Estos cilindros

se conforman a través de una alta presión aplicada a través de una matriz sin ningún tipo de aditivo artificial (European Biomass Association, 2007).



Figura 1: Pellets de madera

Fuente: www.smarterbusiness.org.uk

Los pellets de madera son una energía renovable, ecológica y muy económica que presenta un balance de CO² neutro, porque el carbono que se libera al quemar la madera procede de la atmósfera misma. Se trata de un combustible ecológico de gran poder calorífico que ayuda a cuidar el medio ambiente.

1.5 Ventajas de los pellets de madera

A continuación se describe las principales ventajas de este biocombustible:

- Reduce la dependencia de combustibles fósiles
- No ejerce presión sobre el medio ambiente y sus recursos naturales
- Produce una baja cantidad de residuos tanto sólidos como gaseosos al momento de su combustión
- Constituye una alternativa en la generación de energía y calefacción
- Por su forma cilíndrica y su pequeño tamaño, es de fácil, almacenaje, transporte y dosificación.

1.6 Insumo para la producción



Figura 2: Aserrín

Fuente: www.cimaj.com

El principal insumo para la producción de pellets de madera es el aserrín. Es el residuo de constitución menos sólida, proviene del espacio de madera que es cortado por los dientes de sierra al pasar por la troza o porción de madera.

1.7 Exportación

La exportación es un régimen aduanero que permite la salida legal de mercancías del territorio nacional para su uso o consumo en el mercado exterior. Está regulada por la ley general de Aduanas, el decreto Legislativo 1053 y su reglamento. Asimismo, no se encuentra afecta al pago de tributos y para efectos de control deberá ser puesta a disposición de la Aduana. La institución encargada de autorizar la salida de las mercancías del país es la Superintendencia Nacional de Aduanas fusionada con la SUNAT. La exportación solo podrá realizarse por los puertos marítimos, fluviales y lacustres, aeropuertos y fronteras aduaneras habilitadas.

A continuación se muestra los dos tipos de modalidades de exportación.

Tabla 2: Modalidades de exportación

Menor a US\$ 5 000	Mayor a US \$ 5 000
Se considera una exportación de menor cuantía.	Se considera una exportación comercial.
El trámite aduanero se puede realizar directamente con la entidad aduanera.	Se requiere contratar los servicios de un agente de aduanas.
Documento a presentar Declaración Simplificada de Exportación (DSE).	Documento a presentar Declaración Aduanera de Mercancías (DAM).

Fuente: Aprendiendo a exportar paso a paso- PROMPEX 2011

1.7.1 ¿Quiénes pueden exportar?

Están habilitados para realizar esta actividad las personas naturales y jurídicas que cuenten con los siguientes requisitos:

- Contar con el Registro único de contribuyente (RUC) y poder emitir facturas
- Especificar dentro de la minuta de constitución de la empresa la actividad empresarial a desarrollar (comercio nacional e internacional, producción, comercialización).
- También se puede exportar con boletas de venta bajo el régimen simplificado

1.7.2 ¿Qué se puede exportar?

Cualquier producto que no se encuentre restringido o prohibido; como por ejemplo: armas, químicos tóxicos, algunas especies animales, patrimonio nacional, drogas.

1.8 Proceso de exportación

El exportador se puede contactar con el comprador directa o indirectamente. Esta última es por medio de un *broker* o por una comercializadora, haciéndole llegar una cotización del producto que desea vender. Una vez contactado el cliente, se le envía muestras y lista de precios. El importador (comprador) acepta las condiciones si la considera ventajosa y normalmente la formaliza a través de un Contrato de Compra Venta Internacional.

1.8.1 Envío de muestras

A menudo, los compradores interesados en nuestro producto solicitan muestras. Se remiten sin valor comercial y generalmente se envían por medios postales con una descripción detallada que debe estar contenida en una ficha técnica.

1.8.2 Contrato de exportación

Es el documento que estipula los derechos y obligaciones de cada una de las partes contratantes (exportador - importador), con relación a determinado objeto, convirtiéndose en un acto jurídico perfecto y una transacción absolutamente legal. Es recomendable que este documento se ajuste a las necesidades de la empresa exportadora de acuerdo al sector del negocio, especialmente las condiciones de pago y de entrega.

Tabla 3: Elementos de Contrato

ELEMENTOS DEL CONTRATO
Información del exportador e importador
Descripción de la mercancía objeto del contrato (peso, cantidad, calidad, etc.)
Condiciones de entrega (INCOTERMS)
Requisitos y normativa en el país del importador y exportador
Ley aplicable al contrato (leyes del país del importador, exportador o arbitraje internacional)
Precio unitario y total
Condiciones y plazos de entrega
Bancos que intervienen en la operación
Documentos solicitados por el importador
Operadores logísticos que intervienen en la operación
Modalidades de seguro, transporte y pago de flete
Lugar de embarque y desembarque

Fuente: Aprendiendo a exportar paso a paso- PROMPEX 2011

1.8.3 Cierre de venta – envío de documentos comerciales

Los documentos comerciales a enviar son los siguientes:

- **Factura comercial:** redactada en inglés si el país de destino no es hispanohablante.
- **Lista de empaque (Packing list):** relación simple detallando el contenido de lo que se embarca.

- **Documento de transporte (B/L, AWB, WB):** certifica que las mercancías han sido recibidas por el transportista.
- **Certificado de origen:** documento que certifica que la mercancía ha sido elaborada en el Perú.
- **Certificado de inspección oficial:** fitosanitario, zoosanitario, CITES, sanitario, textil.
- **Otros documentos:** emitidos a petición del importador y según el país de destino. Pueden ser certificados de calidad, de inspección de pre-embarque, complementarios a los certificados sanitarios, etc.

1.9 Constitución de una empresa

La Constitución de una Sociedad, es un acto formal, que debe constar por escrito. Debe existir un acuerdo expreso de las personas que la conformen. Debe cumplirse con algunos requisitos, sin los cuales, no se puede formalizar la empresa.

Los actos preliminares para constituir una sociedad son las siguientes:

- **Nombre:** las sociedades son personas jurídicas; en consecuencia, requieren contar con una denominación o razón social.
- **Capital social:** es el aporte o inversión que efectúan los socios. Puede ser en efectivo o en bienes. Debe establecerse el monto del capital antes de la constitución.
- **Socios:** son las personas que constituirán la sociedad o que se integrarán luego de su constitución. Pueden ser fundadores. El número mínimo es dos personas.

1.9.1 Etapas de la constitución de una empresa

Los documentos para constituir una empresa son las siguientes:

- **Minuta de constitución:** documento que se redacta por un abogado que establece el pacto social. Incluye los estatutos, designación de representantes y duración de los cargos.
- **Escritura pública:** documento que realiza un Notario Público en el que se incluye o inserta, la Minuta de Constitución y los Estatutos. Se le conoce también como Testimonio de Constitución.
- **Inscripción en el registro:** el notario luego de que la Escritura Pública ha sido suscrita por los socios, elabora los partes y envía a los Registros Públicos para su debida inscripción.
- **Representantes legales:** son las personas que ejercen la representación de las sociedades. Pueden ser: accionistas, socios, directores, gerentes o apoderados.
- **Obtención del R.U.C.:** inscrita la sociedad, se procede a solicitar la inscripción en la SUNAT para la obtención del R.U.C.
- **Licencia municipal de funcionamiento:** la Licencia municipal de funcionamiento se requiere para que la sociedad pueda funcionar en un determinado local. Puede ser: Provisional o Indefinida.

1.10 Despliegue funcional de la calidad: QFD

El QFD (Quality Function Deployment) es una herramienta de marketing, que permite el proceso de desarrollo de un producto nuevo o mejorado. Con ella se identifican las necesidades del cliente y luego se traducen en especificaciones del producto que se transmiten a las funciones implicadas para el proceso de fabricación. Esta

herramienta consiste en “cuatro casas de la calidad”, en donde se ve una relación entre los Qué y los Cómo:

- Qué = Necesidades del producto. Cómo = Atributos del producto
- Qué = Atributos del producto. Cómo = Componentes del producto
- Qué = Componentes del producto. Cómo = Procesos del producto
- Qué = Procesos del producto. Cómo= Control de requerimientos del producto

Los valores de la relación de los Qué con los Cómo se dan con:

- **9** para relaciones fuertes
- **3** para relaciones medias
- **1** para relaciones débiles

La importancia que se le dará a los Qué en cada una de las casas de la calidad, serán con valores de:

- **5** Muy importante
- **4** Importante
- **3** Moderadamente importante
- **2** No tan importante
- **1** Menos importante

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1 Materiales y métodos

2.1.1 Estudio de Mercado

El estudio de mercado se realizó recolectando información de la fuente virtual PELLETS ATLAS que es financiado por el programa Intelligent Energy UE. Es la única base de datos pública que proporciona hasta el día la información del mercado de pellets basado en la recopilación de datos en toda Europa.

2.1.2 Plan de operaciones

2.1.2.1 Disponibilidad de aserrín

Se recopiló información de la empresa Maderas Peruanas SAC, que se dedica a la fabricación de *parquet*, en cuya producción se utiliza las especies llamadas “maderas duras”, pues su densidad es mayor a 0.7 g/cm³ (Uceda, 1980). Se eligió estas especies porque a mayor densidad se obtiene mayor poder calórico. En base a esta

información se obtuvo información de las principales especies usadas en su producción en los años 2009 y 2010, Shihuahuaco, Capirona y Quinilla.

2.1.2.2 Localización de planta

Para determinar la localización de planta se evaluaron dos ciudades, Pucallpa e Iquitos. Se escogió las capitales de estos departamentos porque son los dos principales centros madereros del país y donde se genera la mayor cantidad de aserrín. Para decidir cuál es el mejor lugar para localizar la planta se evaluó mediante el método de costo de transporte.

2.1.2.3 Capacidad de planta

Para determinar la capacidad de planta primero se determinó cual es la cantidad aproximada de materia prima disponible. Una vez realizado esto, se elaboró un flujo de caja para evaluar la utilidad que se obtiene al final del periodo para las distintas capacidades de planta que se planteaba. Para la realización de este flujo de caja se consideraron los siguientes costos:

- Costo de materia prima: aserrín
- Costo de material indirecto: bolsas plásticas
- Costo de mano de obra: operarios y personal administrativo
- Costo de transporte
- Inversión de maquinaria
- Gastos indirectos de fabricación

2.1.2.4 Distribución de planta

Se utilizó el método de Gourchet para calcular la superficie total requerida para la planta de producción. Después de haber calculado todos los espacios físicos requeridos, se

procedió a realizar la disposición en la planta según los resultados obtenidos en el análisis del método de la tabla relacional. Para el diseño se utilizó el software AUTOCAD 2010.

2.1.2.5 Plan de producción

Para determinar el plan de producción en primer lugar se realizó un balance de masa del proceso para determinar la cantidad necesaria de aserrín para producir una tonelada de pellets. Luego, se calculó los tiempos necesarios de producción de cada máquina para producir una tonelada de pellets; esto nos sirvió como base en la obtención del número de máquinas necesarias. Después se determinó las estaciones necesarias en la producción y se realizó el balance de línea. A continuación, se encontró el proceso que marca la cadencia e hicieron los cálculos necesarios para realizar el plan de producción.

2.1.2.6 Plan agregado de producción

Terminado el programa de producción anual se procedió a calcular el plan agregado, para ello fue necesario detallar todos los costos en los cuales se incurrirá (como los costos de mano de obra, de energía eléctrica, materia prima, de almacenamiento) indirectos de fabricación. Se realizaron simulaciones para maximizar el uso de los recursos y reducir los costos. Se obtuvo un costo de producción aproximado de S/. 225.37 por tonelada.

2.1.2.7 Punto de equilibrio

Para ello fue necesario calcular el costo variable unitario y el total de los costos fijos. El primero se obtuvo del plan agregado de producción y añadió el costo de transporte de Pucallpa hasta destino final. En cuanto a los costos fijos se tomó en cuenta el sueldo del jefe de planta, de control de calidad, de operación, contador y la parte fija de la energía luminosa.

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos}}{\text{Precio de venta} - \text{Costo variable unitario}}$$

2.1.2.8 Plan de abastecimiento

En el plan de abastecimiento se obtuvo primero el stock de seguridad basándonos en las políticas de nivel de servicio que le deseamos dar al cliente, el cual se ha determinado que será un 95%. Una vez calculado el stock se procedió a realizar el plan de compras anual del aserrín a periodo fijo teniendo como base parámetros como la demanda anual, costo de generar una orden, días útiles de abastecimiento y la tasa de almacenamiento.

2.1.2.9 Prototipo de pellets de madera

Para la elaboración del prototipo de pellets de madera se utilizaron las instalaciones del Área de Transformación Química - Laboratorio de Pulpa y Papel de la Facultad de Ciencias Forestales - Universidad Agraria La Molina, supervisado por el Ing. Héctor Enrique Gonzales Mora, jefe del Laboratorio de pulpa y papel.

2.1.2.10 Porcentaje de humedad

Se determinó el porcentaje de humedad del aserrín tomando como base la norma técnica peruana ***NTP 251.010 Maderas. Método de Determinación de Contenido de Humedad.***

Se estima como requisito de humedad de la materia prima entre 15% y 20% para un buen aglomerado.

Para el análisis se utilizó un horno o estufa para secado, el cual su temperatura va de 150°C a 300°C.

El procedimiento consistió en colocar el aserrín dentro de la estufa determinando un peso inicial, luego la estufa se configuró a 100°C y se dejó calentar aproximadamente 24 horas. Una vez pasado este tiempo se retiró el aserrín y se pasa a obtener el peso final del aserrín mediante una balanza analítica. La diferencia entre el peso final y el peso inicial indicará el porcentaje de humedad que contiene el aserrín.



Figura 3: Estufa para secado

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso final de aserrín seco}}{\text{Peso inicial de aserrín}} * 100$$

2.1.2.11 Porcentaje de cenizas

Se determinó el porcentaje de cenizas del aserrín tomando como base la norma **TAPPI T413-om93 Ceniza de madera, pulpa, papel y cartón: combustión a 900°C**.

Se debe de determinar si el porcentaje de ceniza es menor del 7%, según los requerimientos del estándar DINplus.

Para el análisis se utilizó una mufla, cuya temperatura puede llegar hasta 990°C.

El procedimiento consistió en colocar el aserrín en un envase de crisol dentro de una mufla, luego la estufa se configuró a 925°C de temperatura y se dejó calentar por 48 horas aproximadamente. Pasado este tiempo, se retiró el material residual y se pasó a obtener el peso final de la ceniza. La diferencia entre el peso final y el peso inicial indicará el porcentaje de ceniza que contiene el aserrín.



Figura 4: Mufla

$$\% \text{ Ceniza} = \frac{\text{Peso de ceniza}}{\text{Peso inicial de aserrín}} * 100$$

2.1.2.12 Porcentaje de material volátil

Se determinó el porcentaje de material volátil del aserrín tomando como base la norma **ASTM D-1762 Método de prueba estándar para el análisis químico de Carbón Vegetal**.

Siguiendo los mismos procedimientos de determinación del porcentaje de ceniza, con la diferencia de colocar aserrín con el mínimo de oxígeno en la mufla a 925°C de temperatura, se pasará a determinar el material volátil de los tres tipos de madera.

$$\% \text{ Material volátil} = \frac{\text{Peso inicial aserrín} - \text{Peso de mat. residual}}{\text{Peso inicial de aserrín}} * 100$$

2.1.2.13 Granulometría

Se determinó la granulometría del aserrín tomando como base la norma **ASTM C-136 Método de prueba estándar para el análisis granulométrico de agregados finos y gruesos**.

El procedimiento de granulometría consiste en determinar y regular el tamaño de partículas del aserrín, ya que si estas son diferentes afectarán en los resultados finales del prototipo.

Los tamices utilizados en este proyecto son: Tamiz N° 10, N° 20, N° 40, N° 100 y N° -100.

Para medir la granulometría del aserrín, primero se debe medir el peso inicial de la cantidad a tamizar. Luego, se pasa a colocar el aserrín en los diferentes tamices; desde el que tiene mayor tamaño de luz, hasta el de menor luz de malla, pesando en cada tamiz la cantidad que se queda. Luego de obtener el peso de cada uno se procede a calcular el porcentaje de aserrín correspondiente a cada medida de grano.



Figura 5: Tamiz

$$\% \text{ Aserrín} = \frac{\text{Peso de aserrín que se queda en el tamiz N}^\circ \text{ XI}}{\text{Peso inicial de aserrín}} * 100$$

2.1.2.14 Pieza para prensado de aserrín

Para las pruebas de aglomerado del aserrín se utilizaron distintas máquinas elaboradas. Estas son:

- **Máquina 1**

La máquina 1. Compuesta de:

- 1 Barra de Fierro
- 1 Tubo de Fierro
- 1 Prensa de 2 toneladas.



Figura 6: Barra y tubo de fierro - 01



Figura 7: Barra y tubo de fierro - 02



Figura 8: Prensa de dos toneladas de presión

Se utilizaron dos barras de hierro para realizar el prensado a una presión de 100 kg en seco. Se tomó el aserrín seco para colocar dentro del tubo de hierro y luego se pasó a aplicar la presión a una barra de hierro, la cual comprime al aserrín reduciendo su volumen y formando la forma cilíndrica del pellet.

- **Máquina 2**

Compuesta por:

- 1 Barra de Acero
- 1 Tubo de Fierro
- 1 Prensa de 2 toneladas.



Figura 9: 1 Barra de acero

Se cambió la barra de fierro por la barra de hierro la cual es más dura y tiene mayor resistencia. Se aplicó una presión de 100 kg para el prensado.



Figura 10: Máquina prensadora con barra de aluminio

- **Máquina 3**

Compuesta por:

- 1 Prensa de Plato caliente
- 1 Lámina de aluminio
- 1 Malla metálica



Figura 11: Prensa de Plato caliente



Figura 12: Lámina de aluminio



Figura 13: Malla metálica

Se decidió controlar la granulometría del aserrín. Tamizando el aserrín con tamices menores al N°20.

Luego de obtener una granulometría proporcional, el aserrín se humedeció con una pequeña cantidad de vapor. El aserrín humedecido se pasó a colocar en una lámina de aluminio y encima una malla metálica, por último se introduce en una prensa de plato caliente. Esta se configura a 170°C y se cierran los platos por 25 minutos. Se colocó la malla metálica por seguridad porque al separar los platos calientes el aserrín desprende vapor y si este no tiene donde liberarse a la hora de evaporar, explota.



Figura 14: Prensa de plato caliente con aserrín

Al terminar los 25 minutos se pasa a retirar y dejar enfriar.



Figura 15: Prototipo Shihuahuaco



Figura 16: Prototipo Capirona

2.1.2.15 Friabilidad

Se determinó la friabilidad del aserrín tomando como base el método ***de Friabilidad en los Laboratorios de Termodinámica y Motores de la Universidad Politécnica de Madrid.***

Este método consiste en arrojar el prototipo de pellet de madera de una altura de 1 metro sobre un suelo cerámico y observar en cuantas partes se deshace. Después de realizar este ensayo se pasa a calcular una proporción entre el prototipo inicial con los resultados finales

$$\% \text{ Friabilidad} = \frac{\text{Peso de aserrín luego de ensayos}}{\text{Peso inicial de aserrín}} * 100$$

2.1.2.16 Temperatura de ignición

Se determinó la temperatura de ignición del aserrín tomando como base la norma **ASTM E-1321 Método de prueba estándar para determinar las propiedades del material de ignición y propagación de llama**.

Para determinar la temperatura de ignición, la cual es la temperatura mínima para que un cuerpo arda y se mantenga así sin necesidad de añadir calor exterior, se colocó aserrín dentro de la mufla a una temperatura de 250°C de precalentamiento por 15 minutos. Luego cada 10 minutos se subía la temperatura a 50°C hasta que se empezara a notar que saliera humo por la parte superior de la mufla; este indicaría que el aserrín se ha prendido.

Luego, se pasa a medir la temperatura del aserrín dentro de la mufla, tomando en cuenta que si se saca el aserrín se enfriaría con el medio ambiente y no se obtendría la temperatura exacta; entonces con ayuda de un termómetro pistola laser por infrarrojo se pasa a medir rápidamente la temperatura. Este ensayo se repite aproximadamente tres veces para obtener data fiable.



Figura 17: Mufla – Temperatura de ignición



Figura 18: Termómetro pistola láser por infrarrojo



Figura 19: Aserrín carbonizado

2.1.2.17 Densidad aparente

Se determinó la densidad aparente del aserrín tomando como base la norma técnica peruana **NTP 251.011 Maderas. Método de Determinación de Densidad.**

Esta norma indica que la densidad aparente de un cuerpo es:

$$\text{Densidad aparente} = \frac{\text{Masa del aserrín (g)}}{\text{Volumen del aserrín (cm}^3\text{)}}$$

2.1.2.18 Poder calórico

Se determinó el poder calórico del aserrín tomando como base la norma técnica peruana ASTM **D2015-66 Método de prueba estándar para poder calorífico del carbón y el coque de la bomba calorimétrica adiabática.**

El poder calórico representa la energía de combustión del carbono e hidrógeno en la fracción orgánica y para la realizar este ensayo se necesitó de una bomba calorimétrica.

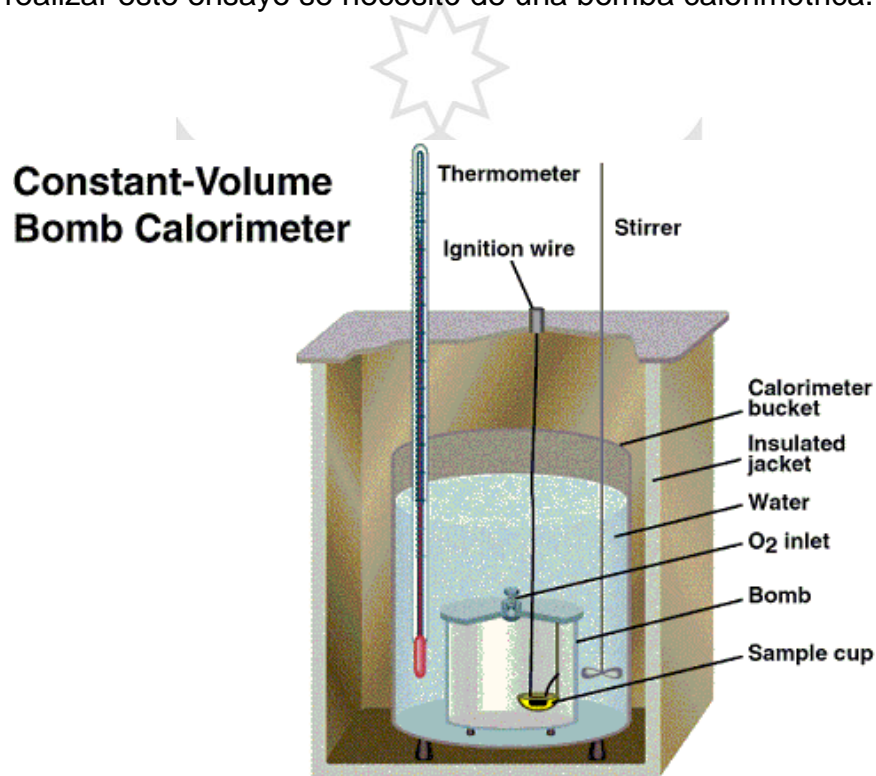


Figura 20: Bomba calorimétrica

$$H_x = \frac{C_{bomba} * \Delta t - Q_z}{m_{comb}}$$

Dónde:

H_x = potencia calorífica del combustible (kcal/kg)

C_{bomba} = la capacidad calorífica de la bomba (kcal/kg).

Δt = la variación de temperatura del agua (°C)

M_{comb} = la masa del combustible (g)

Q_z = calor de oxidación del alambre fusible (kcal)

Según los estándares DINplus se exige que el porcentaje de humedad sea menor o igual al 10%, entonces para hallar el poder calorífico a ese porcentaje de humedad se puede aplicar la fórmula de Dulong que es:

$$PCI (\%h) = PCS * (1 - \%h) - (6 * \%h)$$

Dónde:

PCI (%h) = poder calorífico inferior a cierto porcentaje de humedad (kcal/kg)

PCS = poder calorífico superior (kcal/kg).

%h = porcentaje de humedad del aserrín.



CAPÍTULO III ANÁLISIS Y RESULTADOS

3.1 Estudio de mercado

3.1.1 Análisis de los mercados potenciales

Al analizar los mercados potenciales, primero se debe 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.

Se muestran las siguientes imágenes, las cuales muestran la producción y consumo actual y a largo plazo de los pellets de madera en los distintos continentes.

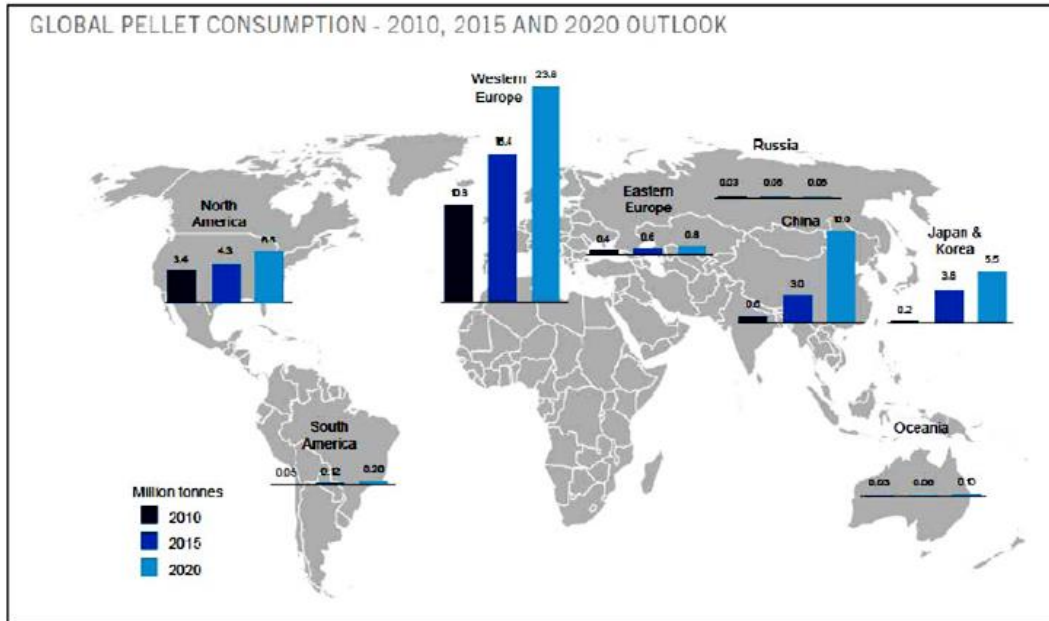


Figura 21: Proyección posible de consumo de pellets de madera al año 2020
Fuente: Global market, players and trade to 2020 - Pöyry 2011

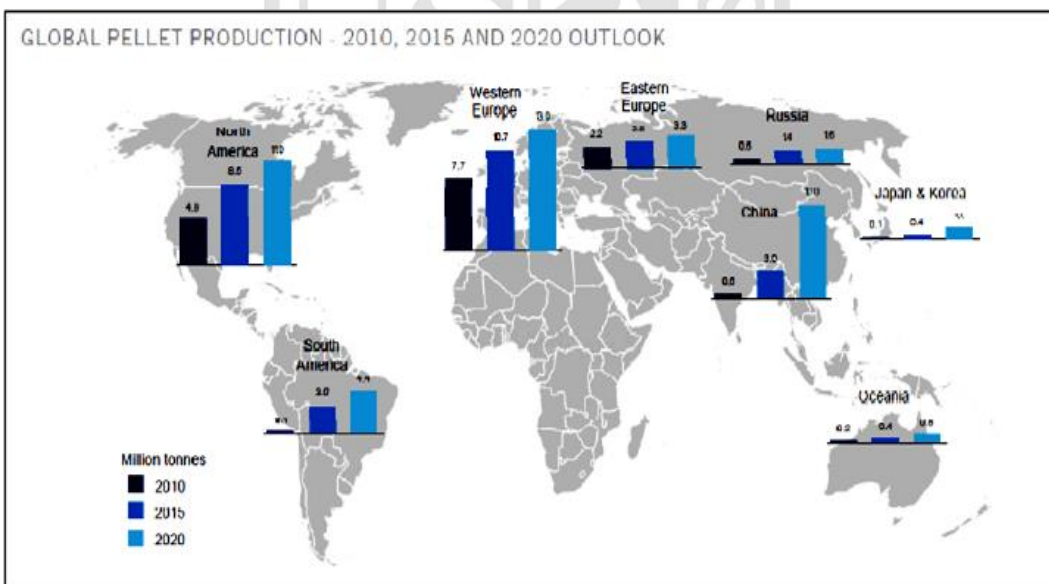


Figura 22: Proyección posible de producción de pellets de madera al año 2020
Fuente: Global market, players and trade to 2020 - Pöyry 2011

Actualmente, los mercados potenciales de pellets de madera están establecidos en Norte América y en Europa, estos se destacan por su gran producción y su consumo. En la siguiente figura se muestra la demanda creciente de pellet de los países más importantes.

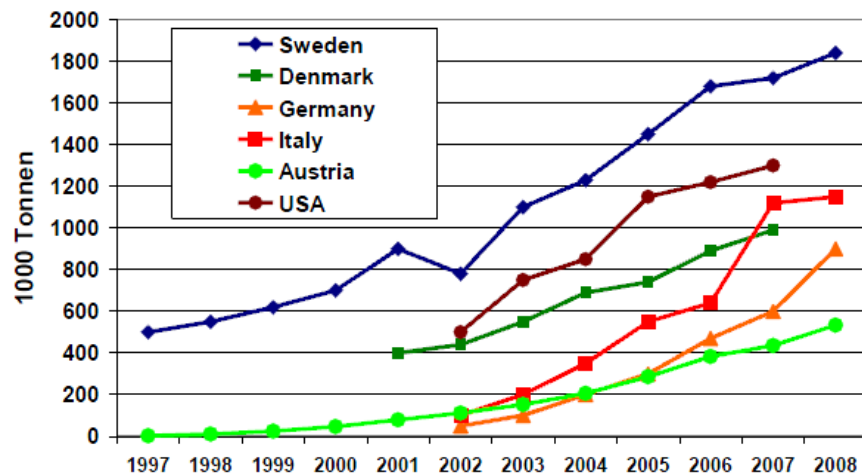


Figura 23: Demanda de los principales países en el mercado de pellets de madera
Fuente: Bioenergy 2009: Biomass Heat – Pellet atlas

Se analizó el mercado de pellets de madera, y se determinó cuál será el mercado objetivo del proyecto.

3.1.1.1 América del Norte

a) Estados Unidos

- **Aspecto Legal**

En Estados Unidos (United States Department of Agriculture, 2009) existen leyes federales que regulan el uso y la generación de energía a partir de biomasa. A nivel federal en Estados Unidos han sido establecidos dos programas, en 1992 como parte de la Ley Política de Energía (Energy Policy Act) y son:

- 1 El incentivo a la producción de energía renovable (REPI – Renewable Energy Production Incentive), provee el pago de incentivos para la electricidad producida y vendida por los titulares de las nuevas instalaciones de generación de energía renovable. Las instalaciones calificadas son elegibles para pagos anuales de incentivo de 1.5 céntimos por kWh para el período de los 10 primeros años de su operación, sujeto a la disponibilidad de los créditos anuales en cada año fiscal federal de la operación.
- 2 El Crédito Fiscal a la producción de energías renovables (Renewable Energy Production Tax Credit), permite la misma de 1.5 céntimos por kWh de incentivos a las instalaciones privadas en la forma de un crédito a disposición de las instalaciones generadoras de energía eólica, la biomasa de circuito cerrado, las aves de corral o residuos. Esto fue inicialmente un programa de 10 años, pero se renovó en 2004 durante otra década y la lista de fuentes de energía elegibles se ha ampliado para incluir la biomasa de lazo abierto, solar, residuos sólidos urbanos, la energía geotérmica, y los pequeños riegos.

- **Producción**

La producción de madera de pellets en Estados Unidos en 2008 ascendió a 1.8 millones de toneladas y su total de capacidad instalada de Estados Unidos fue de 4.2 millones de toneladas métricas; comparando con 1.1 millones en 2003 como se muestra en el siguiente gráfico.

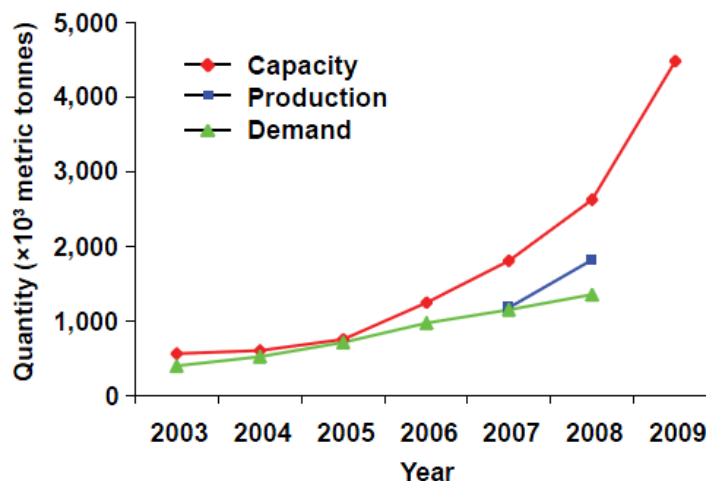


Figura 24: Capacidad, producción y demanda de pellets de madera en U.S.A.

Fuente: United States Department of Agriculture - North America's Wood Pellet Sector
2009

La utilización de la capacidad cada vez más baja en los Estados Unidos es el resultado de recientes plantas instaladas. Los problemas de la iniciación de las planta limitan la producción en los primeros trimestres de la vida de una operación, esto hace que la capacidad sea baja. La capacidad también es limitada por la disponibilidad de materia prima, ya que la actividad de construcción en Estados Unidos se ha reducido por las crisis económicas y por consecuencia los aserraderos han bajado su nivel de actividad en los últimos años.

- **Consumo**

En la figura a continuación se muestra que más del 80% de los pellets de Estados Unidos en el 2008 fueron enviados a destinos dentro del país y el resto de la producción fue destinada a Europa.

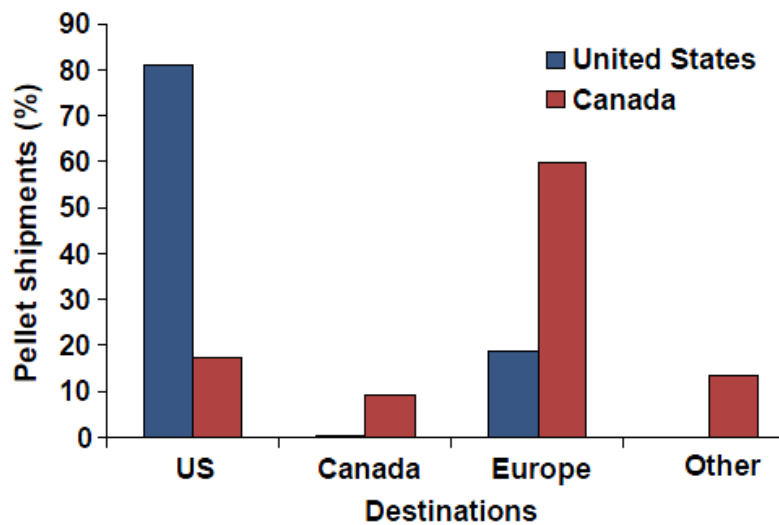


Figura 25: Destino de exportaciones de pellets de madera de U.S.A. y Canadá
Fuente: United States Department of Agriculture - North America's Wood Pellet Sector
2009

Estos datos indican que la demanda interna de Estados Unidos está siendo satisfecha por la misma producción nacional y no hay necesidad de importar en este país.

b) Canadá

- **Aspecto legal**

Canadá (Canadian Wood Pellet Association, 2006) fue uno de los primeros países en firmar el Protocolo de Kyoto, en Abril de 1998, y la ratificación formal se produjo en diciembre de 2002. El gobierno se comprometió a que Canadá reduzca sus emisiones de gases de efecto invernadero en un 6% por debajo de los niveles de 1990, por el período de compromiso de 5 años que va de 2008 a 2012. En el 2002 el plan de cambio climático comprometió al país en reducir las emisiones de gases de efecto invernadero por 240 millones de toneladas al año a finales de 2012. Propuso una estrategia en tres etapas para alcanzar ese objetivo mediante una combinación de incentivos, regulaciones y medidas fiscales.

- **Producción**

La Fabricación y exportación de pellets de madera en Canadá ha crecido de manera exponencial en los últimos años, principalmente en la costa oeste. Hay al menos 23 plantas de pellets, de los cuales casi la mitad son de la Columbia Británica (British Columbia).

Para las empresas en la Columbia Británica, con puerto al mar en las proximidades, el mercado es principalmente Europa. El oeste de Canadá es actualmente responsable de más del 70% de la producción del país, exportando más de medio millón de toneladas de pellets en el extranjero cada año.

- **Consumo**

El consumo de pellets en Canadá es relativamente pequeño y no excede 150 000 toneladas en 2006 y se utilizan principalmente en el sector de la calefacción doméstica.

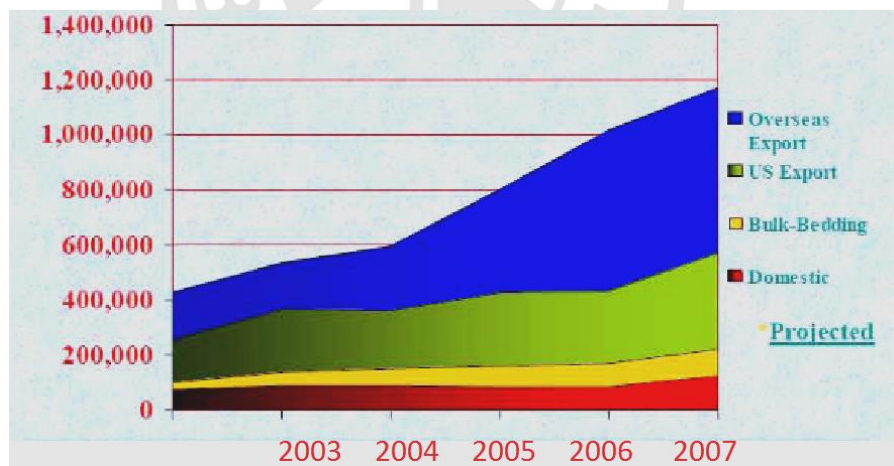


Figura 26: Exportación y demanda nacional de pellets de madera en Canadá

Fuente: Canadian Wood Pellet Association, 2006

En la figura anterior, nos indica que el Mercado de Canadá ya está saturado, pues el consumo de pellets de madera es muy poco y el resto de la producción va destinada a Europa.

3.1.1.2 Europa

Para analizar el mercado de Europa, se tomaron los países que importan. A partir de la siguiente figura podemos destacar los países:

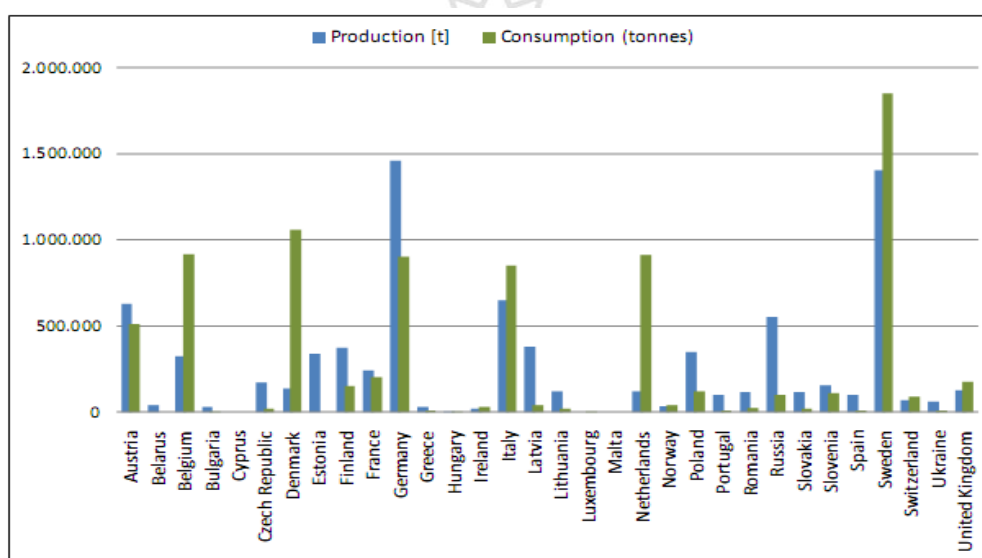


Figura 27: Producción y consumo de pellets de madera en la Unión Europea
Fuente: Final report on producers, traders and consumers of wood pellets, 2009

- Bélgica
- Dinamarca
- Irlanda
- Italia
- Países bajos
- Noruega
- Suecia
- Suiza
- Reino Unido

De estos países, se tomaron los que tienen un mercado de pellets de madera desarrollado que cuentan con buenos datos históricos, y los países que exportan su producto debido a un excedente de producción.

Según el ANEXO 1 obtenemos que:

Developed Pellet Market	Emerging Pellet Market	New Pellet Market
Austria	Estonia	Bulgaria
Belgium	France	Cyprus
Denmark	Norway	Czech republic
Finland	Poland	Greece
Germany	Romania	Hungary
Italy	Slovakia	Ireland
Netherlands	Spain	Lithuania
Sweden	Slovenia	Luxemburg
8 countries	Switzerland	Malta
	Latvia	Portugal
	UK	10 countries
	11 countries	

Figura 28: Mercados de pellets de madera en la Unión Europea

Fuente: Analysis of new, emerging and developed European pellet markets – Pellets Atlas 2009

Analizando estos cuadros se obtiene los siguientes países con un mercado de pellets de madera desarrollado:

- Bélgica
- Dinamarca
- Italia
- Países Bajos
- Suecia

Mediante datos resumidos se analizaron los países seleccionados.

a) Bélgica

En la actualidad la producción de pellets de madera en Bélgica, no puede satisfacer su enorme demanda, por eso la mayor parte de los pellets industriales utilizados son importados. En Bélgica rige el Green Certificate (también conocido como Renewable Energy Certificates - RECs) para la generación de energía limpia contribuye a la estimulación de la demanda de biocombustibles sólidos, incluidos los granulados, para la generación de electricidad en la co-combustión y las reducciones de impuestos federal con un sistema de subvención en Valonia promoviendo el desarrollo de este sector, que era insignificante en 2006 y creció fuertemente, especialmente en 2008.

Number of plants for pellet production	10	Production	325.000 tons per year
Consumption	920.000 tons per year	Production Capacity	450.000 tons per year
Import	595.000 tons per year	% Average growth (2006-2008)	Due to the lack of historical data, the red line in graph represents an assumption, so a realistic percentage can't be mentioned
Num inhabitants	10.660.770	Pellets Procapita	86.3 kg pellets per inhabitant

Figura 29: Data sobre el mercado de pellets en Bélgica

Fuente: Bioenergy International Journal – Pellets Atlas 2009

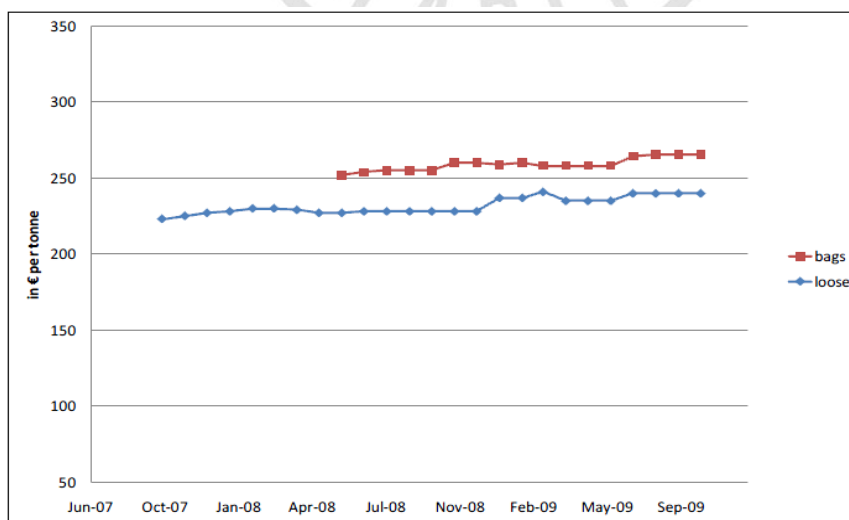


Figura 30: Precio de pellets de madera en Bélgica

Fuente: ValBiom - Final report on producers, traders and consumers of wood pellets 2009

b) Dinamarca

En el año 2007 la capacidad nacional de producción fue alrededor de 135 000 ton/año y solo fue capaz de cubrir el 12.5% de la demanda nacional. En el 2008 el consumo total de pellets de madera en Dinamarca fue alrededor de 1 millón de toneladas (Pellets Atlas, 2009). Este nivel alto se debe al hecho de que más de la mitad de la demanda se dio en el uso doméstico, el cual va en constante aumento. Hoy en día, Dinamarca se ha convertido en el mayor país importador de pellets y actualmente existen doce empresas que se dedican a esta producción.

Number of plants for pellet production	12	Production	134.000 tons per year
Consumption	1.060.000 tons per year	Production Capacity	313.000 tons per year
Import	926.000 tons per year	% Average growth (2006-2008)	-0.5
Num inhabitants	5.479.712	Pellets Procapita	193,4 kg pellets per habitant

Figura 31: Data sobre el mercado de pellets de madera en Dinamarca

Fuente: Pellet market country report – Denmark – Pellets Atlas 2009

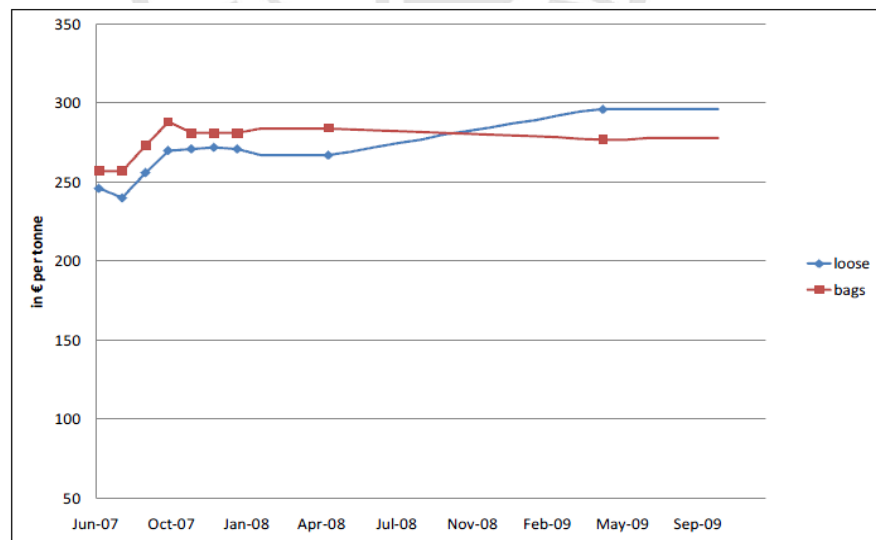


Figura 32: Precio de pellets de madera en Dinamarca

Fuente: FORCE Technology - Final report on producers, traders and consumers of wood pellets 2009

c) Italia

La producción Italiana de pellets se inició en 1998; se desarrolló casi exclusivamente para uso doméstico en la calefacción con pellets. A pesar del fuerte aumento anual de la demanda, la producción nacional de pellets de madera no puede satisfacer la demanda creciente, y la importación de los países limitantes con Italia aumentan año por año. Esta situación hace que sea necesario importar grandes cantidades de pellets. En Italia, casi todos los pellets se queman en más de 125 000 calentadores domésticos mientras que menos del 2% se utiliza para calderas de calefacción más grandes (Pellets atlas, 2009).

Number of plants for pellet production	75	Production	650.000 tons per year
Consumption	850.000 tons per year	Production Capacity	750.000 tons per year
Import	200.000 tons per year	% Average growth (2006-2008)	49
Num inhabitants	60.017.335	Pellets Procapita	14.6 kg pellets per habitant

Figura 33: Data sobre el mercado de pellets de madera en Italia
Fuente: Pellet Country report – Italy; www.aiel.cia.it – Pellets Atlas 2009

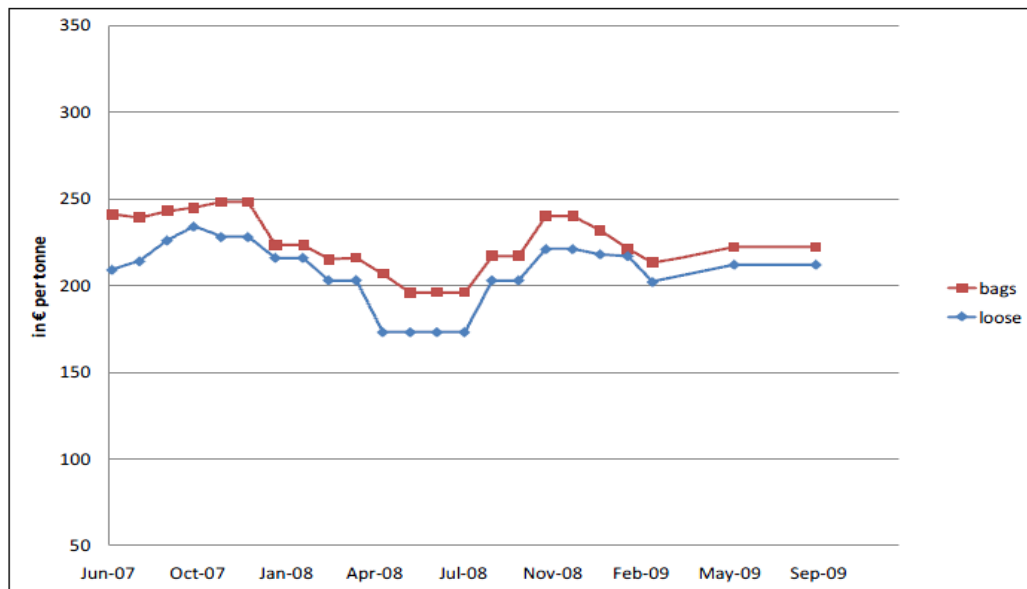


Figura 34: Precio de pellets de madera en Italia
Fuente: ETA – Renewable Energies- Final report on producers, traders and consumers of wood pellets 2009

d) Países Bajos

En los Países Bajos el consumo de pellets de madera ha aumentado de menos de 200 000 toneladas en 2002 a más de 900 000 toneladas en 2008 (Pellets atlas, 2009). El mercado nacional está formado por usuarios industriales del 95% y un 5% los usuarios residenciales.

La industria forestal está basado sobre las importaciones grandes de madera (Alemania, países escandinavos, Indonesia, países de África occidental), ya que los bosques neerlandeses son relativamente pequeño (350 000 hectáreas o aproximadamente el 8% de la superficie terrestre del país). Como los Países Bajos tienen muy limitados recursos nacionales de la materia prima disponible, es poco probable que cualquier nueva capacidad de producción de pellets significativa se construya en los próximos años.

Es muy probable que en el futuro, la importación de biomasa sea necesaria para lograr los objetivos propuestos de las políticas neerlandesa para la energía renovable (20% producción de electricidad renovable a finales de 2020 – Protocolo de Kyoto).

Number of plants for pellet production	2	Production	120.000 tons per year
Consumption	913.500 tons per year	Production Capacity	130.000 tons per year
Import	793.500 tons per year	% Average growth (2006-2008)	4.5
Num inhabitants	1.640.2047	Pellets Procapita	55.7 kg pellets per habitant

Figura 35: Data sobre el mercado de pellets de madera en los Países Bajos
Fuente: The European market of wood pellets for heating and power production - Pellets Atlas 2009

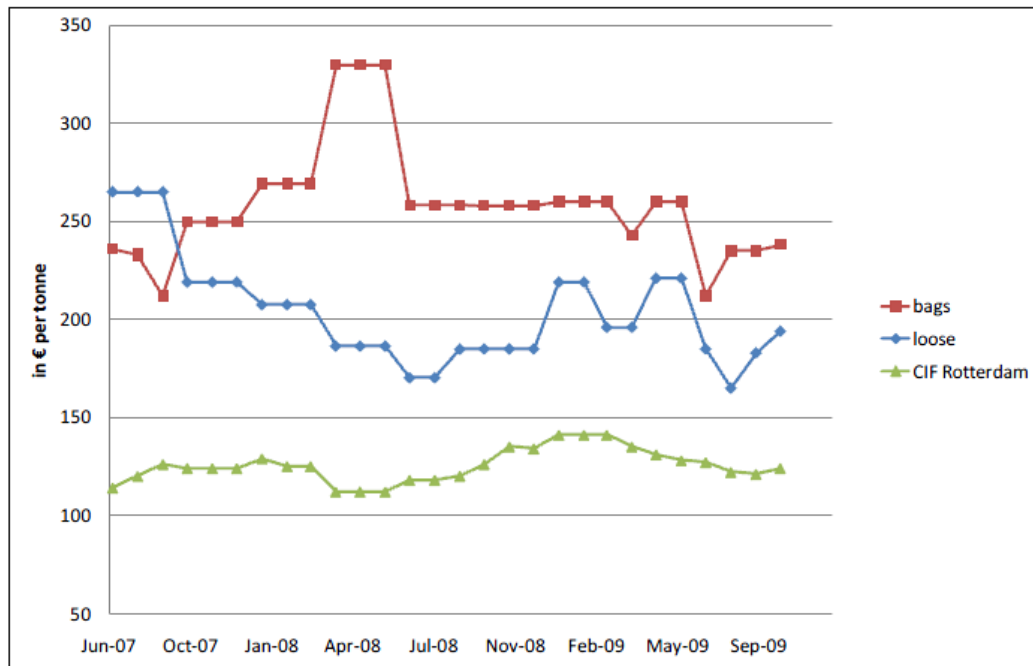


Figura 36: Precio de pellets de madera en los Países Bajos

Fuente: ETA – UU – University Utrecht, Endex- Final report on producers, traders and consumers of wood pellets 2009

e) Suecia

La producción de Suecia se basa en gran medida de residuos de los aserraderos y las numerosas industrias madereras. Los pellets se producen en casi 95 sitios y las principales materias primas utilizadas para la producción de pellets de madera son el aserrín, virutas, astillas de madera y otros subproductos.

Los pellets son importados de Canadá, Polonia, Finlandia y los Países Bálticos. Algunos fabricantes suecos también exportan pellets, la mayoría son enviados a Dinamarca y al Reino Unido.

Al ser un mercado de pellets muy desarrollado, todos los modos de transporte y de entrega son óptimos. Se puede esperar que la demanda en el sector residencial aumente debido a los altos precios de los combustibles fósiles y los altos impuestos.

Number of plants for pellet production	94	Production	1.405.000 tons per year
Consumption	1.850.000 tons per year	Production Capacity	2.200.000 tons per year
Import	445.000 tons per year	% Average growth (2006-2008)	-2
Num inhabitants	9.181.706	Pellets Procapita	201.49 kg pellets per habitant

Figura 37: Data sobre el mercado de pellets en Suecia

Fuente: Pellet market country report – Sweden – Pellets Atlas 2009

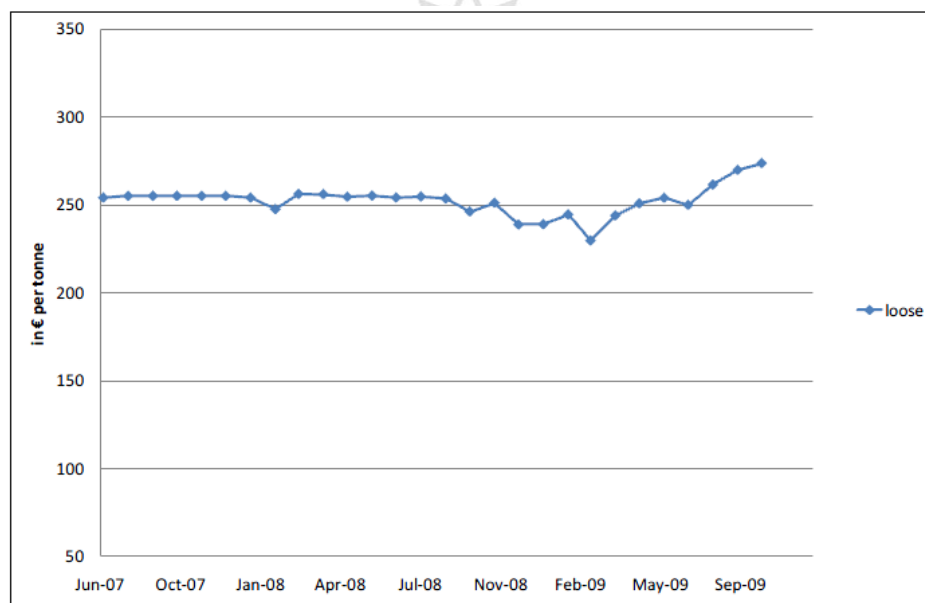


Figura 38: Precio de pellet de madera en Suecia

Fuente: PiR- Final report on producers, traders and consumers of wood pellets 2009

3.1.2 Elección del mercado potencial

Se definió el mercado objetivo tomando en cuenta los siguientes factores:

- **Importación promedio:** cantidad de toneladas de pellets en promedio que importa cada país por año.
- **Costo de exportación:** monto monetario que nos cuesta llevar desde nuestro país hacia los destinos a los cuales se desea exportar.

- **Precio promedio:** precio promedio que pagan los consumidores, incluido el impuesto sobre el valor añadido (IVA) de cada país

En la siguiente tabla se muestran los datos sobre el mercado de pellets (ANEXO N°2)

Tabla 4: Datos resumen sobre el mercado de pellets de madera

Países	Importación promedio (tonelada / año)	Costo de exportación (20 t /container) (ANEXO N°3)	Precio promedio (€ / ton)
Bélgica	554 667	\$1,400	€243.2
Dinamarca	612 522	\$1,460	€281.0
Italia	111 429	\$1,520	€212.1
Países Bajos	283 000	\$1,420	€194.4
Suecia	1 850 000	\$1,500	€253.7

Fuente: Pellet market country report – Pellets Atlas 2009

Elaboración: Los autores

Se establecieron la importancia de los factores mediante porcentajes, se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 5: Ponderación para elegir el mercado objetivo

Descripción	Ponderación	Alternativas				
		Bélgica	Dinamarca	Italia	Países Bajos	Suecia
Importación Promedio	12.40%	22.40%	31.90%	8.00%	22.40%	15.20%
Costo de exportación	51.70%	20.80%	20.00%	19.20%	20.50%	19.40%
Precio promedio	35.90%	20.40%	30.00%	13.70%	10.40%	25.50%
Total	100.00%	20.86%	25.07%	15.84%	17.11%	21.07%

Elaboración: Los autores

Analizado los resultados, se decidió elegir el país de Dinamarca con un porcentaje de 25.07% el cual indica que reúne las mejores condiciones para exportar.

3.1.3 Estudio del mercado potencial: Dinamarca

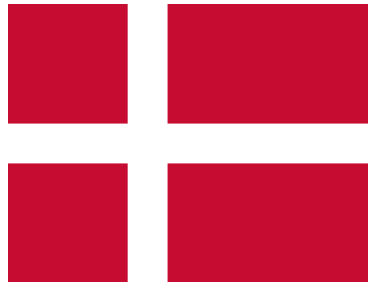


Figura 39: Bandera del país de Dinamarca

3.1.3.1 Competencia

En la actualidad, en el país de Dinamarca 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 (Pellets Atlas – 2009).



Figura 40: Ubicación de productores en el mapa geográfico de Dinamarca

Fuente: Pellets Atlas

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.

3.1.3.2 Producto

En el mercado danés existen diferentes recursos para generar energía aparte de los pellets de madera, estos son el gas natural y el aceite para calefacción.

En la siguiente figura se muestra cuanto nos cuesta generar energía con cada uno de estos recursos.

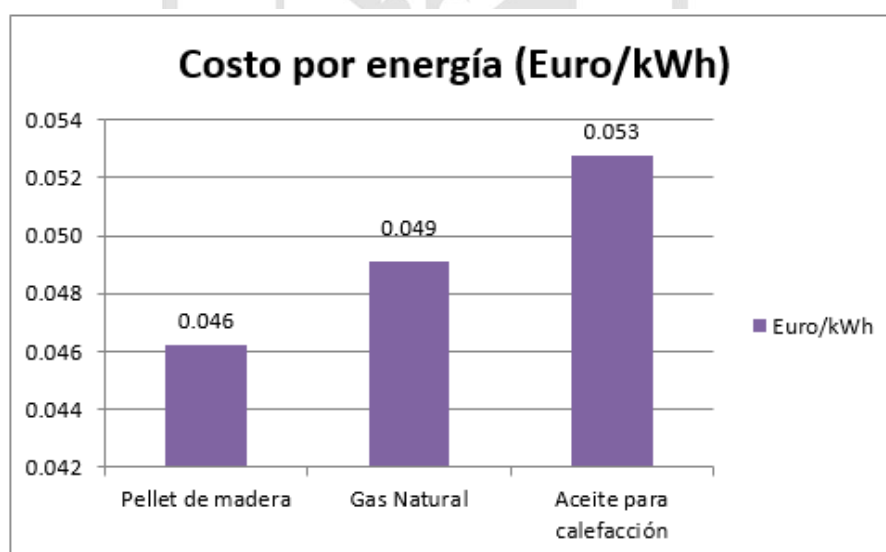


Figura 41: Costo de generar energía de los diferentes recursos (Euro/kWh)

Fuente: Biomass Energy Centre

Elaboración: Los autores

El método más costoso para generar energía es por aceite de calefacción y el más barato vendría a ser por pellets de madera. Por ser más barato, el pellet de madera suele ser

atractivo para el consumidor, y esto contribuye a que la demanda en Dinamarca siga creciendo.

A pesar de esto, Dinamarca no cuenta con un estándar nacional establecido, principalmente, se utiliza el certificado DINplus que es una norma original de Alemania y establecido por DIN CERTCO. Al principio se creó la norma DIN pero esta no resultó ser muy útil. Para esto DIN CERTCO elaboró el DINplus que combina características de la alemana DIN 51731 y la austriaca ÖNORM M 7135. Este plan incluye el establecimiento de la gestión de calidad interno y anual y los controles externos, sin previo aviso.



Figura 42: Logo DINplus

Fuente: <http://www.dincertco.de/>

Las especificaciones establecidas para la fabricación de pellets de madera según el certificado de DINplus en el país de Dinamarca es el siguiente:

Tabla 6: Especificaciones del Certificado DINplus

Especificaciones	Unidades	Valores
Diámetro	mm	6 – 8
Longitud	mm	< 5 x D
Densidad	Kg/ dm ³	> 1.12
Humedad	%	< 10
Resistencia Mecánica	%	>97.5
Contenido de Ceniza	%	< 0.7
Contenido de Energía	MJ / kg	16.5 - 19

Fuente: Advancement of pellets-related European standards - Pellets Atlas

Elaboración: Los autores

3.1.3.3 Mercado de pellets de madera

El mercado de pellets de madera en Dinamarca pertenece a uno de los más grandes en el sector. Se utilizan en todos los tamaños: estufas en casas familiares, plantas de calefacción urbana (district heating) de distritos de tamaño medio y las centrales de calefacción, y grandes plantas productoras de energía y calor para los sistemas de calefacción de grandes distritos.

En la siguiente tabla se puede observar el consumo de pellets de madera para cada sector.

Tabla 7: Consumo de pellets de madera para el sector residencial, urbano y plantas en Dinamarca

Año	Residencial (t/año)	Calefacción urbana (t/año)	Grandes plantas (t/año)	Total	% Participación Residencial	% Participación Calefacción urbana	% Participación Grandes Plantas
2001	223,000	71,000	114,000	408,000	54.66%	17.40%	27.94%
2002	253,000	72,000	126,000	451,000	56.10%	15.96%	27.94%
2003	283,000	73,000	206,000	562,000	50.36%	12.99%	36.65%
2004	295,000	74,000	362,000	731,000	40.36%	10.12%	49.52%
2005	309,000	77,000	432,000	818,000	37.78%	9.41%	52.81%
2006	469,000	134,000	289,000	892,000	52.58%	15.02%	32.40%
2007	505,000	144,000	344,000	993,000	50.86%	14.50%	34.64%
2008	471,000	234,000	355,000	1 060,000	44.43%	22.08%	33.49%
2009	471,000	234,000	385,000	1 090,000	43.21%	21.47%	35.32%
Total	3 279,000	1 113,000	2 613,000	7 005,000	47.81%	15.44%	36.75%

Fuente: Pellets Atlas

Elaboración: Los autores

En la figura a continuación se observa la evolución del consumo de los pellets a lo largo de los últimos años.

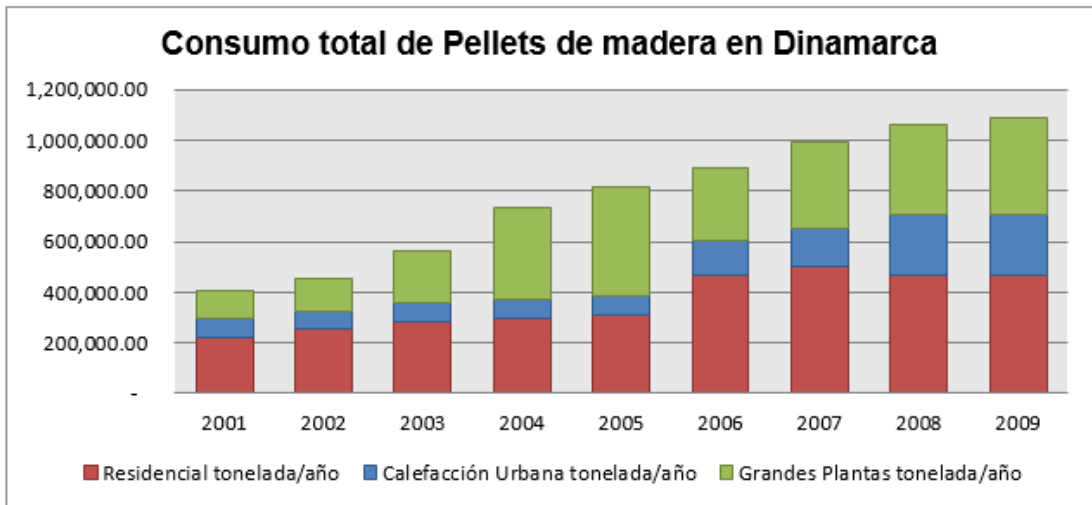


Figura 43: Consumo total de pellets de madera en Dinamarca

Fuente: Pellets Atlas

Elaboración: Los autores

En la siguiente figura se muestra el porcentaje de mercado que le corresponde a cada sector. Se observa que el mayor consumo de pellets de madera está dado por las zonas residenciales, luego sigue en las grandes plantas de generación de energía y el resto en la generación de calor urbana.

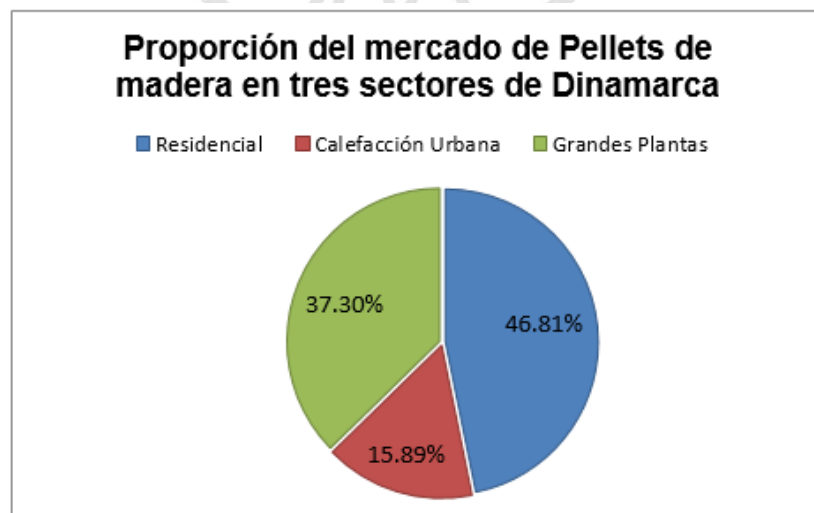


Figura 44: Segmentación del mercado de pellets de madera mostrado en porcentajes

Fuente: Pellets Atlas

Elaboración: Los autores

Los productores en Dinamarca tienen problemas para acceder a las materias primas debido a los cambios en la disponibilidad de estas, pues cada vez se están haciendo más insuficientes, causando que la producción nacional de pellets de madera baje. En la siguiente tabla se muestra la producción de pellets de madera.

Tabla 8: Producción total de pellets de madera en Dinamarca (Ton/año)

Año	Producción (t/año)
2001	173,000.00
2002	168,000.00
2003	177,000.00
2004	187,000.00
2005	187,000.00
2006	137,000.00
2007	149,000.00
2008	134,300.00
2009	180,000.00

Fuente: Pellets Atlas
Elaboración: Los autores

Comparando el consumo y la producción obtenemos:

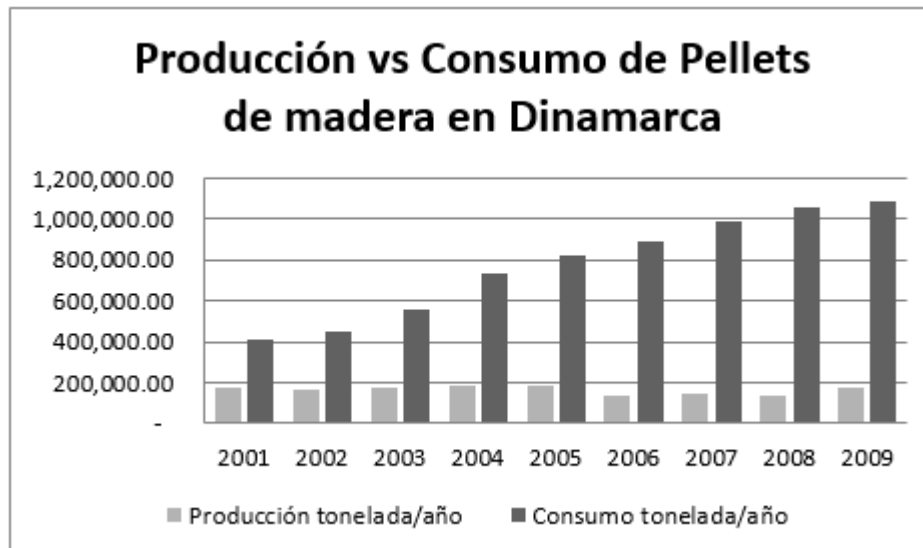


Figura 45: Relación producción y consumo de pellets de madera.

Fuente: Pellets Atlas

Elaboración: Los autores

Como se muestra en la figura anterior, la producción de pellets ha seguido una tendencia descendente pero en el año 2009 se puede distinguir un alza. Aunque en este último año se haya tenido un alza en la producción, sigue siendo insuficiente para la magnitud de demanda que se encuentra en el mercado danés.

3.1.3.4 Precios

En Dinamarca, los precios de pellets de madera en toneladas para el año 2009 fueron de 278 euros aproximadamente. Los precios de pellets madera en bolsas de 20kg han sido los siguientes:

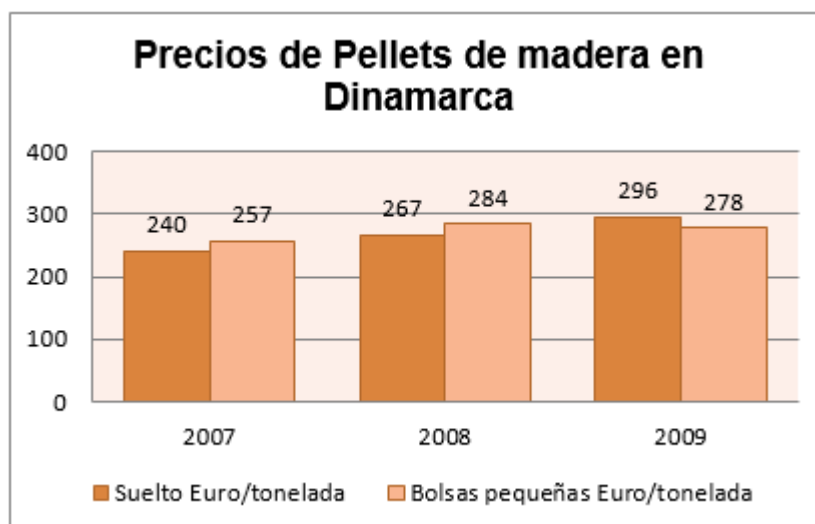


Figura. 2 Cuadro de comparación de precio de pellets de madera

Fuente: Pellets Atlas

Elaboración: Los autores

3.1.3.5 El consumidor y el segmento objetivo

El segmento objetivo es el sector con mayor consumo en el mercado danés de pellets de madera. Este está dado por el sector RESIDENCIAL que tiene el 46.81% de todo el mercado. La importación de pellets de madera a lo largo de los años es la siguiente:

Tabla 9: Importación total de pellets de madera en Dinamarca

Año	Importación (t/año)
2001	235,000
2002	283,000
2003	385,000
2004	544,000
2005	631,000
2006	755,000
2007	844,000
2008	925,700
2009	910,000

Fuente: Pellets Atlas

Elaboración: Los autores

Con los datos de la tabla anterior, observamos la evolución de importación histórica.

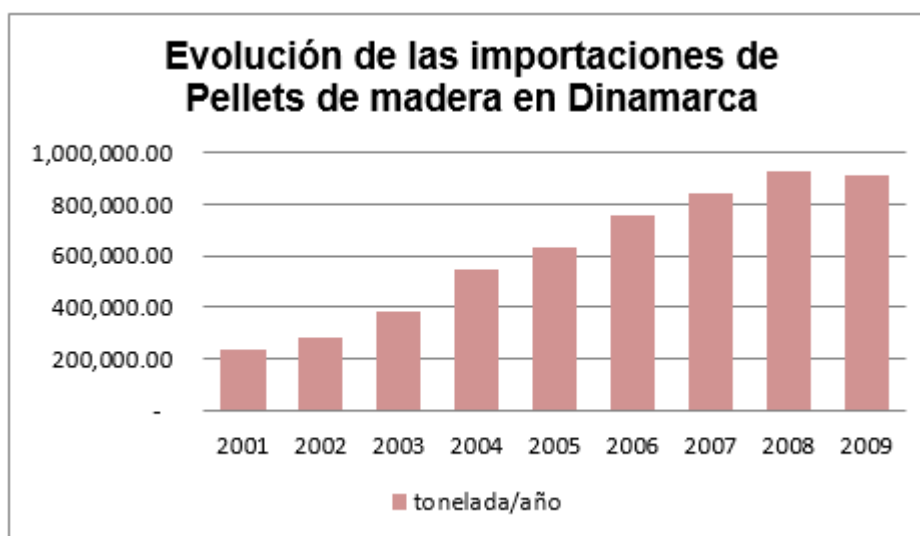


Figura 3: Importación de pellets de madera en Dinamarca
Fuente: Pellets Atlas
Elaboración: Los autores

Para obtener un estimado de importaciones en el sector residencial se utilizó el porcentaje de participación del sector en el mercado y se obtuvieron la siguiente:

Tabla 10: Importación total en el sector residencial de pellets de madera en Dinamarca

Año	Importación (t/año)
2001	128,444
2002	158,756
2003	193,870
2004	219,535
2005	238,361
2006	396,967
2007	429,225
2008	411,325
2009	393,220

Fuente: Pellets Atlas
Elaboración: Los autores

Al tener como premisa estos datos se realizó un pronóstico del comportamiento del mercado. Para ello se evaluó dos métodos que se aplican cuando existen tendencia en los datos, el que tenga el menor error promedio absoluto es el más apropiado.

- Método de suavizamiento exponencial doble o de Holt
- Método de promedio móviles

Para el primer caso se empleó la siguiente fórmula:

$$\begin{aligned} S_t &= \alpha \cdot D_{t-1} + (1-\alpha) (S_{t-1} + T_{t-1}) \\ T_t &= \beta \cdot (S_t - S_{t-1}) + (1 - \beta) \cdot T_{t-1} \\ F_{t+m} &= S_t + T_t \cdot m \end{aligned}$$

Donde:

- S_t = Valor suavizado
- T_t = Estimación de la tendencia
- F_t = Pronóstico
- D_t = Demanda
- α = Factor de suavizamiento de los datos ($0 < \alpha < 1$)
- β = Factor suavizado de la tendencia ($0 < \beta < 1$)

Los valores óptimos de α y β son los que minimizan el error absoluto promedio, para nuestro caso $\alpha = 0.99$ y $\beta = 0.1$.

Reemplazando cada uno de los valores para cada año obtenemos el siguiente:

Tabla 11: Pronóstico utilizando el método de suavizamiento exponencial doble o Holt

Año	Demanda (t/ año)	St	Tt	Error absoluto
2001	128,444			
2002	158,757	80,110	41,083	78,647
2003	193,871	158,381	44,802	35,490
2004	219,535	193,964	43,880	25,571
2005	238,361	219,718	42,067	18,643
2006	396,968	238,595	39,748	158,373
2007	429,225	395,782	51,492	33,443
2008	411,326	429,405	49,705	18,079
2009	393,221	412,004	42,995	18,783
2010		454,998		
2011		497,993		
2012		540,988		
2013		583,982		
2014		626,977		
2015		669,971		

Fuente: Pellets Atlas

Elaboración: Los autores

Los datos que están en rojo son los pronósticos para los siguientes cinco años. Se puede observar que la demanda seguirá en constante crecimiento.

El error absoluto medio para este caso es: 48 379 t/año.

Para el segundo caso, el de los promedios móviles, se realizarán tres pronósticos para promedio móvil de dos, tres y cuatro periodos. Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$F_t = F_{t-1} + D_t - D_{t-k} / k$$

Dónde :

F_t = Pronóstico

D_t = Demanda

k = Número de periodos

Aplicando esta fórmula para los tres casos tenemos los resultados siguientes:

- Para el promedio móvil de dos periodos

Tabla 12: Pronóstico Caso 1 utilizando el método de promedio móvil

Año	Demanda	F_t	Error absoluto
2001	128,444		
2002	158,757		
2003	193,871	143,601	50,271
2004	219,535	176,314	43,221
2005	238,361	206,703	31,658
2006	396,968	228,948	168,020
2007	429,225	317,665	111,561
2008	411,326	413,097	1,771
2009	393,221	420,276	27,055
2010		402,274	

Fuente: Pellets Atlas

Elaboración: Los autores

El error absoluto medio para este caso es: 61,936 t/año.

- Para el promedio móvil de tres periodos.

Tabla 13: Pronóstico Caso 2 utilizando el método de promedio móvil

Año	Demanda	Ft	Error absoluto
2001	128,444		
2002	158,757		
2003	193,871		
2004	219,535	160,357	59,178
2005	238,361	190,721	47,640
2006	396,968	217,256	179,712
2007	429,225	284,955	144,270
2008	411,326	354,851	56,475
2009	393,221	412,506	19,285
2010		411,257	

Fuente: Pellets Atlas
Elaboración: Los autores

El error absoluto medio para este caso es: 84,426 t/año

- Para el promedio móvil de cuatro periodos.

Tabla 14: Pronóstico Caso 3 utilizando el método de promedio móvil

Año	Demanda	Pronóstico	Error absoluto
2001	128,444		
2002	158,757		
2003	193,871		
2004	219,535		
2005	238,361	175,152	63,209
2006	396,968	202,631	194,337
2007	429,225	262,184	167,041
2008	411,326	321,022	90,304
2009	393,221	368,970	24,251
2010		407,685	

Fuente: Pellets Atlas
Elaboración: Los autores

El error absoluto medio para este caso es: 107 828 t/año

Como ya se mencionó, se elegirá el método que tenga el menor error promedio absoluto, y se puede observar que el método que cumple esta condición es el método de suavizamiento de Holt. La demanda de pellets para los años siguientes es:

Tabla 15: Pronóstico de demanda de pellets de madera del año 2011 - 2015

Año	Demanda (t/ año)
2011	497,993
2012	540,988
2013	583,982
2014	626,977
2015	669,971

Fuente: Pellets Atlas

Elaboración: Los autores



Figura 46: Pronóstico de la demanda para el sector residencial

Elaboración: Los autores

3.1.3.6 Uso de los pellets de madera en el Sector Residencial

Para generar calor por medio de la combustión de los pellets de madera se utilizan estufas adecuadas, especialmente para el tipo de combustible.



Figura 47: Estufas utilizadas para la generación de calor por medio de los pellets de madera, Marca: Passat, Modelo: BioHeat 149

Fuente: <http://www.passat.dk>

Estas estufas ya vienen completamente automatizadas, lo único que tiene que hacer el usuario final es suministrarlas con la cantidad de pellet de madera que desea quemar. Aquí resalta la importancia del tamaño de los pellets, ya que su diminuto tamaño ayuda a la dosificación y reduce el esfuerzo que se tiene que hacer para cargar las bolsas.



Figura 48: Dosificación de las estufas con los pellets de madera

Fuente: <http://www.passat.dk>

Las estufas de pellets de madera tienen las funcionalidades siguientes:

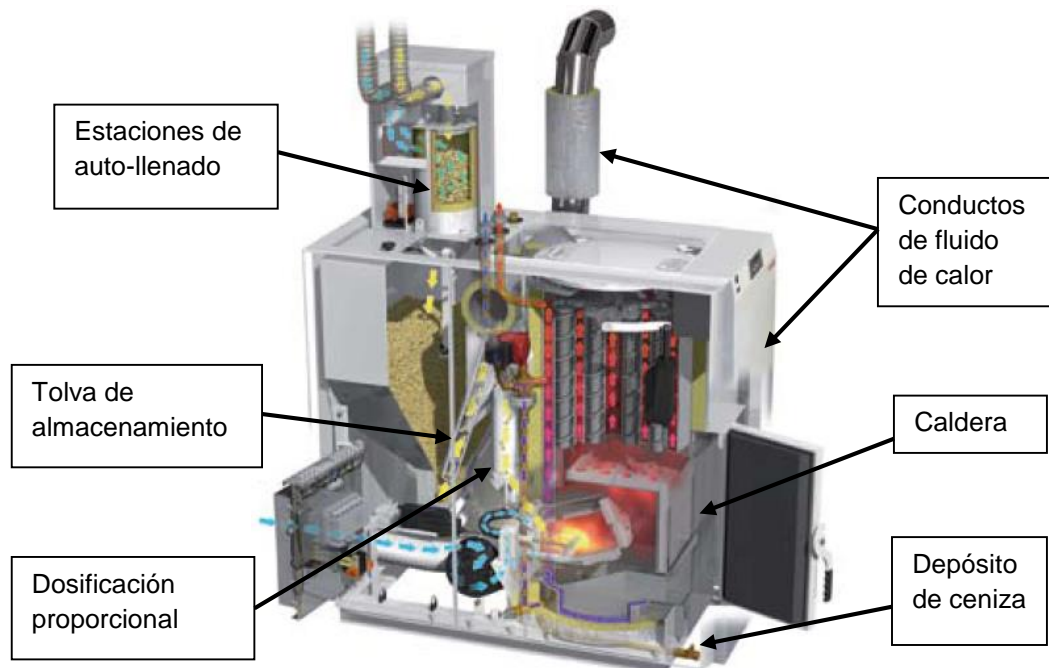


Figura 49: Diagrama de funcionalidad de las estufas.

Fuente: <http://www.passat.dk>

Especificaciones de la estufa utilizada para la calefacción

Tabla 16: Especificaciones técnicas de las estufas

BioHeat	15
Corriente	15 kW
Eficiencia	91,2%
Ancho-Largo-Altura	650 x 1360 x 1300 mm
Peso	350 kg
Deposito ceniza	12 litros
Tipo de combustible	Pellet de madera
Consumo eléctrico	Max. 60W + encendido
Temperatura salida	85 C
Diámetro chimenea	150 mm

Fuente: <http://www.passat.dk>

3.1.3.7 La Empresa

El nombre de nuestra empresa es PERU PELLETS SAC, y será identificada por el siguiente logotipo:



Figura 50: Logotipo representativo del nombre de la Empresa

Elaboración: Los autores

La marca del producto es INKA PELLETS y será reconocido por el logo siguiente:



Figura 51: Logo que identifica la marca del producto

Elaboración: Los autores

a. Visión

Ser una empresa transnacional, rentable y líder en el mercado europeo de pellets de madera, cuidando el medio ambiente utilizando residuos naturales.

b. Misión

Brindamos calor a los hogares europeos, produciendo y exportando pellets de madera, con la más alta calidad utilizando los residuos de la Industrial Forestal Peruana.

3.1.3.8 Diagnóstico situacional - análisis PEST

a. Factores Políticos

La Unión Europea está impulsando políticas medioambientales implementadas en el 2007, las cuales tienen como objetivo:

- Reducción del 20% en las emisiones de gases de efecto invernadero.
- El 20% de participación de energías renovables en el consumo total de energía en el año 2020.
- En el Perú existen leyes relacionadas al cuidado del medio ambiente y para poner en marcha una empresa se deben de cumplir:
 - Leyes de Residuos Sólidos (LEY N° 27314)
 - Las Políticas Nacionales de Ambiente (Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM)
 - La Ley General del Ambiente (LEY N° 28611)

b. Factores económicos

Dinamarca, tras sufrir las consecuencias de la crisis económica internacional, tiene una ligera recuperación año tras año. Esto, porque es uno de los países más desarrollados en la zona. La importancia de los fletes marinos y el tener una economía muy abierta hacia el exterior, han hecho de la economía danesa una estructura sólida.

Dinamarca al 2009 cuenta con un PBI per cápita de \$36 000.00 y un consumo de pellets de madera per cápita de 194.4 kg.

La moneda nacional de Dinamarca es la Corona Danesa (DKK), aunque también se utiliza el Euro (€). Un DKK equivale a 0.134 €.

c. Factores socio-culturales

Dinamarca, actualmente es un país con un promedio de 5' 523 000.00 de habitantes.

Tabla 17: Población anual aproximada en Dinamarca del año 2000 - 2009

Año	Población
2000	5 330,020
2001	5 349,212
2002	5 368,354
2003	5 383,507
2004	5 397,640
2005	5 411,405
2006	5 427,459
2007	5 447,084
2008	5 494.000
2009	5 523,000

Elaboración: Statistics Denmark (2009)

Tenemos que:

Tabla 18: Distribución por porcentaje en años de hombres y mujeres en Dinamarca

Años	Porcentaje	Hombres	Mujeres
0-14	18.1%	511,882	485,782
15-64	65.8%	1 817,800	1 798,964
65 a más	16.1%	387,142	498,940

Elaboración: The World Factbook

Se estima que la edad promedio del danés es de 40.5 años y que el 87% de la población total vive en zonas urbana.

El clima de Dinamarca se encuentra en una zona temperada, ya que en el año tiene un máximo de 23°C y un mínimo de -4°C aproximadamente. Teniendo como temperatura promedio de 0°C en invierno y 15°C en verano, haciendo que los habitantes tengan y usen un sistema de calefacción casi todo el año.

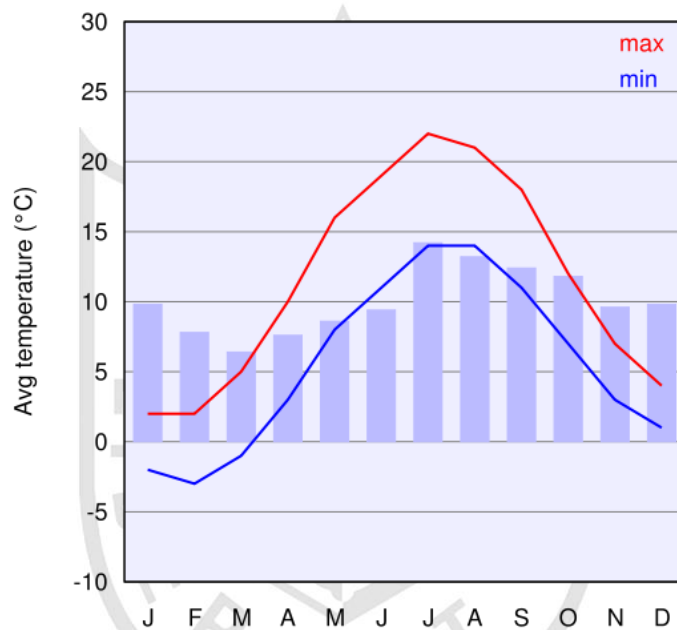


Figura 52: Relación de temperatura – meses del año en Dinamarca
Elaboración: BBC Weather Centre

d. Factores Tecnológicos

Dinamarca ha pasado de ser 93% dependiente de las fuentes de petróleo extranjeras a convertirse autosuficiente de energía al 100%; gracias a las políticas energéticas implementadas después de la crisis de petróleo de 1973. Esto ha impulsado a Dinamarca en el uso de tecnología de las energías renovables.

Las más utilizadas son: biomasa, eólica y solar; para proporcionar la energía a la calefacción urbana. Pero existe un problema, la energía eólica y solar no siempre están disponibles, ya que depende de la naturaleza y esta no se organiza de acuerdo a las necesidades de las personas.



Figura 53: Energía Eólica



Figura 54: Energía Solar

3.1.3.9 Objetivos estratégicos

a. Objetivo estratégico general

Posicionamiento en el mercado de Dinamarca de pellets de madera.

b. Objetivos estratégicos específicos

- Aumentar la notoriedad de la marca
- Incrementar los niveles de ventas en un 9% por año en promedio
- Producir para otro tipo de sectores: industrial y calefacción urbana
- Recuperación del dinero invertido en un plazo de tres años

3.1.3.10 Estrategia comercial

Una vez establecido nuestro objetivo estratégico y la forma de como llegaremos a él, pasaremos a identificar los factores para diseñar una estrategia para alcanzar estos objetivos.

a) Política de segmentación

i. Segmentación geográfica

Las principales ciudades de Dinamarca:

- Aalborg
- Aarhus
- Copenhagen
- Fredericia

ii. Segmentación demográfica

Familias de segmento socio económico A, B y C, ya que el promedio de PBI per cápita es de \$36 000.00 y la edad promedio es de 40.5 años, lo que demuestra accesibilidad económica.

iii. Segmentación psicográfica

Los daneses tienen la necesidad de vivir en un hogar cálido, por su clima temperado-frío.



Figura 55: Danesa utilizando una estufa para pellets de madera

iv. Segmentación conductual

Personas que tienen preferencia por productos que generen energía renovable, que sean de calidad y precio accesible.

b) Política de posicionamiento

i. Posicionamiento basado en las características del producto

Los pellets de madera son hechos al 100% de material residual de la madera, haciéndolo un producto de energía renovable (biomasa).

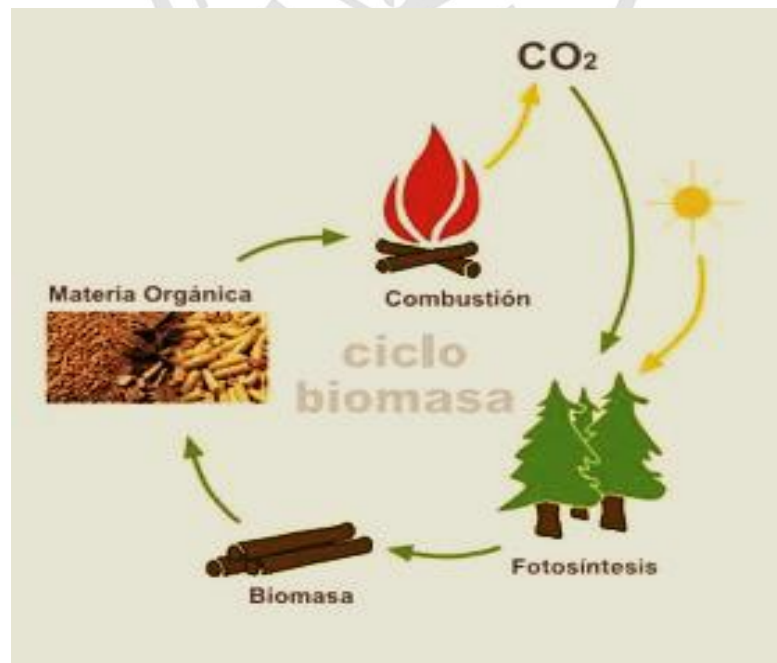


Figura 56: Ciclo de la Biomasa

ii. Posicionamiento en base precio/calidad

Los pellets de madera a producir cumplirán con las especificaciones establecidas por el estándar europeo DINplus y el precio a establecer para el producto será en base al precio en el mercado danés.

Tabla 19: Especificaciones técnicas de pellets de madera

Especificaciones	Unidades	Valores
Diámetro	mm	4 – 10
Longitud	mm	< 5 x D
Humedad	%	< 10
Contenido de Energía	MJ / kg	> 18

Elaboración: Los autores

Los pellets de madera a producir tendrán de diámetro de 6 a 8 mm, largo 30mm, el porcentaje de humedad deberá ser menor a 10% y el contenido de energía mayor a 18 MJ/kg.

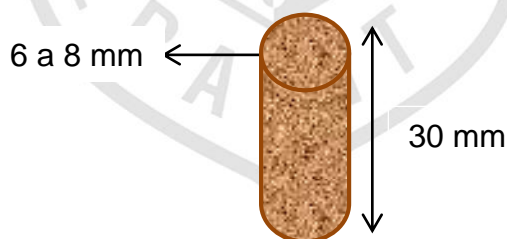


Figura 57: Bosquejo y medidas de pellet de madera

Elaboración: Los autores

Se estima que un precio de venta adecuado sería de 200 a 250 euros por toneladas en bolsas de 20 kg; diferenciándonos de los demás productos locales por el bajo precio en un 15% menos aproximadamente.

iii. Posicionamiento con respecto al uso o beneficio que reporta el producto

- No emite gases tóxicos
- Al consumirse deja una mínima cantidad de residuos (cenizas)
- Rápido en encender
- Es un producto sólido que mantiene su forma
- Gran emisión de calor
- Posicionamiento orientado al usuario
- El producto está orientado a las familias que cuentan con sistema de calefacción integrado a los hogares

iv. Precio, distribución física y logística internacional

Para transportar la producción de pellets de madera desde Perú hacia Dinamarca existen alternativas que mencionaremos a continuación:

Exportar desde la ciudad de Iquitos. Según ENAPU-IQUITOS (Empresa Nacional de Puertos SA) existe un buque de nombre YACU PUMA, este exporta como carga madera y derivados hacia los Estados Unidos. El problema es que en la actualidad este barco llega al puerto de Iquitos cada tres meses. Esto nos desfavorece ya que dependería de los demás productores.

En cuanto a la carretera INTEROCEÁNICA que da salida a Brasil. No se la tomará en cuenta, ya que recién se finalizará con el tramo sur que va desde Madre de Dios (Perú) hasta Mato Grosso (Brasil).

Existe otra posibilidad de exportar nuestros pellets de madera el cual es hacerlo por el puerto del Callao. No existen mayores dificultades para realizar la exportación por esta vía, ya que hay un mayor flujo de barcos y tiene un sistema mejor desarrollado.

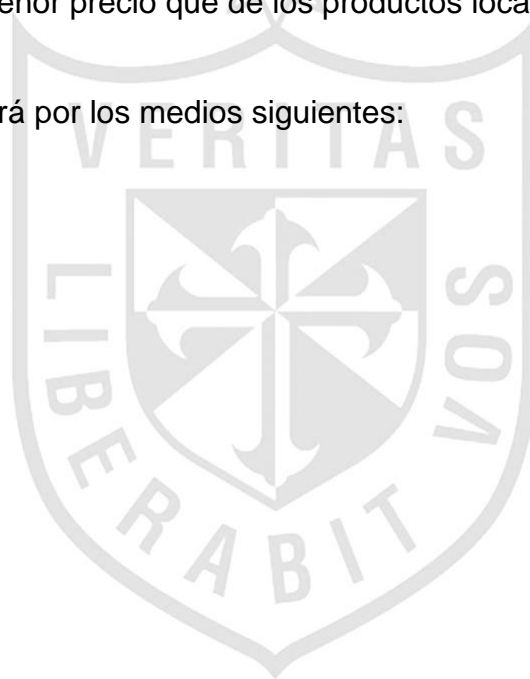
El transporte desde nuestro país al de destino está ligado al lugar donde se localizará la planta.

Para lograr exitosamente el objetivo comercial propuesto, se diseñó una estrategia de marketing la cual nos permitirá llegar al objetivo establecido.

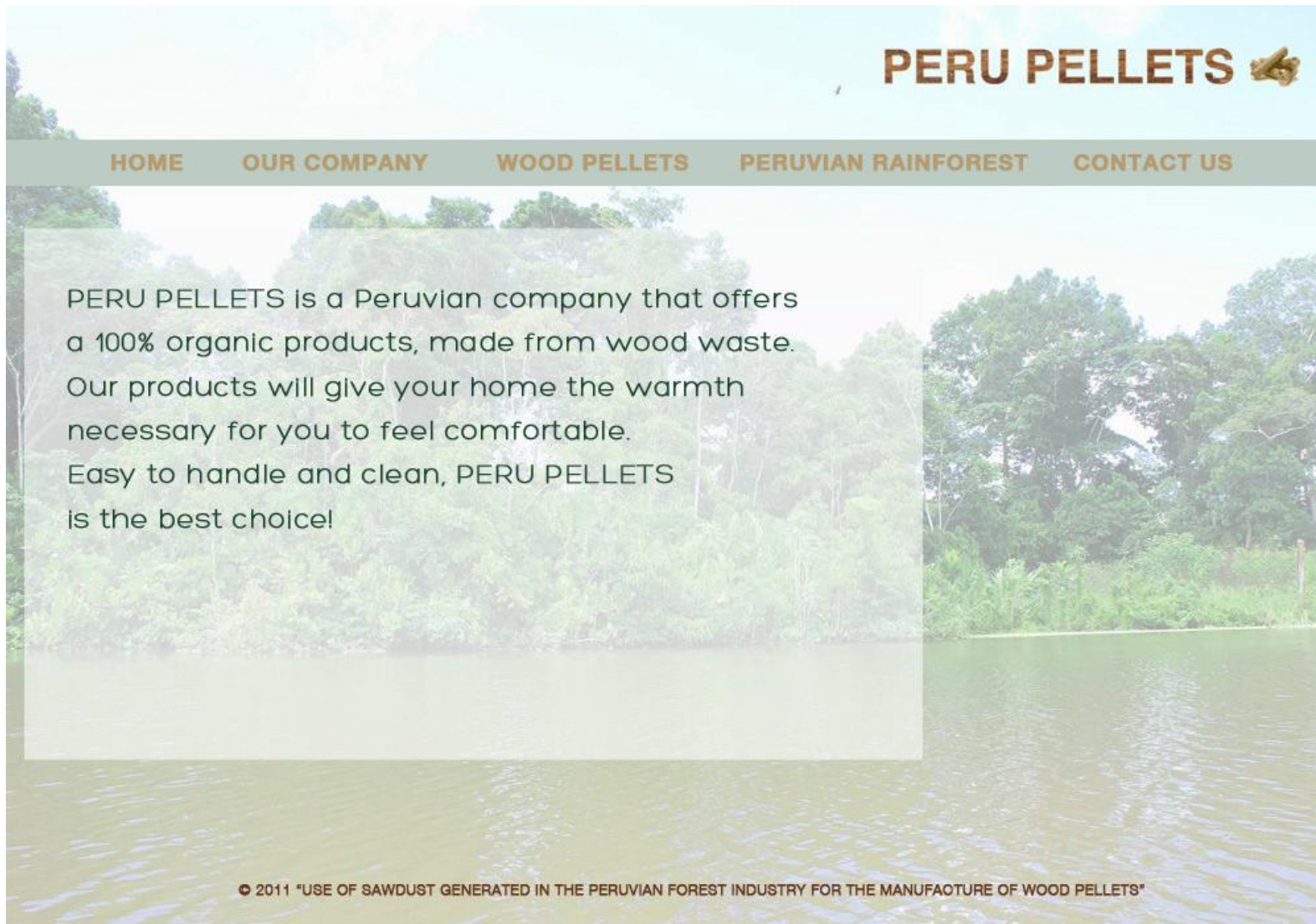
c) Promoción

El objetivo es difundir nuestro producto, como un producto ecológico hecho de residuos forestales y que se encuentra al mismo o mayor nivel de calidad y menor precio que de los productos locales en Dinamarca.

Se promocionará por los medios siguientes:



- Página Web.



- Folletos.

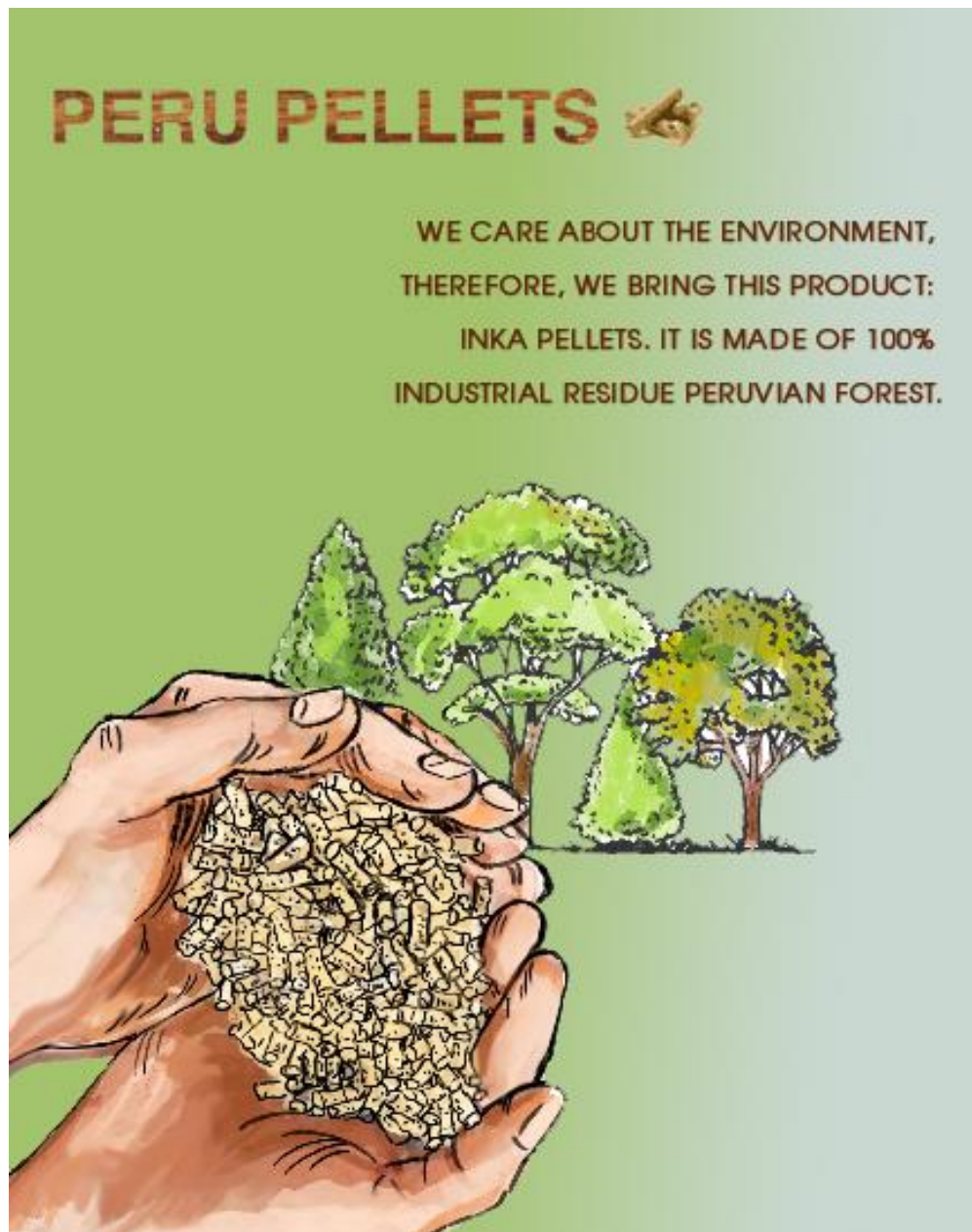


Figura 58: Folleto de promoción

Elaboración: Los autores

3.2 Disponibilidad de aserrín en Pucallpa

La estrategia de suministro de nuestra principal materia prima, el aserrín, es parte fundamental en el desarrollo del proyecto ya que de esto depende en gran medida, el volumen de producción que podremos alcanzar.

En primer lugar, es importante definir las especies de madera más adecuadas para la producción de los pellets. Para ello se tuvo un asesoramiento del Ing. Enrique Gonzales, catedrático de la Universidad Agraria La Molina, quien nos dio mayores detalles acerca de las propiedades que tienen las especies forestales en nuestro territorio: “Los tipos de maderas que tenemos en el Perú están clasificadas dentro de las latifoliadas, los cuales tienen la peculiaridad de ser árboles altos, frondosos, y mostrar una buena resistencia”, aseveró. Según el mismo ingeniero, el rango del poder calorífico, la característica más importante de los pellets de las especies forestales, va desde 14.63 MJ/Kg. hasta 18.80 MJ/Kg. Además se obtuvo el valor calórico de ciertas especies en la tesis: Determinación del poder calorífico de 20 especies forestales de la Amazonía de Manuel Uceda, realizado en 1980 (ver la siguiente tabla).

Tabla 20: Poder calorífico de distintas especies de madera - 1

Nº	Especies	PC (MJ/kg)
1	Apacharama	19.53
2	Azufre caspi	19.98
3	Bellaco caspi	19.59
4	Carahuasca	19.89
5	Caupuri	20.00
6	Copal	19.71
7	Cumala blanca	19.75
8	Chimicua	20.09
9	Huamansamana	19.76
10	Isma moena	19.98
11	Jarabe huayo	19.53
12	Machimango colorado	19.83
13	Marupa	20.34
14	Quillo sisa	19.48
15	Requia blanca	20.43
16	Sacha caoba	19.85
17	Sacha uvilla	19.79
18	Shiari	19.73
19	Shiringa masha	19.45
20	Tornillo	20.09

Fuente: Determinación del poder calorífico superior de 20 especies forestales de la Amazonía, 1980

Elaboración: Los autores

Además, de lo anterior se encontró el poder calorífico de otras 12 especies en la Revista Forestal del Perú (Págs. 36-37), publicado en 1978 (Ver la tabla siguiente).

Tabla 21: Poder calorífico de distintas especies de madera - 2

Nº	Especies	PC (MJ/Kg)
21	Balata gomosa	19.51
22	Capinuri de altura	20.17
23	Carahuasca	19.89
24	Carahuasca marrón	19.78
25	Cepanchina	19.68
26	Cumula colorada	19.78
27	Espintana	19.39
28	Guabilla	19.48
29	Huarmi caspi	19.38
30	Huir caspi	19.27
31	Leche caspi	20.08
32	Moena amarilla	20.28

Fuente: Revista Forestal del Perú. Vol. XII. 1978

Elaboración: Los autores

Como se observa, todas las especies estudiadas superan el valor mínimo requerido, 18 MJ/kg, cumpliendo con la norma que rige en Dinamarca, DINplus. Con esta base, se asegura que el valor calórico estará por encima de lo exigido, por lo que no fue necesario realizar las pruebas de poder calorífico al aserrín.

Estas pruebas se hicieron al momento de fabricar los prototipos. En la siguiente tabla, se observa la cantidad de aserrín disponible de las especies más utilizadas en Pucallpa.

Tabla 22: Cantidad de aserrín disponible de las especies más utilizadas en Pucallpa

Especie	Madera rolliza (m³)	Aserrín(m³)	Pellets (t)
Shihuahuaco	73 983.27	3 886.85	572.44
Tornillo	59 112.08	4 728.97	696.46
Cachimbo	56 221.68	4 497.73	662.41
Capirona	44 161.00	1 614.92	237.84
Bolaina blanca	29 957.70	2 396.62	352.96
Quinilla	28 870.97	534.11	78.66
Copaiba	28 428.77	2 274.30	334.95
Cumala	28 215.09	2 257.21	332.43
Catahua	25 527.88	2 042.23	300.77
Huayruro	18 315.68	1 465.25	215.80
Moena	12 220.44	977.64	143.98
Cedro	9 749.73	779.98	114.87
Pashaco	8 747.17	699.77	103.06
Estoraque	8 420.66	673.65	99.21
Pumaquiro	4 306.77	344.54	50.74

Fuente: Perú forestal en números 2010

Elaboración: Los autores

Según lo conversado con el Ing. Enrique Gonzales y en base a su experiencia en temas forestales, lo más recomendable fue la recolección del aserrín en empresas en las cuales se dedican a trabajar las especies llamadas “madera dura”, porque de esta forma se estaría ya seleccionado un tipo de madera homogéneo; y además porque existe la relación que entre mayor sea la densidad mayor será el poder calorífico (Uceda, 1980). Se les llama “madera dura” debido a que tiene una densidad mayor a 0.7 g/cm³. Las empresas que más utilizan estos tipos de madera son las que se dedican a fabricación de *parquet*, machihembrado, vigas viguetas, etc. Se hizo contacto con la empresa MADERAS PERUANA SAC, que es la empresa más importante en Pucallpa

y se dedica a la fabricación de *parquets*. En el año 2010 ocupó el puesto 29 entre las 100 primeras empresas en el país, dentro del rubro.

Según la información brindada por la propia empresa las principales especies usadas en su producción son Shihuahuaco, Capirona y Quinilla. En las tablas N° 25 y 26, se observa las cantidades utilizadas por especie mensualmente, en los años 2009 y 2010 respectivamente.

Tabla 23: Cantidades utilizadas por especie mensualmente en el año 2009

Año	Mes/ Especie	Shihuahuaco (m³)	Capirona (m³)	Quinilla (m³)	Total madera (m³)	Total aserrín (m³)	Total pellets (t)
2009	Ene	4926.38	2 886.52	1 916.11	9 729.02	778.32	111.19
	Feb	4 335.32	2 540.2	1 686.22	8 561.74	684.94	97.85
	Mar	6 686.95	3 918.1	2 600.89	13 205.94	1 056.48	150.93
	Abr	5 020.5	2 941.67	1 952.72	9 914.90	793.19	113.31
	May	4 312.76	2 526.98	1 677.45	8 517.19	681.38	97.34
	Jun	4 337.08	2 541.23	1 686.91	8 565.23	685.22	97.89
	Jul	4 592.43	2 690.85	1 786.22	9 069.51	725.56	103.65
	Ago	5 950.36	3 486.5	2 314.39	11 751.25	940.10	134.30
	Sep	6 639.39	3 890.23	2 582.39	13 112.01	1 048.96	149.85
	Oct	7 361.5	4 313.34	2 863.25	14 538.09	1 163.05	166.15
	Nov	6 934.3	4 063.02	2 697.09	13 694.41	1 095.55	156.51
	Dic	7 488.62	4 387.82	2 912.7	14 789.14	1 183.13	169.02
Total	68 585.59	40 186.46	26 676.34	135 448.43	10 835.87	1 547.98	

Fuente: Maderas Peruanas SAC, 2009

Elaboración: Los autores

Tabla 24: Cantidades utilizadas por especie mensualmente en el año 2010

Año	Mes/ Especie	Shihuahuaco (m³)	Capirona (m³)	Quinilla (m³)	Total madera (m³)	Total aserrín (m³)	Total pellets (t)
2010	Ene	5 925.09	3 471.70	2 304.56	11 701.36	936.11	133.73
	Feb	5 214.21	3 055.17	2 028.06	10 297.44	823.80	117.69
	Mar	8 042.58	4 712.41	3 128.16	15 883.15	1 270.65	181.52
	Abr	6 038.30	3 538.03	2 348.59	11 924.93	953.99	136.28
	May	5 187.08	3 039.27	2 017.52	10 243.86	819.51	117.07
	Jun	5 216.33	3 056.41	2 028.89	10 301.64	824.13	117.73
	Jul	5 523.44	3 236.36	2 148.34	10 908.15	872.65	124.66
	Ago	7 156.66	4 193.31	2 783.58	14 133.56	1 130.68	161.53
	Sep	7 985.38	4 678.89	3 105.91	15 770.18	1 261.61	180.23
	Oct	8 853.88	5 187.77	3 443.71	17 485.37	1 398.83	199.83
	Nov	8 340.08	4 886.71	3 243.87	16 470.65	1 317.65	188.24
	Dic	9 006.77	5 277.35	3 503.19	17 787.31	1 422.98	203.28
Total		82 489.81	48 333.37	32 084.36	162 907.57	13 032.59	1 861.79

Fuente: Maderas Peruanas SAC
Elaboración: Los autores

En base a estos datos se realizó la proyección en los siguientes cinco años. Se utilizó el método de la tasa de crecimiento que tuvo el sector maderero en el rubro de productos semifabricados en los años 2009 y 2010.

Tabla 25 Crecimiento del sector maderero: productos semifabricados

Año	\$ (US Dólar)
2009	\$ 63 606 876.00
2010	\$ 76 501 761.00

Crecimiento	20.27%
--------------------	---------------

Fuente: Boletín sector maderas y sus manufacturas, 2011
Elaboración: Los autores

La fórmula para hallar la proyección es la siguiente:

$$C_i = C_{\text{actual}} (1 + t_c)^{xi}$$

Dónde:

- C_i = Consumo i-ésimo año
- C_{actual} = Consumo actual de pellets
- t_c = tasa de crecimiento

En la siguiente figura se muestra los resultados.

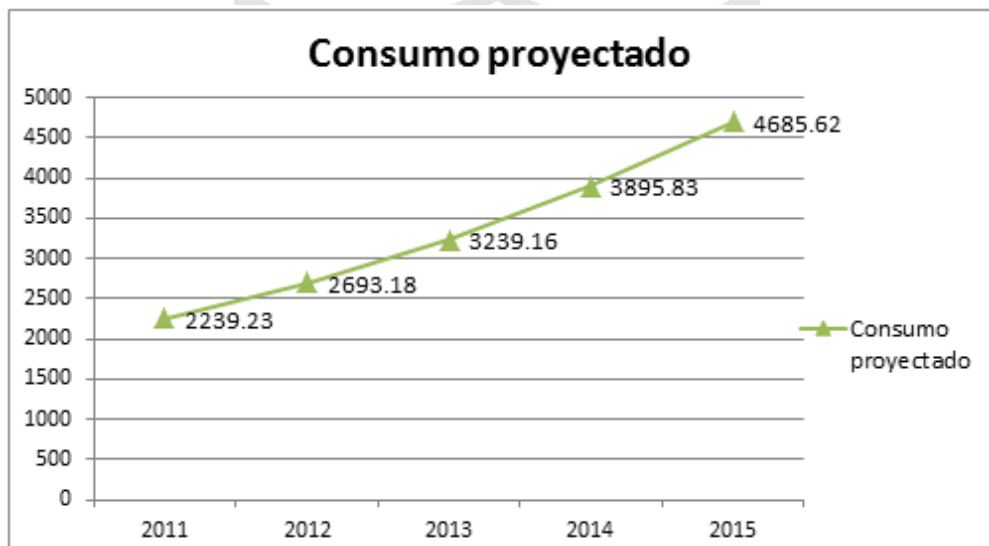


Figura 4: Consumo proyectado de empresa MADERAS PERUANAS S.A.C
Elaboración: Los autores

En la siguiente tabla podemos observar la producción potencial de pellets de madera.

Tabla 26: Producción potencial de pellets de madera

Año	Producción potencial (t)
2011	2 239
2012	2 693
2013	3 239
2014	3 896
2015	4 686

Elaboración: Los autores

3.3 Protocolo para la compra de aserrín

Para tener un producto de buena calidad, el aserrín también tiene que estar en excelentes condiciones, para ello se tiene que cumplir lo siguiente:

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

3.4 QFD: pellets de madera

Se identificó las necesidades más relevantes que tienen los clientes hacia los pellets de madera (¡Error! No se encuentra el rígen de la referencia.), y son las siguientes:

- **Resistencia a la ruptura:** tienden a quebrarse fácilmente y dificultan el trabajo de las estufas.
- **Menor concentración de ceniza:** al quemarse deja mucha ceniza, causan molestia para limpiar y contaminan el ambiente.
- **Rapidez en encendido:** tardan en prenderse.
- **Mayor emisión de calor:** bajo poder calorífico.
- **Sin olor:** mal olor que se desprenden al quemarse los pellets, la causa es por un aditivo químico.
- **Menor concentración de humedad:** mucha humedad, los pellets se desasen y se pegan.
- **Buen acabado:** estética del producto.

Ya identificadas, se evaluaron con los factores encontrados en los componentes que utiliza, los procesos que tiene que pasar para obtener el producto y al final con las especificaciones que se tienen que controlar para satisfacer las necesidades de los clientes.

3.4.1 Casa de la calidad: 1

Tabla 27: Casa de la calidad 1: necesidades del cliente – atributos del producto

<div style="text-align: center;">Cómo</div> <div style="text-align: center;">Qué</div>	Importancia	% de Ceniza	% de Humedad	Superficie Lisa	Densidad	Largo	Poder Calorífico	% de Durabilidad Mecánica
Resistencia a la ruptura	1		3		9	9		9
Menor concentración de ceniza	5	9			3			
Rapidez en encendido	2		9				1	
Mayor emisión de calor	5		9		3		9	
Sin olor	1							
Menor concentración de humedad	1		9		3			
Buen acabado	1			9				
		45	75	9	42	9	47	9
<i>Incidencia</i>		19.1%	31.8%	3.8%	17.8%	3.8%	19.9%	3.8%
<i>Importancia Relativa</i>		3	5	1	3	1	4	1
		SI	SI		SI		SI	

Elaboración: Los autores

Los atributos más importantes son: % de ceniza, % de humedad, poder calorífico y densidad. Estos atributos encontrados se analizaron con los componentes que tiene el pellet de madera.

3.4.2 Casa de la calidad: 2

Tabla 28: Casa de la calidad: atributos del producto – componentes del producto

Cómo Qué	Importancia	Aserrín	Vapor de humedad inyectada
% de Ceniza	3	9	
% de Humedad	5	9	3
Poder Calorífico	4	9	3
Densidad	3	3	
		117	27
<i>Incidencia</i>		81.3%	18.8%
<i>Importancia Relativa</i>		5	2

SI

Elaboración: Los autores

Relacionando los atributos de los pellets de madera con sus componentes tenemos que el aserrín es de mayor importancia que el vapor de humedad inyectado en el pelletizado. Pero para que nuestro análisis de la calidad sea óptimo, se tomó los dos componentes.

3.4.3 Casa de la calidad: 3

Tabla 29: Casa de la calidad 3: componentes del producto – procesos del producto

Cómo Qué	Importancia	Secado	Molienda	Pelletizado	Enfriado	Zarandeado	Embolsado	Etiquetado
Aserrín	5	3	9	9	1	1		
Vapor de humedad inyectada	2	9		1	3			
		33	45	47	11	5	0	0

Incidencia

23.4%	31.9%	33.3%	7.8%	3.5%	0.0%	0.0%
--------------	--------------	--------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Importancia Relativa

4	5	5	2	1	0	0
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

SI SI SI

Elaboración: Los autores

Se compararon los componentes del pellet de madera con los procesos que este necesita. Obtenemos que los procesos más importantes para realizar nuestro producto son: el secado, la molienda y el pelletizado.

3.4.4 Casa de la calidad: 4

Tabla 30: Casa de la calidad 4: procesos del producto – especificaciones a controlar

Qué \ Cómo	Importancia	Diámetro 4 - 10 mm	Longitud < 5 x D mm	Densidad > 1120 kg/m ³	Humedad < 10%	Ceniza < 0.5%	Energía > 18 MJ/Kg
Secado	4				9		9
Molienda	5	3					
Pelletizado	5	9	9	3		1	
		60	45	15	36	5	36

<i>Incidencia</i>	30.5%	22.8%	7.6%	18.3%	2.5%	18.3%
<i>Importancia Relativa</i>	5	4	2	3	1	3
	SI	SI		SI		SI

Elaboración: Los autores

En la tabla anterior se observa que para satisfacer las necesidades del cliente los factores más importantes a controlar son: el diámetro, la longitud, la humedad y el poder calorífico (energía).

3.5 Prototipo de pellets de madera

Para elaborar el prototipo de pellets se utilizaron tres tipos de madera, las cuales fueron:



Figura 59: Aserrín de Capirona



Figura 60: Aserrín de Quinilla



Figura 61: Aserrín de Shihuahuaco

3.5.1 Análisis preliminares

3.5.1.1 Porcentaje de humedad

El porcentaje de humedad obtenido para los tres tipos de aserrín fue:

Tabla 31: Porcentaje de humedad

Tipo de Madera	% Humedad
Capirona	15.64%
Shihuahuaco	15.78%
Quinilla	30.00%

Elaboración: Los autores

La Quinilla en un principio se encontró con un 30% de humedad; lo cual está fuera del rango establecido, por el cual se secó dos días en intemperie y se procedió a determinar su porcentaje de humedad. El secado se volvió a repetir hasta que el aserrín se encontrara dentro de los límites establecidos.

Después de secarlo por dos días, como resultado final, se obtuvo:

Tabla 32: Porcentaje de humedad definitivo

Tipo de Madera	% Humedad
Capirona	15.64%
Shihuahuaco	15.78%
Quinilla	23.13%

Elaboración: Los autores

3.5.1.2 Porcentaje de cenizas

El porcentaje de ceniza que se obtuvo para los tres tipos de aserrín fue:

Tabla 33: Porcentaje de Ceniza

Tipo de Madera	% Ceniza
Capirona	0.70%
Shihuahuaco	0.50%
Quinilla	2.06%

Elaboración: Los autores

Obtuvimos que la Capirona y el Shihuahuaco son materiales que no dejan muchos residuos a la hora de quemarse, en cambio la Quinilla tiene un porcentaje de ceniza de 2.06%.

3.5.1.3 Porcentaje de material volátil

El porcentaje de material volátil obtenido para los tres tipos de aserrín fue:

Tabla 34: Porcentaje de Material volátil

Tipo de Madera	% Material Volátil
Capirona	80.24%
Shihuahuaco	83.27%
Quinilla	79.83%

Elaboración: Los autores

Según los resultados, se pudo apreciar que los tres tipos de madera tienen un buen porcentaje de material volátil. Confirmamos esto, ya que la longitud de la llama está en relación

directamente proporcional con el contenido de material volátil, es menos quebradizo y se enciende fácilmente.

3.5.1.4 Granulometría

La granulometría para los tres tipos de aserrín fue:

Tabla 35: Granulometría

Tamiz ASTM	Luz de Malla	Capirona	Quinilla	Shihuahuaco
+10	>1.650 mm	0.90%	4.38%	0.86%
-10 / +20	1.651 > x > 0.841 mm	6.08%	16.44%	5.84%
-20 / +40	0.842 > x > 0.425 mm	48.30%	30.68%	33.78%
-40 / +100	0.426 > x > 0.149 mm	26.48%	21.18%	38.94%
-100	0.150 mm >	18.24%	27.32%	20.58%

Elaboración: Los autores

Según el resultado de granulometría de los tres tipos de madera, la Quinilla fue el que presentó una granulometría proporcional la cual favorecerá para el aglomerado de los pellets de madera. Esto se debe a que si se tiene una mayor cantidad de granos grandes, no se puede aglomerar y si se tiene una mayor cantidad de granos pequeños estos se deshacen.

3.5.1.5 Método experimental

Para la elaboración del prototipo de pellets de madera, se realizaron distintas pruebas con distintas características de la materia prima, insumos utilizados y aditivos. Esto nos sirvió para concluir de qué manera se realiza un mejor prensado de la materia prima.

3.5.1.6 Prueba N°1

Se apreció que la barra de hierro no tiene mucha resistencia a la presión aplicada, deformándose la barra ocasionando que la presión no llega a aplicarse uniformemente generando un pellet de madera mal prensado.

3.5.1.7 Prueba N°2

Como resultado, el aserrín prensado tomó forma de pellet de madera. Se observó que luego de desmoldar el pellet, este se desmoronó. Esto se da, ya que el aserrín al estar seco no se compacta correctamente y se llega a deshacer.



Figura 62: Prototipo de aserrín

Otro factor relevante es la granulometría del aserrín, este debe de ser proporcional para un buen aglomerado de la materia.

3.5.1.8 Prueba N°3

La granulometría para los tres tipos de aserrín fue:

Tabla 36: Granulometría corrección

Tamiz ASTM	Luz de Malla	Capirona	Quinilla	Shihuahuaco
-20 / +40	0.842 > x > 0.425 mm	51.92%	38.75%	36.21%
-40 / +100	0.426 > x > 0.149 mm	28.47%	26.75%	41.74%
-100	0.150 mm >	19.61%	34.50%	22.06%

Elaboración: Los autores

Se apreció que la granulometría del aserrín fue más proporcional y más fina.



Figura 63: Aserrín Tamizado – 01



Figura 64: Aserrín Tamizado - 02



Figura 65: Prototipo Quinilla

Con una granulometría proporcional y el aserrín ligeramente humedecido, se obtiene un mejor aglomerado del aserrín, ya que este al final tiene una consistencia sólida y no se deshace.

3.5.1.9 Friabilidad

La friabilidad para los tres tipos de aserrín fue:

Tabla 37: Porcentaje de friabilidad

Tipo de Madera	% Friabilidad
Capirona	93.00%
Shihuahuaco	89.30%
Quinilla	96.30%

Elaboración: Los autores

Con estos resultados notamos que la Quinilla presenta una mayor disposición para que la materia prima tenga un buen aglomerado y no genere desperdicios por razones de carga o movimiento. Los ensayos fueron hechos manualmente y al fabricar los

pellets de madera con una pelletizadora, se obtendría un mejor aglomerado aumentando el % de Friabilidad.

3.5.1.10 Temperatura de ignición

La temperatura de ignición obtenida para los tres tipos de aserrín fue:

Tabla 38: Punto de ignición

Tipo de Madera	Punto de ignición
Capirona	349°C
Shihuahuaco	351°C
Quinilla	350°C

Elaboración: Los autores

El punto de ignición de los tres tipos de madera se encuentre dentro de los rangos normales, ya que el punto de ignición de la madera en general es de 350°C.

3.5.1.11 Densidad aparente

La densidad aparente obtenida para los tres tipos de aserrín fue:

Tabla 39: Densidad aparente

Tipo de Madera	Densidad Aparente
Capirona	0.460 g/cm ³
Shihuahuaco	0.508 g/cm ³
Quinilla	0.571 g/cm ³

Elaboración: Los autores

3.5.1.12 Poder calórico

Los prototipos de aserrín se secaron hasta que no se encontraba humedad, esto es para hallar el poder calorífico superior (PCS), también se calculó el poder calorífico inferior (PCI) a 12.8% de humedad.

El poder calorífico obtenido para los tres tipos de aserrín a 12.8 % de humedad fue:

Tabla 40: Poder calorífico (12.8% humedad)

Tipo de Madera	Poder Calorífico (kcal/kg)	Poder Calorífico (MJ/kg)
Capirona	4 184	17.51
Shihuahuaco	4 230	17.70
Quinilla	4 261	17.83

Elaboración: Los autores

Y el poder calorífico superior (aserrín seco) para los tres tipos fue:

Tabla 41: Poder calorífico superior

Tipo de Madera	Poder Calorífico (kcal/kg)	Poder Calorífico (MJ/kg)
Capirona	4 888	20.45
Shihuahuaco	4 941	20.67
Quinilla	4 977	20.82

Elaboración: Los autores

Porcentaje de humedad del 10% obtenemos:

Tabla 42: Poder calorífico (10% humedad)

Tipo de Madera	Poder Calorífico (kcal/kg)	Poder Calorífico (MJ/kg)
Capirona	4 399	18.40
Shihuahuaco	4 446	18.60
Quinilla	4 479	18.74

Elaboración: Los autores

3.5.1.13 Resultados

Los resultados obtenidos fueron aprobados por el Ing. Héctor Enrique Gonzales Mora – Jefe Laboratorio de Pulpa y Papel, registrado en el Informe Técnico: Análisis de Muestras N° 046/11-2011-LPP. Este Informe acredita que los resultados son auténticos.

Se procedió a comparar los resultados de laboratorio con los requisitos del estándar DINplus

Tabla 43: Especificaciones estándar y resultados prototipo

Especificaciones	Unid	Estándar	Capirona	Quinilla	Shihuahuaco
Humedad	%	< 10	15.64	23.23	15.78
Resistencia Mecánica	%	>97.5	93	96.3	89.3
Contenido de Ceniza	%	< 0.7	0.7	2.06	0.5
Contenido de Energía	MJ / kg	16.5 - 19	18.40	18.74	18.60

Elaboración: Los autores

a) Humedad

La humedad del aserrín es un factor controlable y se puede controlar con un secador de tambor hasta llegar al 10% de humedad o menor.

Al analizar el porcentaje de humedad de nuestra materia prima notamos que los resultados no están muy alejados del requisito estándar y cabe recalcar que la materia prima fue secada a la intemperie.

b) Resistencia mecánica

La resistencia mecánica de nuestros prototipos no llegó al requisito estándar. Se concluye que esto se da ya que, nuestros prototipos fueron hechos en una prensa de platos calientes y no tienen la forma de pellets de madera, fueron rectangulares. Estas formas afectaron en la

friabilidad de nuestro prototipo. La forma cilíndrica es mejor porque permite una adecuada distribución de la presión para la aglomeración del aserrín.

Otro factor que desfavoreció fue el no contar con una máquina pelletizadora, por lo que los resultados fueron poco fiables de comparar con los requisitos técnicos de los pellets.

c) Contenido de ceniza

El contenido de ceniza es un factor que no se puede controlar y los resultados siempre serán los mismos.

Al comparar nuestros resultados con los requisitos estándar, obtuvimos que el aserrín de la madera Capirona y Shihuahuaco cumplen con ellos; en cambio, el aserrín de la madera Quinilla cuenta con 2% de cenizas el cual no es apto para el mercado de Dinamarca.

d) Contenido de energía

El contenido de energía o poder calorífico es un factor que se puede controlar en medida, depende del porcentaje de humedad que concentra la materia.

Los tres tipos de madera: Capirona, Quinilla y Shihuahuaco, están dentro de los requisitos estándar que pide el mercado, teniendo en promedio 18 MJ/kg de poder calorífico.

e) Selección de materia prima

Para la elección del tipo de madera que vamos a utilizar para la elaboración de pellets de madera, se consideró solo los factores de % de cenizas y poder calorífico, estos dos se encuentran dentro de los

factores a controlar y de mayor importancia para los clientes según nuestro despliegue funcional de la calidad.

No vamos a considerar el factor de porcentaje de humedad, porque es un factor controlable; ni el factor de resistencia mecánica, por tener resultados con un prototipo de diferente forma.

La siguiente tabla indica que tipo de madera se va a seleccionar:

Tabla 44: Selección materia prima

Especificaciones	Unid.	Estándar	Capirona	Quinilla	Shihuahuaco
Contenido de Ceniza	%	< 0.7	✓	✗	✓
Contenido de Energía	MJ / kg	16.5 - 19	✓	✓	✓

Elaboración: Los autores

Se seleccionó los tipos de madera Capirona y Shihuahuaco, debido a que estos cumplen con los requisitos estándares del mercado de Dinamarca.

3.6 Proceso productivo y máquinas a utilizar en la producción de pellets de madera

3.6.1 Secado

El aserrín, para reducir los niveles de humedad, requiere un secado desde el 10 al 15 % de humedad o inclusive menores. Esta operación es muy importante, ya que se obtiene la homogenización de la humedad de la materia prima, por lo que dependerá la calidad del producto a fabricar.

El secador, consta de un tambor rotativo con un quemador adjunto, que sopla aire caliente a través del material. 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.



Figura 5: Secador de tambor rotatorio

Fuente: <http://www.almix.com/>

3.6.2 Molienda

En la molienda, el aserrín es transformado a un tamaño de al menos el diámetro del pellet a producir, con esto se busca conseguir un material uniforme en tamaño lo cual ayudará en el pelletizado.

La máquina a utilizar en este proceso es un molino tipo giratorio con martillos oscilantes que se basa en el mecanismo de compresión del material entre dos cuerpos. El tamaño de partícula que se obtiene depende de la velocidad del rotor, tamaño del tamiz, y velocidad de introducción del material.

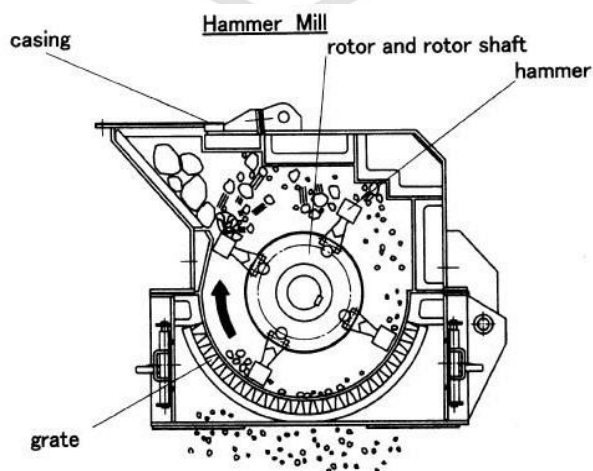


Figura 6: Esquema de molino de martillos

Fuente: <http://www.crusherindustry.com/index.php/hammer-mill/>

3.6.3 Pelletizado

Es la operación donde el aserrín se convierte en pellet, y este se forma por la cohesión de los rodillos sobre la materia prima y principalmente por el aglutinamiento causado por la lignina, la cual es ablandada por el calor que produce la compresión al momento del pelletizado. A este proceso generalmente se le suele agregar vapor, para facilitar el pelletizado

La pelletizadora, debe de ser muy resistente porque comprime la madera a través de un proceso de alta fricción para conseguir la densidad deseada. Presiona la madera a través de un dado rotativo o estacionario que tiene agujeros del tamaño del pellet que se produce.

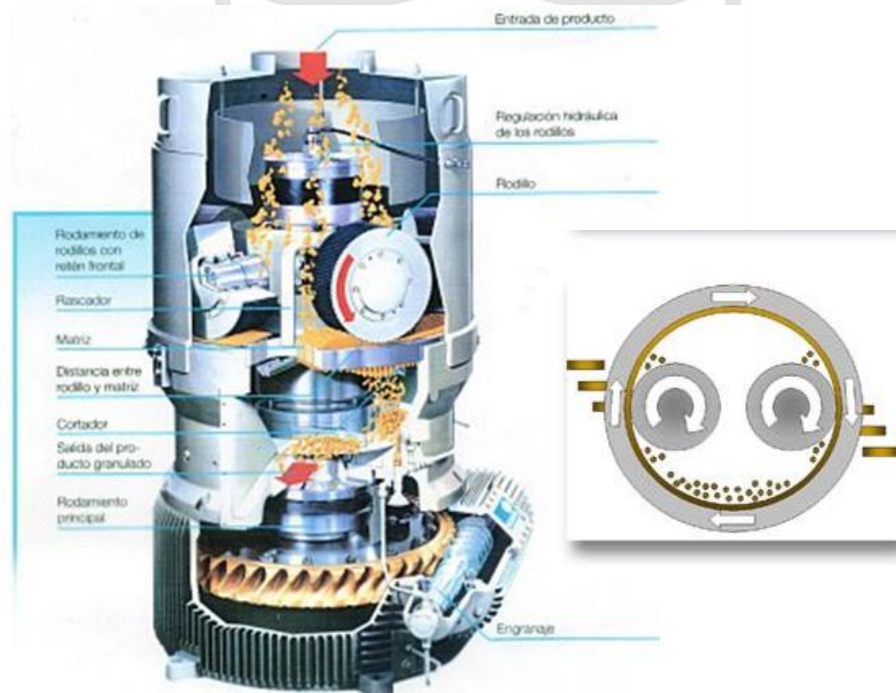


Figura 66: Esquema de una pelletizadora

Fuente: <http://www.akahl.es/>

3.6.4 Enfriado

Esta etapa es muy importante en todo el proceso de producción de pellets, ya que el material llega a temperatura alta. El proceso de enfriado, ayuda a estabilizar la humedad de los pellets y endurecer la lignina derretida en su superficie; lo que permite que su forma

se mantenga sin cambios. También previene la “transpiración” en las bolsas cuando son almacenados.

La máquina a utilizar es un enfriador, el cual extrae el aire del ambiente de los pellets a su paso por el compartimiento de la máquina, lo que ayuda a fortalecer y estabilizarlos.

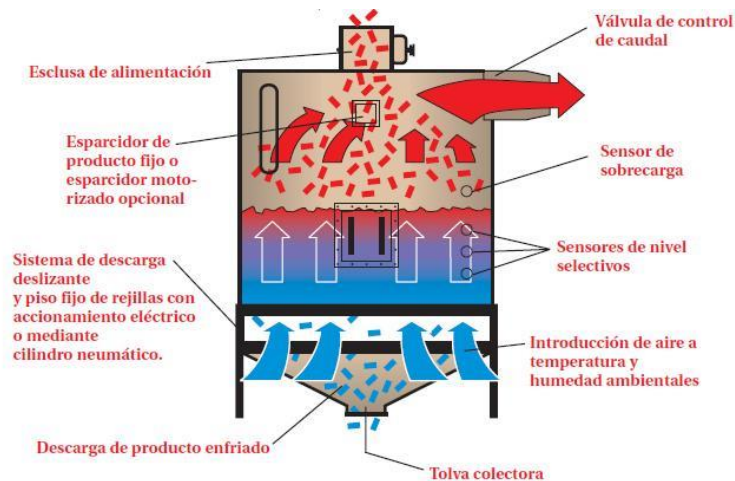


Figura 67: Esquema de un enfriador
Fuente: http://www.ebmill.com/opflo_cooler.htm

3.6.5 Zarandeado

El polvo de la materia prima mezclado entre los pellets, es separado y devuelto al proceso de pelletizado. También son devueltos los pellets que tienen un tamaño inferior al mínimo requerido.

El tamizado y clasificado es realizado con un tamizador con sistema de vibrado para asegurar un producto homogéneo.



Figura 68: Tamizador con sistema de vibrado
Fuente: <http://www.xxshfjx.com/supply/fzsb/>

3.6.6 Embolsado

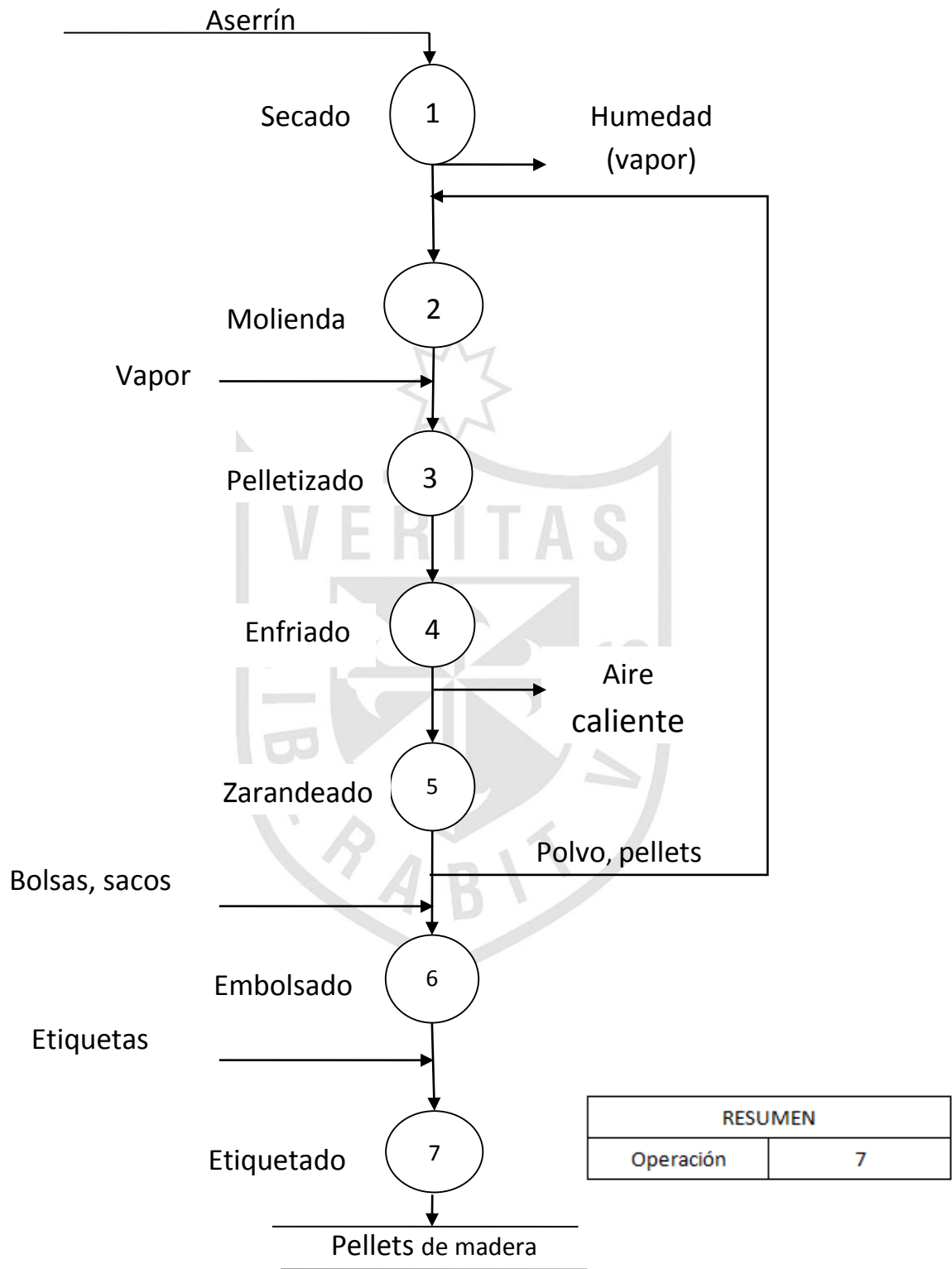
En esta etapa se empaquetan los pellets que clasificaron como aptos para consumo.

3.6.7 Etiquetado

Constituye la etapa final del proceso de elaboración de pellets. En la etiqueta debe incluirse toda la información sobre el producto, según sea necesario.



3.6.8 Diagrama de operaciones del proceso



3.6.9 Esquema de cadena productiva de los pellets de madera

En la siguiente figura se observa la cadena productiva total de los pellets de madera, desde la extracción de la madera, pasando por su aserrío y posterior pelletización hasta su comercialización hacia los clientes.

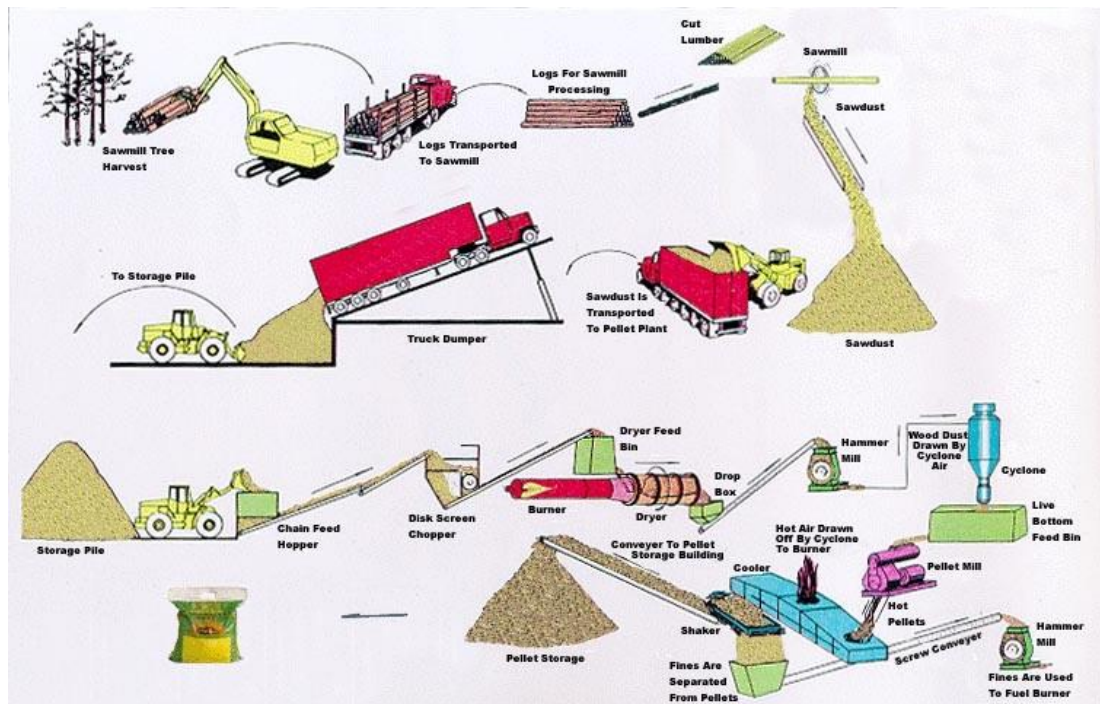


Figura 69: Esquema de la cadena productiva de los pellets de madera

Fuente: <http://www.wood-pellet-machines.com/the-pellet-making-process.html>

3.7 Localización de planta

Antes de determinar la localización de la planta se debe de tomar en cuenta lo siguiente:

Tabla 45: Dimensiones métricas de los pellets de madera

Descripción	Dimensiones
Diámetro	0.08 m
Longitud	0.03 m
Densidad	1 120 Kg./m ³

Elaboración: Los autores

La densidad promedio del aserrín es 165 Kg / m³, entonces para fabricar un m³ de pellets de madera necesitamos 6.79 m³ de aserrín. La bolsa más comercializada en Dinamarca es de 20 Kg el cual tiene las siguientes dimensiones:

Tabla 46: Dimensiones métricas de la bolsa de los pellets de madera

Descripción	Dimensiones
Largo	0.65 m
Ancho	0.42 m
Altura	0.14 m

Fuente: Pellets Atlas - 2009

Elaboración: Los autores

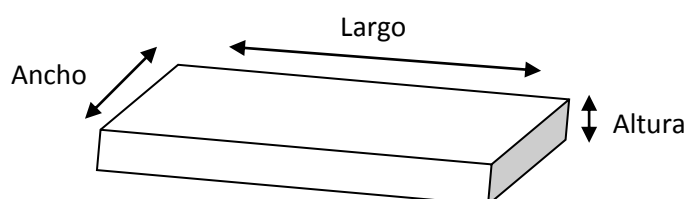
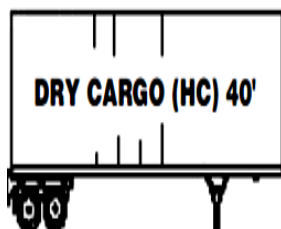


Figura 70: Diagrama esquemático de una bolsa de pellets

Elaboración: Los autores

Los pellets se exportaran vía marítima hacia Dinamarca en containers de 40 pies, como se muestra en la siguiente figura.



DRY CARGO HIGH CUBE 40'

EXTERIOR			INTERIOR			DOOR OPENING		CAPACITY
LENGTH	WIDTH	HEIGHT	LENGTH	WIDTH	HEIGHT	WIDTH	HEIGHT	
40'0"	8'0"	9'6 1/2"	39'7"	7'8 1/2"	8'10 3/8"	7'6"	8'6 3/8"	2687 cu ft
12.19 m	2.43 m	2.89 m	12.06 m	2.34 m	2.69 m	2.27 m	2.59 m	76.09 cu m

Figura 71: Especificaciones métricas del container DC HC 40 pies

Fuente: http://www.beslerco.net/pdfs/fleet_handout.pdf

Considerando esta información, se estimó la cantidad de bolsas de pellets que podría transportar un container de 40 pies.

Tabla 47: Dimensiones métricas de la bolsa de los pellets de madera

A lo largo	A lo ancho	A lo alto	Volumen total
18 m	5 m	19 m	1 710 m ³

Elaboración: Los autores



Figura 72: Especificaciones métricas del container DC HC 40 pies

Fuente: <http://jitawygety.blogspot.com/2009/12/pellet-wood-fuel.html>

Con la cantidad de bolsas estimadas, se evaluó las opciones de localización de plantas

La primera opción, Iquitos. La ruta para el envío de los pellets de madera desde el puerto de esta ciudad hasta Dinamarca es la siguiente:



Figura 73: Cadena de suministro desde Iquitos a Dinamarca

Elaboración: Los autores

En la siguiente tabla se muestra los costos de transporte:

Tabla 48: Costos de exportación partiendo desde Iquitos

Descripción	Monto
Costo de carga de container	S/. 336.00
Flete de Iquitos a Houston	S/. 9 100.00
Costo de transbordo en Houston	S/. 3 360.00
Flete de Houston a Fredericia	S/. 10 920.00
Total	S/. 23 716.00

Fuente: UNIMAR .S.A. y RCA Carga & Courier S.R.L.

Elaboración: Los autores

La segunda opción es localizar la planta a la ciudad de Pucallpa, por este camino tenemos la siguiente ruta.



Figura 74: Cadena de suministro desde Pucallpa a Dinamarca

Elaboración: Los autores

Siguiendo esta ruta, primero tenemos que dirigirnos a la capital vía terrestre a través de la Carretera Federico Basadre y la Carretera Central. Para ello se usarán camiones de carga; en la siguiente figura se observa las características de estos vehículos.

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE (Ton.)		DESCRIPCIÓN	Peso Bruto Vehicular PBV (Toneladas)	Peso Vehículo Vacío (Promedio)
	6	20			
3S3			TRACTO CAMION DE 3 EJES Y SEMIREMOLQUE DE 3 EJES	48.00	18.00

Figura 75: Especificaciones métricas del camión de 6 ejes

Fuente: http://www.atpp.com.ec/ec/docs/pesos_dimensiones.pdf

La carga máxima permitida del camión es 30 toneladas (Peso bruto vehicular – Peso vehículo vacío).

Las dimensiones internas de este tipo de camión son:

Tabla 49: Dimensiones métricas del interior del camión de 6 ejes

Descripción	Dimensiones
Largo	14 m
Ancho	2.2 m
Altura	2.4 m

Fuente: http://www.atpp.com.ec/ec/docs/pesos_dimensiones.pdf

Elaboración: Los autores

En esta ruta tenemos dos alternativas de transporte:

a) La primera que sería localizar la planta en Ucayali.

Si se tiene las dimensiones métricas del camión, estimamos la cantidad de bolsas de pellets que entrarán en el camión de carga.

Tabla 50: Capacidad total de bolsas de pellets del camión de 6 ejes

A lo largo	A lo ancho	A lo alto	Volumen total
21 m	5 m	17 m	1 785 m ³

Elaboración: Los autores

Esta es la cantidad máxima permitida que puede llevar el camión; equivale a 35.7 toneladas. Esto excede la cantidad máxima permitida (30t), por lo tanto no podrá llevar la cantidad mencionada, solo llevaría 1500 bolsas de 20 Kg.

Los costos que se incurren al llevarlo por esta vía se observan en la siguiente tabla:

Tabla 51: Costos de exportación partiendo desde Pucallpa a Dinamarca

Descripción	Monto
Flete de Pucallpa a puerto de Callao	S/. 6 000.00
Costo de carga de container	S/. 336.00
Flete de Callao a Fredericia	S/. 5 600.00
Total	S/. 11 936.00

Fuente: APL Servicio Panamá Andean Express - PAX y RCA Carga & Courier SRL

Elaboración: Los autores

b) La segunda alternativa sería localizar la planta en Lima transportando el aserrín desde Pucallpa.

Para esto sabemos que la relación pellets de madera / aserrín es de 6.79 m³; por ende un container de pellets de madera equivale a siete containers de aserrín aproximadamente.

Entonces tenemos los siguientes costos:

Tabla 52: Costos de exportación partiendo desde Pucallpa a Dinamarca

Descripción	Monto
Flete de Pucallpa a puerto de Callao	S/. 42 000.00
Costo de carga de container	S/. 2 352.00
Flete de Callao a Fredericia	S/. 5 600.00
Total	S/. 49 952.0

Fuente: APL Servicio Panamá Andean Express - PAX y RCA Carga & Courier SRL

Elaboración: Los autores

Según los costos estimados con respecto al transporte, se decidió que la mejor opción es localizar la planta en la ciudad de Pucallpa.

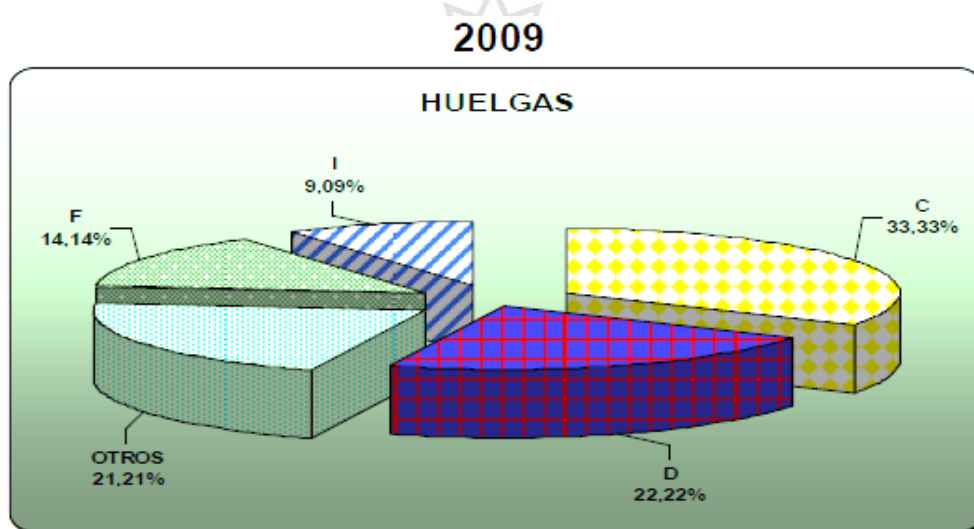


Figura 76: Mapa donde se muestra la localización de la planta

3.7.1 Efecto de las huelgas en el transporte

Uno de los problemas que afecta el transporte son las huelgas. La ruta del transporte es: Pucallpa – Aguaytía – Tingo María – Huánuco – Lima (Carretera Central).

Las huelgas en la Carretera Central han sido frecuentes en los últimos años originados mayormente por las protestas de los trabajadores del sector minero, quienes generaron el 33% de las huelgas en el año 2009, tal y como se muestra en el gráfico siguiente:



Leyenda

- A.- AGRICULTURA, GANADERÍA, CAZA Y SILVICULTURA
- B.- PESCA
- C.- EXPLOTACIÓN DE MINAS Y CANTERAS
- D.- INDUSTRIAS MANUFACTURERAS
- E.- SUMINISTRO DE ELECTRICIDAD, GAS Y AGUA
- F.- CONSTRUCCIÓN
- I.- TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y COMUNICACIONES
- L.- ADMINISTRACIÓN PÚBLICA Y DEFENSA
- M.- ENSEÑANZA
- N.- SERVICIOS SOCIALES Y DE SALUD

Figura 77: Data de Huelgas ocurridas en el año 2009

Fuente: Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo

Ante la posibilidad de que las huelgas afecten nuestros envíos, se realizó la investigación acerca de alquiler de un almacén para evitar cualquier incumplimiento en fechas con nuestros potenciales clientes. Para ello los agentes de exportación o *forwarders*, como parte de su programa de fidelización con el cliente, brindan un servicio de almacenaje gratuito con las condiciones siguientes:

- De que ellos sean los agentes para exportar la carga.
- Asegurar el ingreso mensual constante de carga a sus almacenes.

Los servicios que uno paga en este tipo de almacenes es por la carga y descarga, documentos y por el flete hasta el destino. Entre las empresas que brindan este tipo de servicios están ALSA, RANSA y NEPTUNIA.

3.8 Capacidad de planta

Antes de calcular la capacidad de planta, se debe de calcular el tamaño de Ventas.

3.8.1 Determinación de ventas en Dinamarca

Se tomó como potencial cliente la compañía BIONERGUS en Dinamarca.



Figura 78: BIONERGUS

BIONERGUS, es una compañía privada que ofrece la entrega directa de productos de calefacción a los clientes en Dinamarca. La empresa se encarga de comprar pellets de madera a

diferentes proveedores fuera de Dinamarca y luego importarlos para su posterior venta, de acuerdo a la demanda. Actualmente cubre el 5% aproximadamente (BIONERGUS, 2010) del mercado de sector Residencial de pellets de madera.

En la siguiente tabla se presenta un registro de ventas de la compañía en los últimos nueve años:

Tabla 53: Registro de ventas anual de BIONERGUS

Año	Venta Anual (t)
2002	6,422
2003	7,938
2004	9,694
2005	10,977
2006	11,918
2007	14,773
2008	15,973
2009	18,784
2010	21,271

Fuente: Bionergus
Elaboración: Los autores

Con la información obtenida se elaboró un pronóstico de ventas:

Tabla 54: Pronóstico de ventas anual de BIONERGUS

Año	Pronóstico Anual (t)
2011	23,281
2012	25,291
2013	27,301
2014	29,311
2015	31,321
2016	33,645

Elaboración: Los autores

Estos datos se verán reflejados en la figura siguiente:

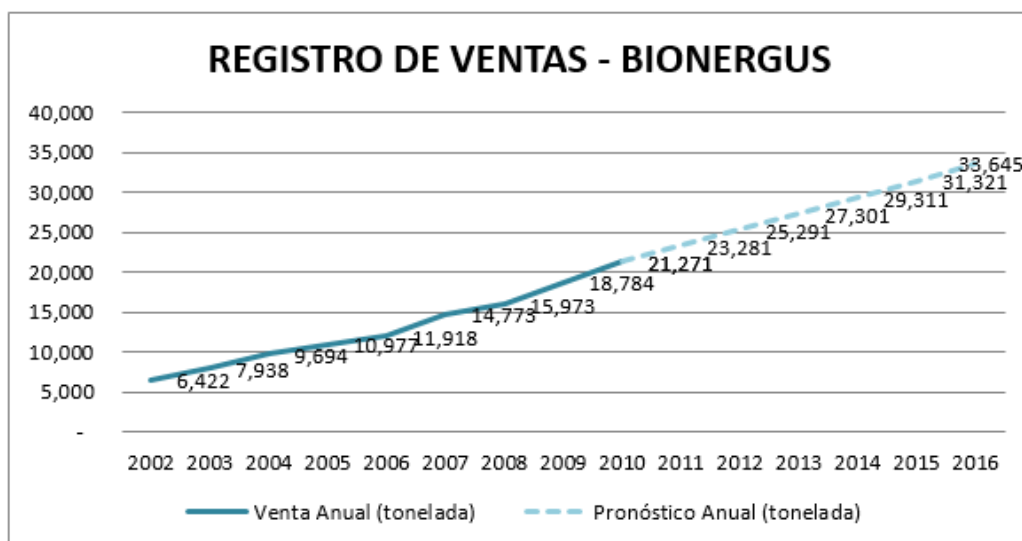


Figura 79: Ventas anuales y Pronóstico de BIONERGUS

Elaboración: Los autores

Las ventas anuales de BIONERGUS han ido incrementando cada año y su pronóstico se ve muy prometedor, convirtiéndolo en una empresa sólida.

Los requerimientos de BIONERGUS con respecto al abastecimiento es de 100 toneladas/mensuales. Para el cálculo del pronóstico de la demanda del sector residencial, se tomó el incremento en porcentaje (%) de la demanda y se evaluó en un periodo de 6 años la producción y la cantidad que se abastecerá. Entonces tenemos:

Tabla 55: Pronóstico del requerimiento del cliente.

Año	Requerimiento (t)
2010	1200
2011	1313
2012	1427
2013	1540
2014	1654
2015	1767

Elaboración: Los autores

En la siguiente tabla podemos observar que no habría problemas en poder cumplir con el requerimiento del cliente.

Tabla 56: Cuadro comparativo de Requerimiento y producción potencial en toneladas

Año	Requerimiento (t)	Producción potencial (t)
2011	1,313	2,239
2012	1,427	2,693
2013	1,540	3,239
2014	1,654	3,896
2015	1767	4,686

Elaboración: Los autores

3.8.2 Determinación de capacidad de planta

Para identificar la capacidad de planta se ha considerado los costos siguientes:

- De materia prima: aserrín
- De material indirecto: bolsas plásticas.
- De mano de obra: operarios y personal administrativo.
- De transporte
- Inversión de maquinaria
- Gastos indirectos de fabricación

Los costos de maquinaria para las distintas capacidades de planta son:

Tabla 57: Costos para las distintas capacidades de planta

	Capacidades (t/hr)			
	0.5	1	1.5	3
Capacidad (ton/mes)	100.00	200.00	300.00	600.00
Secadora	S/. 99,160	S/. 160,800	S/. 209,040	S/. 353,760
Molienda	S/. 21,440	S/. 40,200	S/. 53,600	S/. 83,080
Pelletizado	S/. 88,440	S/. 160,800	S/. 206,360	S/. 361,800
Enfriado	S/. 10,720	S/. 16,080	S/. 18,760	S/. 32,160
Zarandeado	S/. 9,380	S/. 13,400	S/. 17,420	S/. 26,800
	S/. 229,241	S/. 391,481	S/. 505,482	S/. 858,203

Fuente: www.alibaba.com

Elaboración: Los autores

Con los costos de maquinaria obtuvimos las utilidades esperadas que generarían las distintas capacidades de plantas (en el ANEXO N°5 se encuentra el análisis del flujo de caja) y son:

Tabla 58: Utilidades esperadas para las distintas capacidades de planta

	Capacidad (t/hr)			
	0.5	1	1.5	3
Utilidad obtenida en el año 2015	S/. 1,796,656.38	S/. 2,348,189.36	S/. 2,394,178.86	S/. 2,041,457.36

Elaboración: Los autores

Analizando la tabla anterior, se decidió elegir una capacidad de planta de 1.5 t/hora pues es la de mayor utilidad esperada.

3.9 Distribución de planta

En la siguiente tabla se puede observar las dimensiones de la maquinaria a utilizar

Tabla 59: Dimensiones de equipos principales

Equipos Principales	Cantidad	Dimensiones (m)		
		Largo	Ancho	Altura
Molino de martillos	1	1.5	1.5	1.5
Secadora	1	10	1.5	2
Pelletizadora	1	2.8	2	2.1
Enfriador	1	1.4	1.4	2.5
Tamizador	1	3	1.5	1.1
Embolsador	1	1.2	1	1.6
Etiquetadora	1	0.5	0.5	1

Elaboración: Los autores

Tabla 60: Dimensiones de equipos adicionales

Equipos Adicionales	Cantidad	Dimensiones (m)		
		Largo	Ancho	Altura
Transportadora de Materia Prima desde tolva a molino	1	6	0.5	4
Transportadora de material (Molienda-Secado)	1	4	0.5	4
Transportadora de material en proceso (Secado-Pelletizado)	1	10.5	0.5	7
Transportadora de material en proceso (Empaquetado)	1	6	0.5	5
Cargador Frontal	1	4	3	3.5
Montacargas	1	1.6	1.4	2
Caldera	1	3.5	2	2.5
Tolva de Alimentación Principal	1	5	5	4
Tolva de alimentación para secado	1	3.5	2	1.5
Tolva de alimentación para Pelletizadora	1	3.5	2	1.5
Tolva de alimentación para embolsado	1	2.5	1	3

Elaboración: Los autores

Cálculo de K

$$k = h1/h2$$

Nº de operarios: 2

Promedio de estatura: 1.7 m

h1: promedio de las alturas de los elementos que se desplazan

h2: promedio de las alturas de los elementos fijos

k= 0.23

3.9.1 Superficie estática (Ss)

Tabla 61: Superficie Estática

Descripción	Cantidad	Dimensiones (m)			Ss
		Largo	Ancho	Altura	
Molino de martillos	1	1.5	1.5	1.5	2.25
Secadora	1	10	1.5	2	15
Pelletizadora	1	2.8	2	2.1	5.6
Enfriador	1	1.4	1.4	2.5	1.96
Tamizador	1	3	1.5	1.1	4.5
Embolsador	1	1.2	1	1.6	1.2
Etiquetadora	1	0.5	0.5	1	0.25
Transportadora de Materia Prima desde tolva al molino	1	6	0.5	4	3
Transportadora de material (Molienda-Secado)	1	4	0.5	4	2
Transportadora de material en proceso (Secado-Pelletizado)	1	10.5	0.5	7	5.25
Transportadora de material en proceso (Empaquetado)	1	6	0.5	5	3
Cargador Frontal	1	4	3	3.5	12
Montacargas	1	1.6	1.4	2	2.24
Caldera	1	3.5	2	2.5	7
Tolva de Alimentación Principal	1	5	5	4	25
Tolva de alimentación para secado	1	3.5	2	1.5	7
Tolva con fondo alimentador para Pelletizadora	1	3.5	2	1.5	7
Tolva con fondo alimentador para embolsado	1	2.5	1	3	2.5
Almacén de MP	1	30	10	8	300
Almacén de PT	1	10	10	5	100
Oficinas	1	8	7	3	56
Control de Calidad	1	10	4	3	40

Total	602.75
--------------	---------------

Elaboración: Los autores

3.9.2 Superficie gravitacional (Sg)

Tabla 62: Superficie Gravitacional

Equipos Principales	N	Sg
Molino de martillos	2	4.5
Secadora	2	30
Pelletizadora	2	11.2
Enfriador	2	3.92
Tamizador	2	9
Embolsador	2	2.4
Etiquetadora	2	0.5
Transportadora de Materia Prima desde tolva al molino	-	-
Transportadora de material (Molienda-Secado)	-	-
Transportadora de material en proceso (Secado-Pelletizado)	-	-
Transportadora de material en proceso (Empaquetado)	-	-
Cargador Frontal	-	-
Montacargas	-	-
Caldera	2	14
Tolva de Alimentación Principal	2	50
Tolva de alimentación para secado	2	14
Tolva con fondo alimentador para Pelletizadora	2	14
Tolva con fondo alimentador para embolsado	2	5
Almacén de MP	-	-
Almacén de PT	-	-
Oficinas	-	-
Control de Calidad	-	-

Total	158.52
--------------	---------------

Elaboración: Los autores

3.9.3 Superficie de evolución (Se)

Tabla 63: Superficie de Evolución

Equipos Principales	k	Ss	Sg	Se
Molino de martillos	0.23	2.25	4.5	1.56
Secadora	0.23	15	30	10.38
Pelletizadora	0.23	5.6	11.2	3.88
Enfriador	0.23	1.96	3.92	1.36
Tamizador	0.23	4.5	9	3.11
Embolsador	0.23	1.2	2.4	0.83
Etiquetadora	0.23	0.25	0.5	0.17
Transportadora de Materia Prima desde tolva al molino	0.23	3	-	0.69
Transportadora de material (Molienda-Secado)	0.23	2	-	0.46
Transportadora de material en proceso (Secado-Pelletizado)	0.23	5.25	-	1.21
Transportadora de material en proceso (Empaquetado)	0.23	3	-	0.69
Cargador Frontal	0.23	12	-	2.77
Montacargas	0.23	2.24	-	0.52
Caldera	0.23	7	14	4.84
Tolva de Alimentación Principal	0.23	25	50	17.30
Tolva de alimentación para secado	0.23	7	14	4.84
Tolva con fondo alimentador para Pelletizadora	0.23	7	14	4.84
Tolva con fondo alimentador para embolsado	0.23	2.5	5	1.73
Almacén de MP	0.23	300	-	69.21
Almacén de PT	0.23	100	-	23.07
Oficinas	0.23	56	-	12.92
Control de Calidad	0.23	40	-	9.23

Total	175.62
--------------	---------------

Elaboración: Los autores

3.9.4 Superficie total (St)

Tabla 64: Superficie Total

Equipos Principales	Ss	Sg	Se	St
Molino de martillos	2.25	4.5	1.56	8.31
Secadora	15	30	10.38	55.38
Pelletizadora	5.6	11.2	3.88	20.68
Enfriador	1.96	3.92	1.36	7.24
Tamizador	4.5	9	3.11	16.61
Embolsador	1.2	2.4	0.83	4.43
Etiquetadora	0.25	0.5	0.17	0.92
Transportadora de Materia Prima desde tolva al molino	3	-	0.69	3.69
Transportadora de material (Molienda-Secado)	2	-	0.46	2.46
Transportadora de material en proceso (Secado-Pelletizado)	5.25	-	1.21	6.46
Transportadora de material en proceso (Empaquetado)	3	-	0.69	3.69
Cargador Frontal	12	-	2.77	14.77
Montacargas	2.24	-	0.52	2.76
Caldera	7	14	4.84	25.84
Tolva de Alimentación Principal	25	50	17.30	92.30
Tolva de alimentación para secado	7	14	4.84	25.84
Tolva con fondo alimentador para Pelletizadora	7	14	4.84	25.84
Tolva con fondo alimentador para embolsado	2.5	5	1.73	9.23
Almacén de MP	300	-	69.21	369.21
Almacén de PT	100	-	23.07	123.07
Oficinas	56	-	12.92	68.92
Control de Calidad	40	-	9.23	49.23

Total	1405.33
--------------	----------------

Elaboración: Los autores

Una vez calculado los espacios físicos que se requerirán, se procedió a analizar la disposición de estos.

Este es un cuadro organizado en diagonal en el que aparecen las relaciones de cercanía o proximidad entre cada actividad y todas las demás actividades. Esta evalúa la importancia de la proximidad entre las actividades apoyándose en una codificación apropiada. A continuación se detalla la codificación.

Tabla 65: Valor de proximidad

Valor de proximidad	Código
Absolutamente necesario	A
Especialmente necesario	E
Importante	I
Normal u ordinario	O
Sin importancia	U
No recomendable	X

Elaboración: Los autores

En la siguiente tabla se detallan las razones existentes en relación de una sección con otra para realizar el proceso de producción.

Tabla 66: Relación de proximidad de procesos

Motivo	Nº
No se desea la contaminación de la MP	1
Por secuencia de operaciones	2
Gestión logística e información	3
Calidad del producto	4
Por el polvo y ruidos	5
Por no ser necesario	6

Elaboración: Los autores

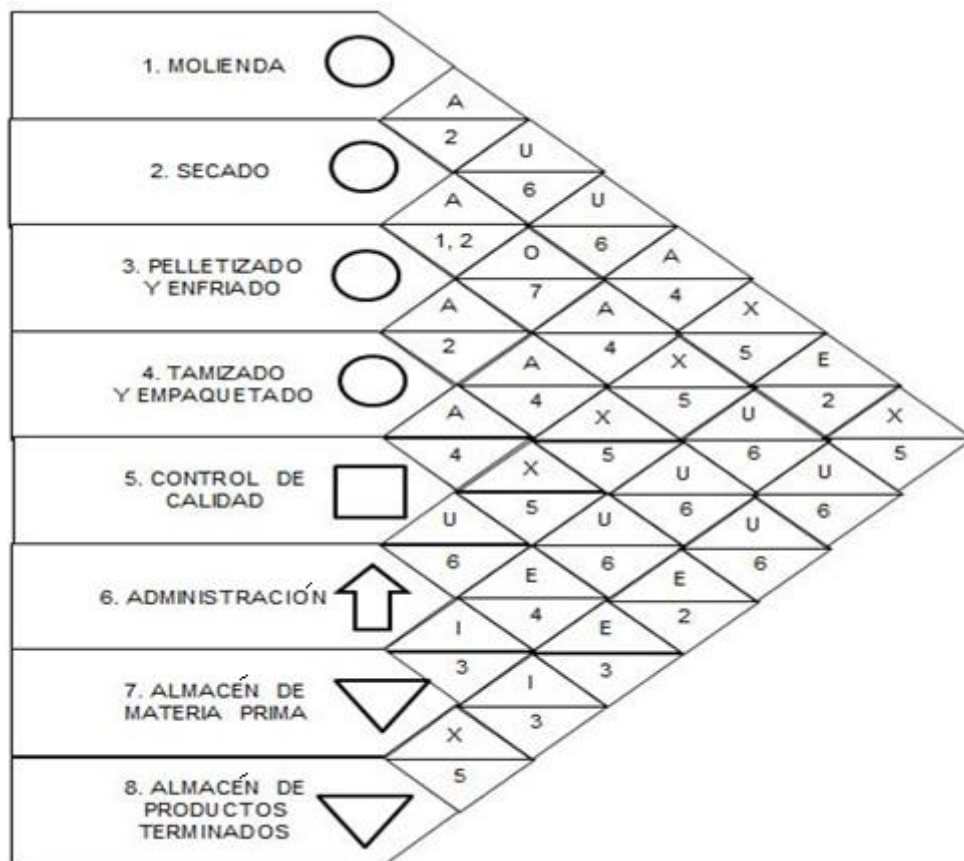


Figura 80: Método Tabla Relacional
Elaboración: Los autores

Luego de elaborar la tabla relacional se obtuvieron los siguientes valores de proximidad:

Tabla 67: Método Tabla Relacional

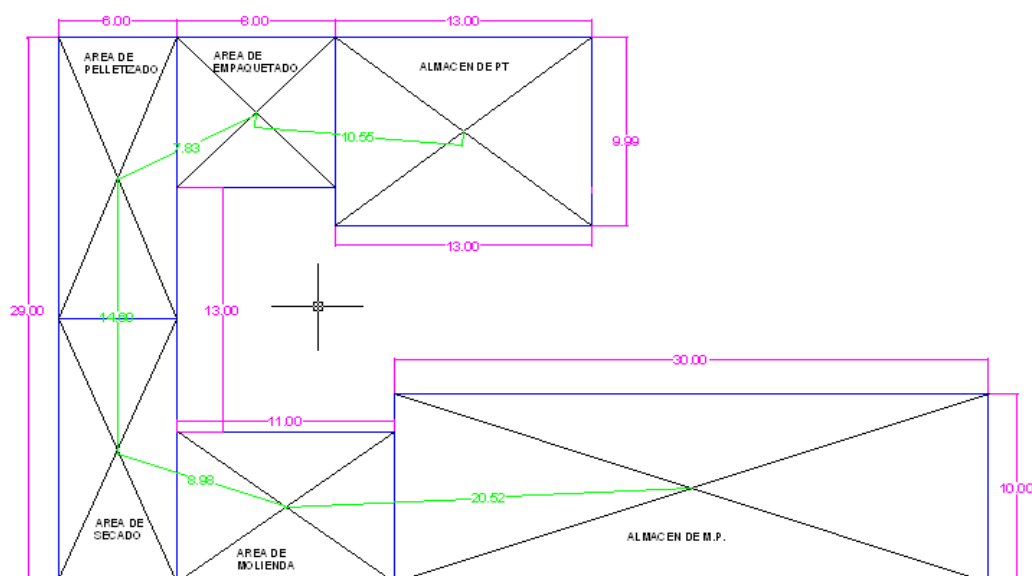
Código	Resultado
A	(1,2) (1,5) (2,3) (2,5) (3,4) (3,5) (4,5)
E	(1,7) (5,7) (5,8) (4,8)
I	(6,7) (6,8)
O	(2,4)
U	(1,3) (1,4) (2,4) (2,7) (2,8) (3,7) (3,8) (4,7) (5,6)
X	(1,6) (1,8) (2,6) (3,6) (4,6) (7,8)

Elaboración: Los autores

3.9.5 Determinación del modo de distribución de planta

Para la elección del modo de distribución, se plantearon dos formas: en U o en serie, se hicieron análisis de estos a través de la matriz distancia.

Análisis en U



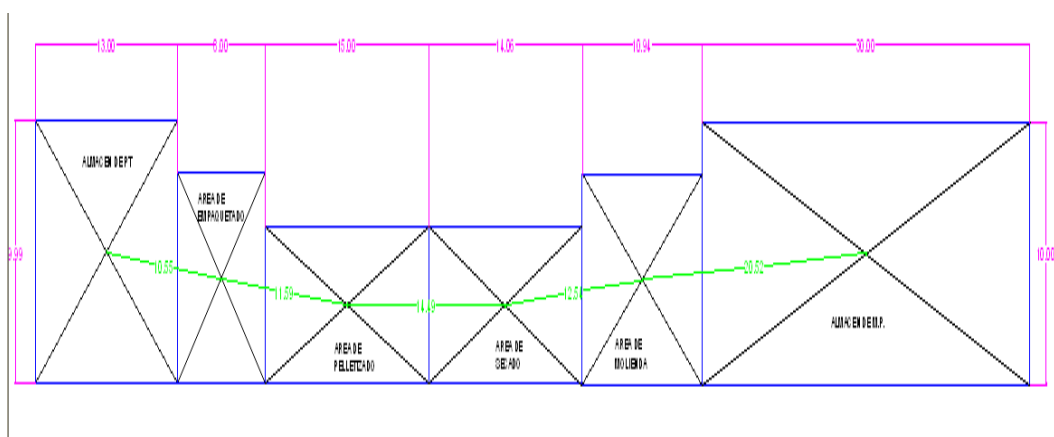
A continuación se resume las distancias en la siguiente:

Tabla 68: Matriz de Distancia en U

Áreas	Almacén MP	Molienda	Secado	Pelletizado	Empaque - tado	Almacén PT
Almacén MP	-	20.52				
Molienda			8.98			
Secado				14.6		
Pelletizado					7.83	
Empaquetado						10.55
Total	-	20.52	8.98	14.6	7.83	10.55
Total	62.48 m²					

Elaboración: Los autores

Análisis en serie



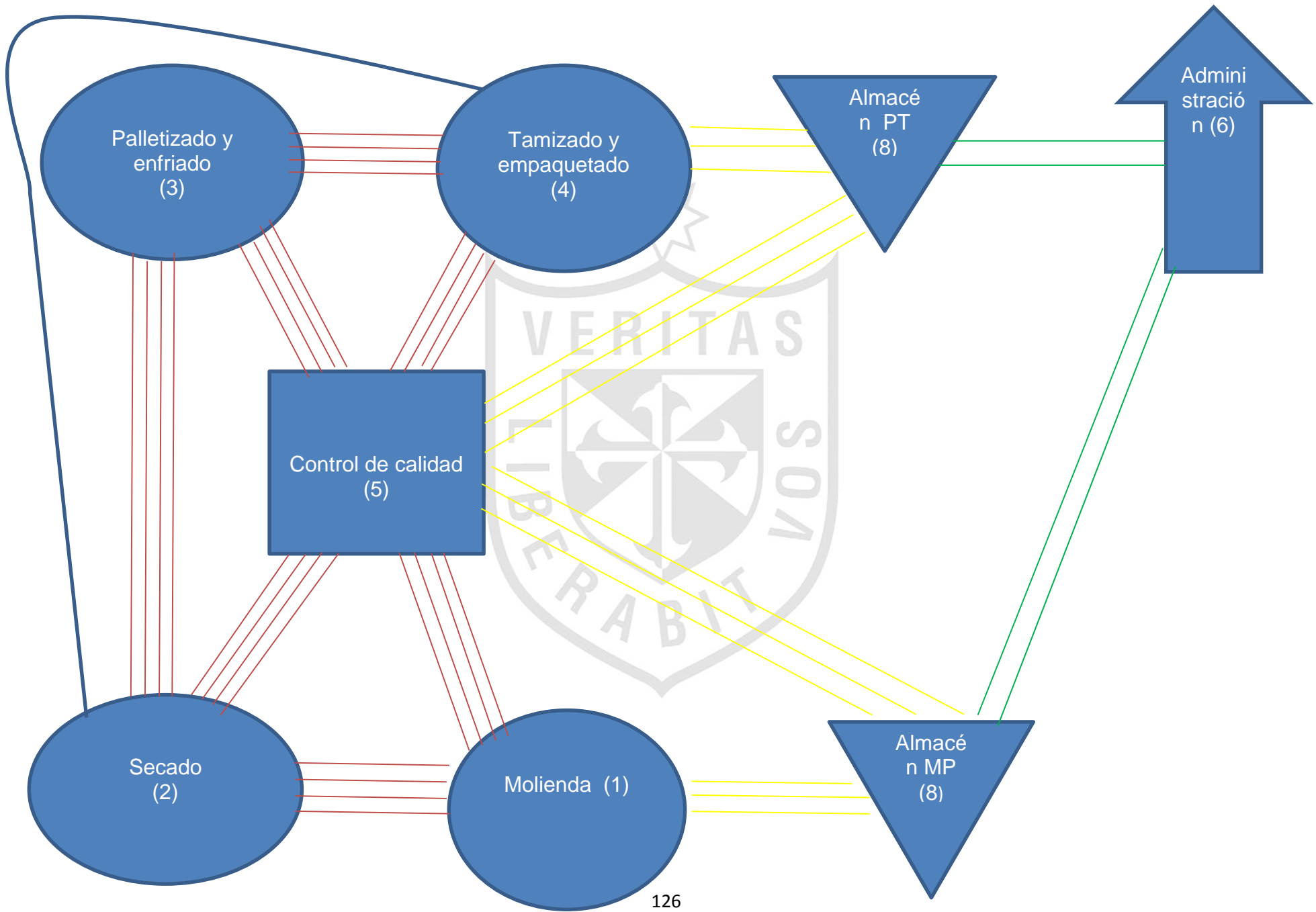
A continuación se resume las distancias en la siguiente:

Tabla 69: Matriz de Distancia en línea

Áreas	Almacén MP	Molienda	Secado	Pelletizado	Empaquetado	Almacén PT
Almacén MP	-	20.52				
Molienda			12.54			
Secado				14.6		
Pelletizado					11.59	
Empaquetado						10.5
Total	-	20.52	12.54	14.6	11.59	10.5
Total	69.75 m²					

Elaboración: Los autores

La distribución en U sería la mejor opción ya que la distancia total recorrida es menor comparado con la de en línea.



HOJA EN BLANCO PARA EL PLOTEO DE DISTRIBUCION DE PLANTA



3.10 Plan de producción

3.10.1 Planeamiento de producción

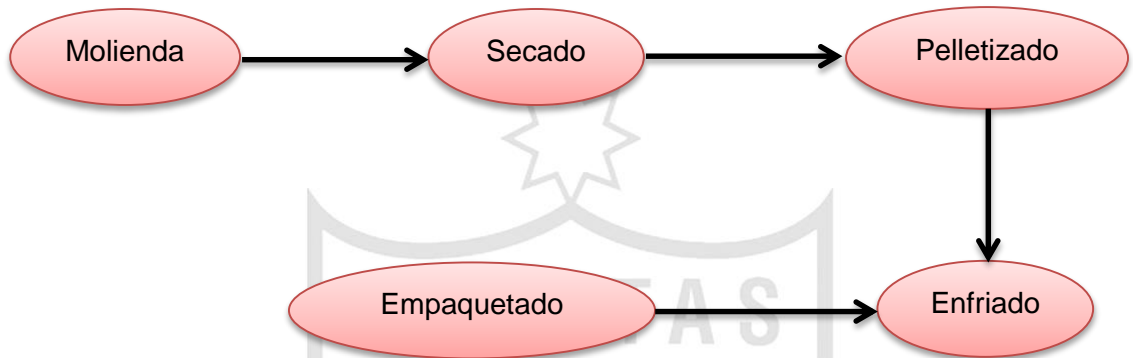


Figura 81: Diagrama de proceso de producción

Elaboración: Los autores

Según el proceso de producción se procederá a realizar un balance de masa, de tal manera que se expresará la cantidad necesaria de aserrín para producir una tonelada de pellets. En el proceso de molienda se tiene un rendimiento de MP del 99.5%. Se está considerando un 0.5% de aserrín que se queda entre los molinos.

En el secado es donde se pierde una gran cantidad de agua (Aserrín tiene aprox. 50% de agua), ya que se reduce a valores del 10% de humedad. En este proceso se pierde un 46% de la masa total. Después el pelletizado se está considerando 0.5% de rendimiento, ya que la disminución de la masa no es tan considerable.

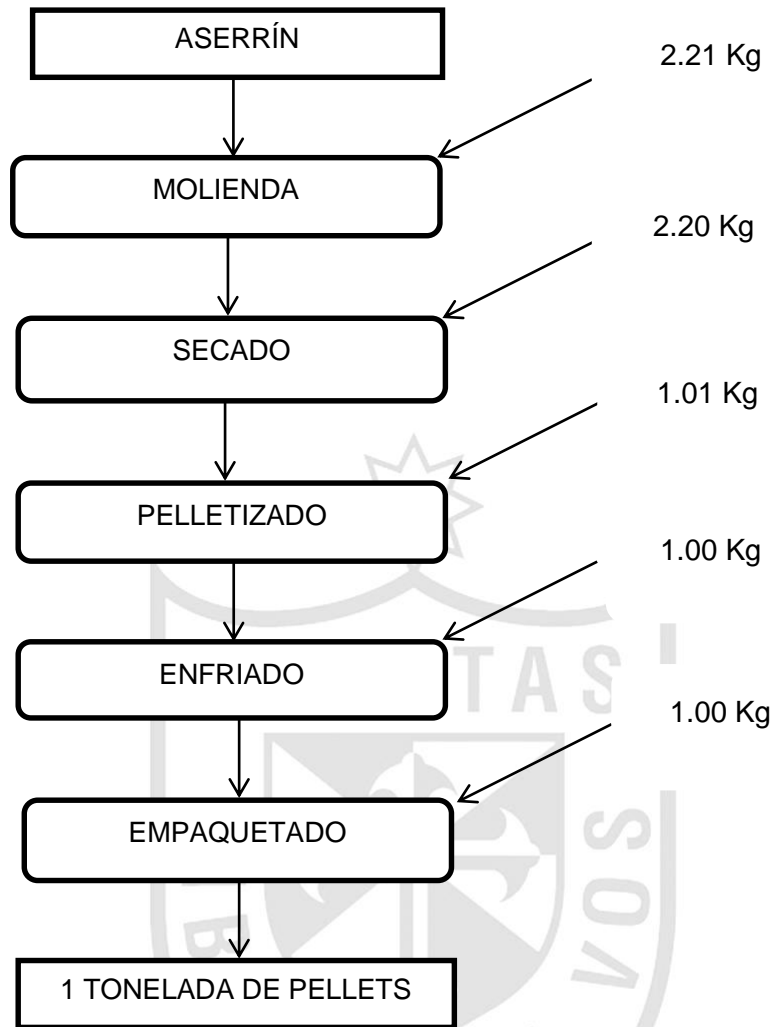


Figura 82: Balance de materia de proceso de producción
Elaboración: Los autores

Para obtener un tonelada de pellets se necesita 2.21 toneladas de aserrín, teniendo un factor de ingreso de 0.4523.

En la siguiente tabla se muestra los ratios de producción de cada máquina.

Tabla 70: Tabla de ratios de producción

Proceso	Capacidad (t/hr)	Capacidad (kg/hr)	KW
Molienda	1.7	1,700	30
Secado	1.7	1,700	15
Pelletizadora	1.5	1,500	98
Enfriado	2	2,000	8
Empaquetado	2.2	2,200	2.25

Elaboración: Los autores

A continuación se calculó el número de máquina a utilizar en el proceso. Se utilizó la fórmula siguiente:

$$\text{Nº máquinas} = \frac{\text{Tiempo de operación de la máquina} \times \text{Demanda anual}}{\text{Nº total de horas disponibles al año}}$$

$$\text{Nº total de horas disponibles al año} = \text{Nº de turnos} \times \text{Horas por turno} \times \text{Días en el año}$$

Para los cálculos se tomó en consideración lo siguiente:

- 1) Un turno
- 2) 8 horas por turno,
- 3) 309 días al año
- 4) Demanda proyectada para el 2016, es decir 1695 toneladas de pellets.

Se obtiene los siguientes resultados.

Tabla 71: Tabla de máquinas por operación

Proceso	Nº	Nº real
Molienda	0.40	1
Secado	0.40	1
Pelletizado	0.46	1
Enfriado	0.34	1
Empaquetado	0.31	1

Elaboración: Los autores

Se calculó el número de estaciones y el balance de línea que se tendrá en producción.

Se determinó el número de estaciones:

$$\text{Nº de estaciones} = \frac{\text{Tiempo de ciclo}}{\text{Tiempo de cadencia}}$$

Para los cálculos se tomó en consideración lo siguiente:

- 1) Tiempo de ciclo: 2.78 horas/tonelada de pellets
- 2) Tiempo de cadencia: 0.59 horas/tonelada de pellets

$$\text{Nº de estaciones} = \frac{\text{Tiempo de ciclo}}{\text{Tiempo de cadencia}} = 5.00$$

Tabla 72: Tabla de operarios por estación

Actividad	Estación	Tiempo (hr)	Nº operarios
Molienda	I	0.59	1
Secado	II	0.59	1
Pelletizadora	III	0.67	1
Enfriado	IV	0.50	1
Empaquetado	V	0.43	1

Elaboración: Los autores

$$\text{Eficiencia de línea} = \frac{\text{Tiempo de ciclo}}{\text{Tiempo de cadencia} \times \text{Nº de estaciones}}$$

Para los cálculos se tomó en consideración lo siguiente:

- 3) Tiempo de ciclo: 2.78 horas/tonelada de pellets
- 4) Tiempo de cadencia: 0.59 horas/tonelada de pellets
- 5) Nº de estaciones: 5

$$\text{Eficiencia de línea} = \frac{\text{Tiempo de ciclo}}{\text{Tiempo de cadencia} \times \text{Nº de estaciones}} = 94.45\%$$

El tiempo ocioso en la línea de producción es la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Tiempo ocioso} &= \text{Nº de estaciones} \times \text{Tiempo de cadencia} - \text{Tiempo de ciclo} \\ \text{Tiempo ocioso} &= 0.16 \text{ horas} \end{aligned}$$

Se procedió a realizar una simulación de la producción de 1 tonelada de pellets para calcular los tiempos de producción.

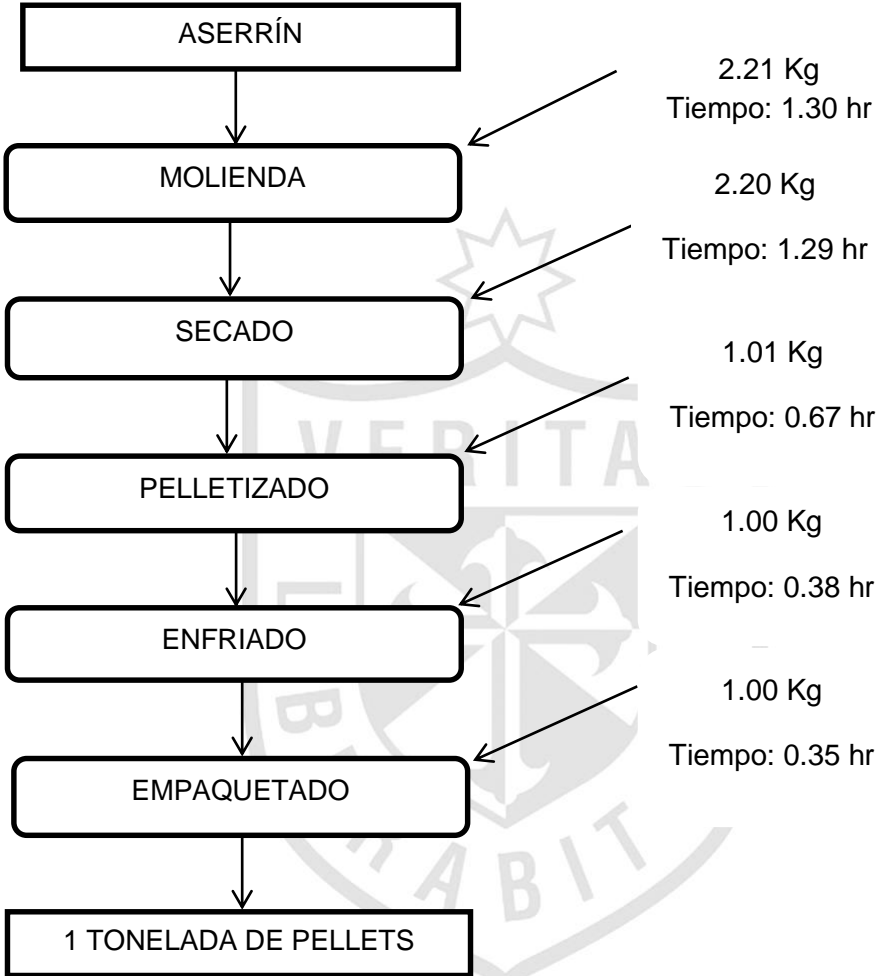


Figura 83: Balance de materia de proceso de producción y tiempos

Elaboración: Los autores

Los tiempos necesarios para la producción de 1 tonelada de pellets lo podemos resumir de la manera siguiente:

Tabla 73: Tabla de tiempo de procesos

Proceso	Tiempo (hr)
Molienda	1.30
Secado	1.29
Pelletizadora	0.67
Enfriado	0.5
Empaquetado	0.45
Total	4.22

Elaboración: Los autores

Según la tabla anterior, la primera tonelada de pellets saldrá en 4.22 horas después de iniciada la producción. Podemos expresarlo en una línea de tiempo como se muestra a continuación.

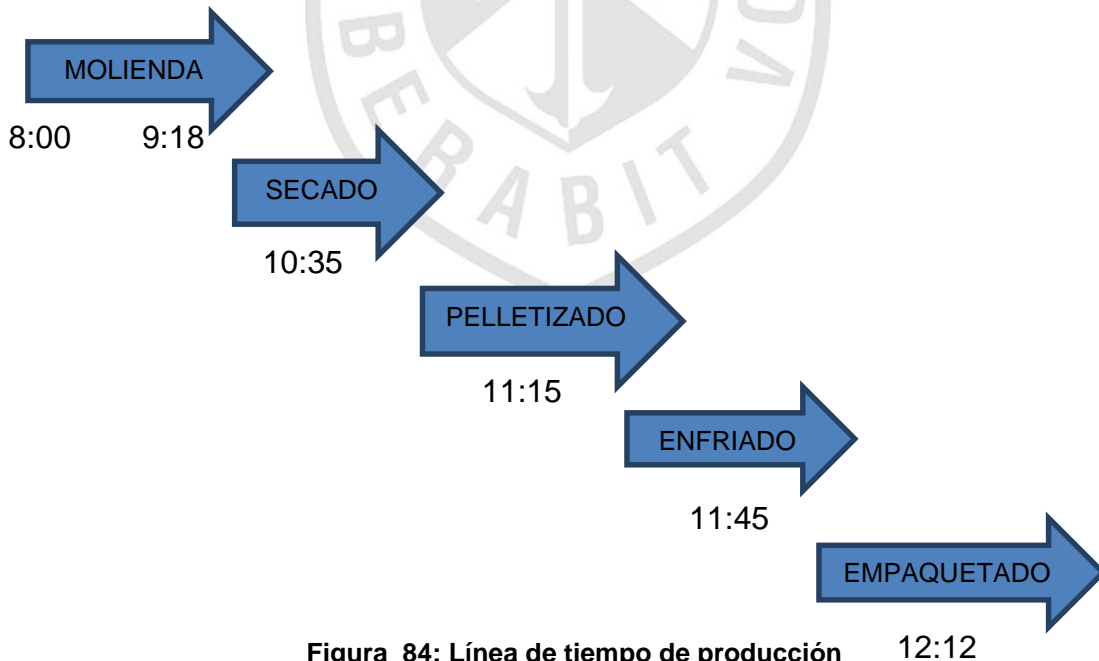


Figura 84: Línea de tiempo de producción

Elaboración: Los autores

El siguiente lote o tonelada de pellets saldría 1.30 hora después; es decir, en una hora con 18 minutos. De acuerdo a esto tendremos lo siguiente:

Tabla 74: Tabla de tiempos de producción por turnos

Hora Entrada MP	Hora Salida Producto	Toneladas producidas	Turno
08:00	12:12	1	1
09:18	13:30	2	
10:36	14:48	3	
11:54	16:06	4	
13:12	17:24	5	2
14:30	18:42	6	
15:48	20:00	7	
17:06	21:18	8	
18:24	22:36	9	
19:42	23:54	10	
21:00	01:12	11	3
22:18	02:30	12	
23:36	03:48	13	
00:54	05:06	14	
02:12	06:24	15	

Elaboración: Los autores

Entonces, con un turno producimos cuatro toneladas, con dos turnos producimos diez toneladas y con tres turnos al día producimos quince toneladas. Se está determinando 1 hora y 30 minutos para lo que es puesta en marcha, mantenimiento, regulación de máquina, inspección y actividades de mantenimiento. En base a esto se determinó que es necesario un operario dividiendo las horas que se necesitan entre las horas que puede trabajar; adicional a esto se tiene que sumar el operario del cargador frontal y montacargas.

Se calculó las horas que cada máquina necesita para procesar, de tal manera que se cumpla con la demanda en el año 2012. Con esta base se calculará para los siguientes cuatro años.



Tabla 75: Tabla de horas disponibles vs horas necesarias de Molino

MOLINO													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Requerimiento MP (t)	371.46	371.46	371.46	225.53	225.53	225.53	152.56	152.56	152.56	322.81	322.81	322.81	3 217.09
Días útiles	25.00	24.00	27.00	26.00	26.00	26.00	24.00	27.00	26.00	26.00	26.00	26.00	309.00
Horas disponibles	200.00	192.00	216.00	208.00	208.00	208.00	192.00	216.00	208.00	208.00	208.00	208.00	2 472.00
Horas necesarias	218.50	218.50	218.50	132.66	132.66	132.66	89.74	89.74	89.74	189.89	189.89	189.89	1 892.40

Elaboración: Los autores

Tabla 76: Tabla de horas disponibles vs horas necesarias de Secadora

SECADORA													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Requerimiento MP (t)	369.60	369.60	369.60	224.40	224.40	224.40	151.80	151.80	151.80	321.20	321.20	321.20	3 201.00
Horas disponibles	200.00	192.00	216.00	208.00	208.00	208.00	192.00	216.00	208.00	208.00	208.00	208.00	2 472.00
Horas necesarias	217.41	217.41	217.41	132.00	132.00	132.00	89.29	89.29	89.29	188.94	188.94	188.94	1 882.94

Elaboración: Los autores

Tabla 77: Tabla de horas disponibles vs horas necesarias de Pelletizadora

PELLETIZADORA													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Requerimiento MP (t)	168.84	168.84	168.84	102.51	102.51	102.51	69.35	69.35	69.35	146.73	146.73	146.73	1 462.31
Horas disponibles	200.00	192.00	216.00	208.00	208.00	208.00	192.00	216.00	208.00	208.00	208.00	208.00	2 472.00
Horas necesarias	112.56	112.56	112.56	68.34	68.34	68.34	46.23	46.23	46.23	97.82	97.82	97.82	974.87

Elaboración: Los autores

Tabla 78: Tabla de horas disponibles vs horas necesarias de Cooler

COOLER													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Requerimiento MP (t)	168.00	168.00	168.00	102.00	102.00	102.00	69.00	69.00	69.00	146.00	146.00	146.00	1 455.00
Horas disponibles	200.00	192.00	216.00	208.00	208.00	208.00	192.00	216.00	208.00	208.00	208.00	208.00	2 472.00
Horas necesarias	84.00	84.00	84.00	51.00	51.00	51.00	34.50	34.50	34.50	73.00	73.00	73.00	727.50

Elaboración: Los autores

Tabla 79: Tabla de horas disponibles vs horas necesarias de Empacador

EMPACADOR													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Requerimiento MP (t)	168.00	168.00	168.00	102.00	102.00	102.00	69.00	69.00	69.00	146.00	146.00	146.00	1 455.00
Horas disponibles	200.00	192.00	216.00	208.00	208.00	208.00	192.00	216.00	208.00	208.00	208.00	208.00	2 472.00
Horas necesarias	76.36	76.36	76.36	46.36	46.36	46.36	31.36	31.36	31.36	66.36	66.36	66.36	661.36

Elaboración: Los autores

3.10.2 Plan agregado de producción

Se calculó el plan agregado de producción; para ellos es necesario detallar todo los costos en los cuales se incurre.

- Costos directos

Tabla 80: Costos Directos

Descripción	Costo (S/.)	Unidad
Aserrín	30	t
Mano de obra	4	hr
Mano de obra extra	5	hr

Elaboración: Los autores

- Costos indirectos de fabricación

Tabla 81: Costos Indirectos

Descripción	Costo (S/.)	Unidad
Bolsas	0.50	unidad
Costo de energía	0.4878	KW-hr
Agua**	500	mes
Energía luminosa**	1600	mes

** El pago por agua y energía luminosa es por la demanda de 120 toneladas mensuales, esto variará de acuerdo a lo requerido.

Elaboración: Los autores

Se realizó un plan agregado trabajando con uno y dos turnos de operarios; de los cuales para tener un menor costo de producción en el primer año es conveniente trabajar un turno con horas extras, por lo que se obtendría un costo de producción de S/229.78 por tonelada.

PLAN AGREGADO

Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Acumulado
Plan de producción	168	168	168	102	102	102	69	69	69	146	146	146	1 455
Días útiles	25	24	27	26	26	26	24	27	26	26	26	26	309
Producción regular	100	96	108	104	104	104	96	108	104	104	104	104	1 236
Producción horas extras	68	72	60	0	0	0	0	0	0	42	42	42	326
Horas mano de obra regular	1 200	1 152	1 296	1 248	1 248	1 248	1 152	1 296	1 248	1 248	1 248	1 248	14 832
Horas extras	136	144	120	0	0	0	0	0	0	84	84	84	652
Numero de operarios	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	72
Costo de mano de obra regular	S/. 4 800	S/. 4 608	S/. 5 184	S/. 4 992	S/. 4 992	S/. 4 992	S/. 4 608	S/. 5 184	S/. 4 992	S/. 4 992	S/. 4 992	S/. 4 992	S/. 59 328
Costo de energía eléctrica	S/. 11 013	S/. 11 013	S/. 11 013	S/. 6 687	S/. 6 687	S/. 6 687	S/. 4 523	S/. 4 523	S/. 4 523	S/. 9 571	S/. 9 571	S/. 9 571	S/. 95 382
Costo horas extras	S/. 4 080	S/. 4 320	S/. 3 600	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 2 520	S/. 2 520	S/. 2 520	S/. 19 560
Costo de almacenamiento MP	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 1 975
Costos indirectos de fabricación	S/. 6 300	S/. 6 300	S/. 6 300	S/. 4 650	S/. 4 650	S/. 4 650	S/. 3 825	S/. 3 825	S/. 3 825	S/. 5 750	S/. 5 750	S/. 5 750	S/. 61 575
Costo materia prima	S/. 11 144	S/. 11 144	S/. 11 144	S/. 6 766	S/. 6 766	S/. 6 766	S/. 4 577	S/. 4 577	S/. 4 577	S/. 9 684	S/. 9 684	S/. 9 684	S/. 96 513
Costo Total	S/. 37 502	S/. 37 550	S/. 37 406	S/. 23 259	S/. 23 259	S/. 23 259	S/. 17 698	S/. 18 274	S/. 18 082	S/. 32 682	S/. 32 682	S/. 32 682	S/. 334 333

Costo unitario operación por tonelada	S/. 229.78
--	-------------------

Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Acumulado
Plan de producción	168	168	168	102	102	102	69	69	69	146	146	146	1 455
Días útiles	25	24	27	26	26	26	24	27	26	26	26	26	309
Producción regular	168	168	168	102	102	102	69	69	69	146	146	146	1 455
Producción horas extras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Horas mano de obra regular	2 400	2 304	2 592	2 496	2 496	2 496	2 304	2 592	2 496	2 496	2 496	2 496	29 664
Horas extras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Numero de operarios	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	144
Costo de mano de obra regular	S/. 9 600	S/. 9 216	S/. 10 368	S/. 9 984	S/. 9 984	S/. 9 984	S/. 9 216	S/. 10 368	S/. 9 984	S/. 9 984	S/. 9 984	S/. 9 984	S/. 118 656
Costo de energía eléctrica	S/. 11 013	S/. 11 013	S/. 11 013	S/. 6 687	S/. 6 687	S/. 6 687	S/. 4 523	S/. 4 523	S/. 4 523	S/. 9 571	S/. 9 571	S/. 9 571	S/.95 382
Costo horas extras	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0
Costo de almacenamiento MP	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 1 975
Costos indirectos de fabricación	S/. 6 300	S/. 6 300	S/. 6 300	S/. 4 650	S/. 4 650	S/. 4 650	S/. 3 825	S/. 3 825	S/. 3 825	S/. 5 750	S/. 5 750	S/. 5 750	S/. 61 575
Costo materia prima	S/. 11 144	S/. 11 144	S/. 11 144	S/. 6 766	S/. 6 766	S/. 6 766	S/. 4 577	S/. 4 577	S/. 4,577	S/. 9 684	S/. 9 684	S/. 9684	S/. 96 513
Costo Total	S/. 38 222	S/. 37 838	S/. 38 990	S/. 28 251	S/. 28 251	S/. 28 251	S/. 22 306	S/. 23 458	S/. 23 074	S/. 35 154	S/. 35 154	S/. 35 154	S/. 374 101

Costo unitario operación por
tonelada

S/. 257.11

3.10.3 Punto de equilibrio

Fue necesario calcular el costo variable unitario y el total de los costos fijos. El primero se obtuvo del plan agregado de la producción y se tiene que añadir el costo de transporte de Pucallpa hasta destino (S/294.12 por tonelada).

Costo variable unitario	S/. 486.44
--------------------------------	-------------------

Los costos fijos se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 82: Costos Fijos

Descripción	Costo	Unidad
Jefe de planta	S/. 2 500.00	Mes
Jefe control de calidad	S/. 2 500.00	Mes
Jefe de Operaciones	S/. 3 000.00	Mes
Contador	S/. 2 500.00	Mes
Energía luminosa	S/. 400.00	Mes

Total	S/. 10 900.00	Mes
-------	---------------	-----

Total anual	S/. 130 800.00
-------------	----------------

Elaboración: Los autores

Precio de venta por tonelada: S/.852.00 (240 euros, S/. 3.55 tipo de cambio al 26/05/13)

PUNTO DE EQUILIBRO

Costo variable unitario	S/. 523.90
Precio de Venta	S/. 852.00

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Acumulado
Demanda	168	168	168	102	102	102	69	69	69	146	146	146	1 455
Costo variables	S/.88 015	S/.88015	S/.88 015	S/.53 438	S/.53 438	S/.53 438	S/.36 149	S/.36 149	S/.36 149	S/.76 489	S/.76 489	S/.76 489	S/.762 274
Costo fijo	S/.10 900	S/.10 900	S/.10 900	S/.10 900	S/.10 900	S/.10 900	S/.10 900	S/.10 900	S/.10900	S/.10 900	S/.10 900	S/.10 900	S/.130 800
Ingresos	S/.143 136	S/.143 136	S/.143 136	S/.86 904	S/.86 904	S/.86 904	S/.58 788	S/.58 788	S/.58 788	S/.124 392	S/.124 392	S/.124 392	S/.1 239 660
Utilidad bruta	S/.44 221	S/.44 221	S/.44 221	S/.22 566	S/.22 566	S/.22 566	S/.11 739	S/.11 739	S/.11 739	S/.37 003	S/.37 003	S/.37 003	S/.346 586

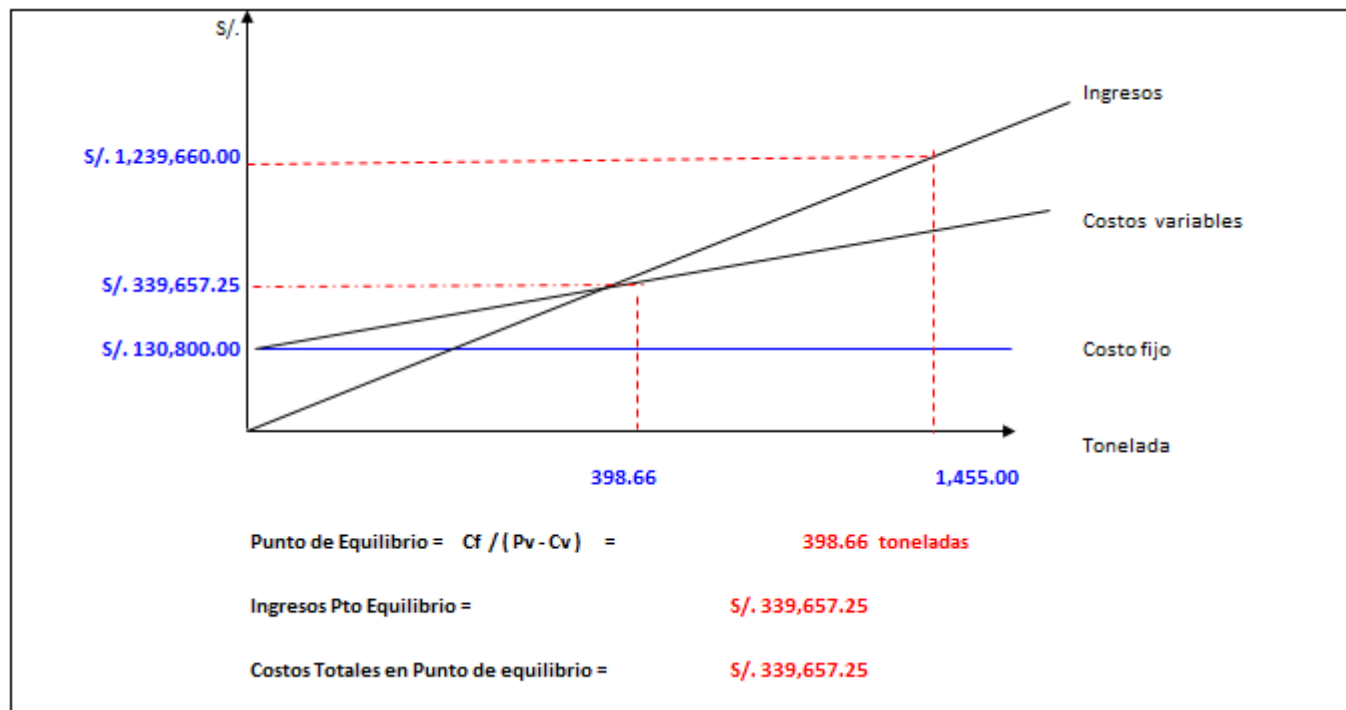


Figura 85: Punto de Equilibrio del año 2011

Elaboración: Los autores

3.10.4 Plan de abastecimiento de aserrín

Se calculó el stock de seguridad basándose en las políticas de nivel de servicio que le deseamos dar al cliente, el cual se ha determinado que será un 95%

Demanda media	3785.68 t
σ =	425.88 t

Para ajustar los valores hallados a la longitud del tiempo de entrega se tiene que multiplicar por el factor τ :

τ = tiempo de entrega/días hábiles al año

Tiempo de entrega para el aserrín es de 7 días y los días hábiles al año son 309 días.

$$\tau = 0.0227$$

Multiplicando la demanda media y la desviación estándar se obtiene lo siguiente:

Demanda media ajustada= $D \cdot \tau$	85.76 t
$\sigma \tau$	64.10 t

Inventario de seguridad= s	$z \cdot \sigma \tau$
Inventario de seguridad= s	105.77

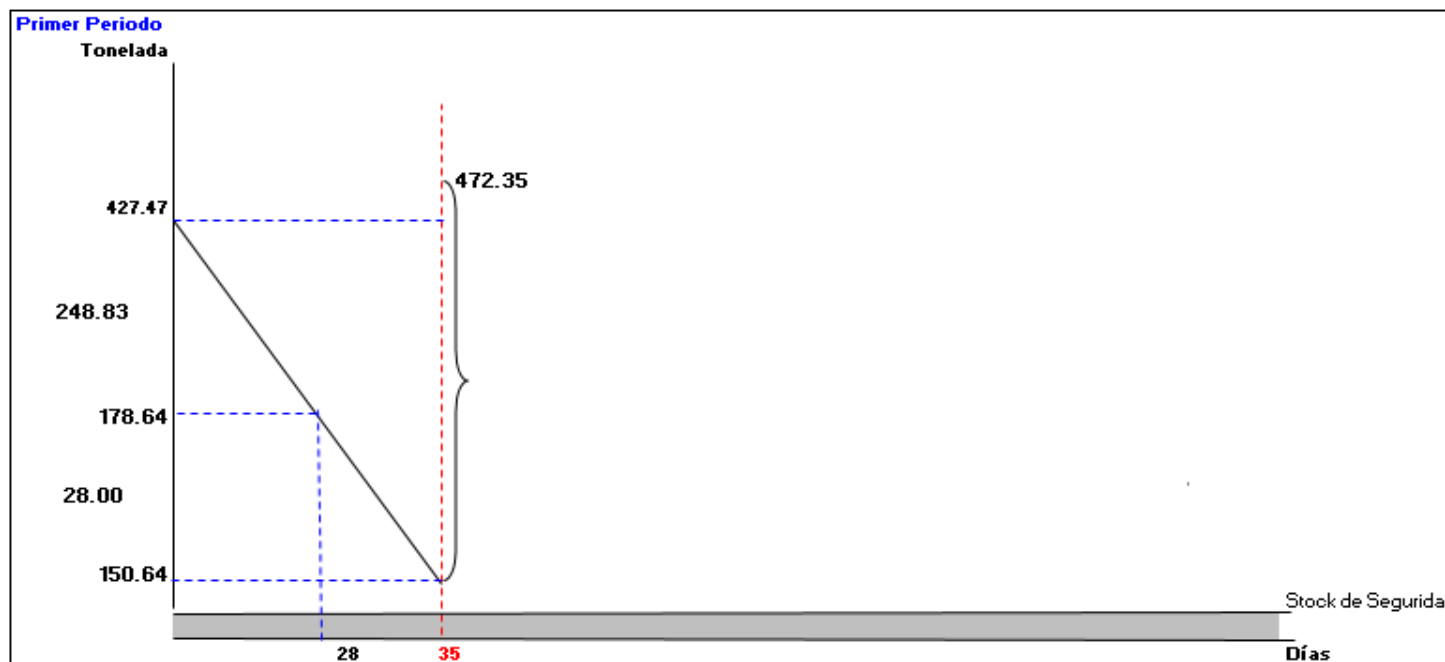
A continuación se detalla toda la información necesaria para proceder a realizar el plan de compras del aserrín:

Tabla 83 Detalle de ítems de plan de compras de materia prima

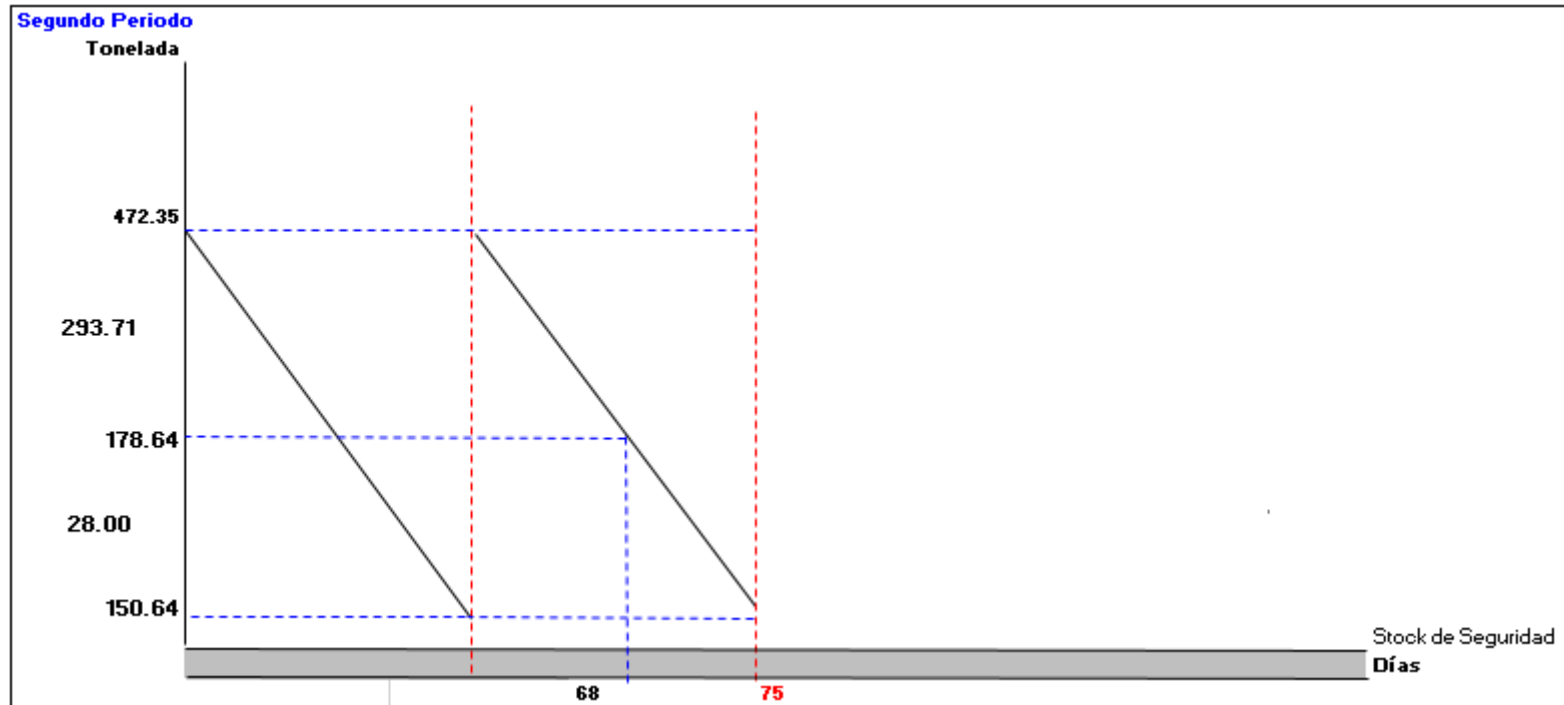
Descripción	Valor	Unidad
Demanda Anual	3,217.09	t
Stock de Seguridad	105.77	t
Costo de Generar Orden de compra	200.00	S/.
Tasa de Almacenamiento	12.28	S/. por t
Días útiles para el plan de abastecimiento	309.00	días
Periodo de aviso a la fábrica	7.00	días
Consumo promedio diario	10.41	t
Lote económico de compra	323.72	t
N° de pedidos	10.00	pedidos
Lote de compra real	321.71	t

Elaboración: Los autores

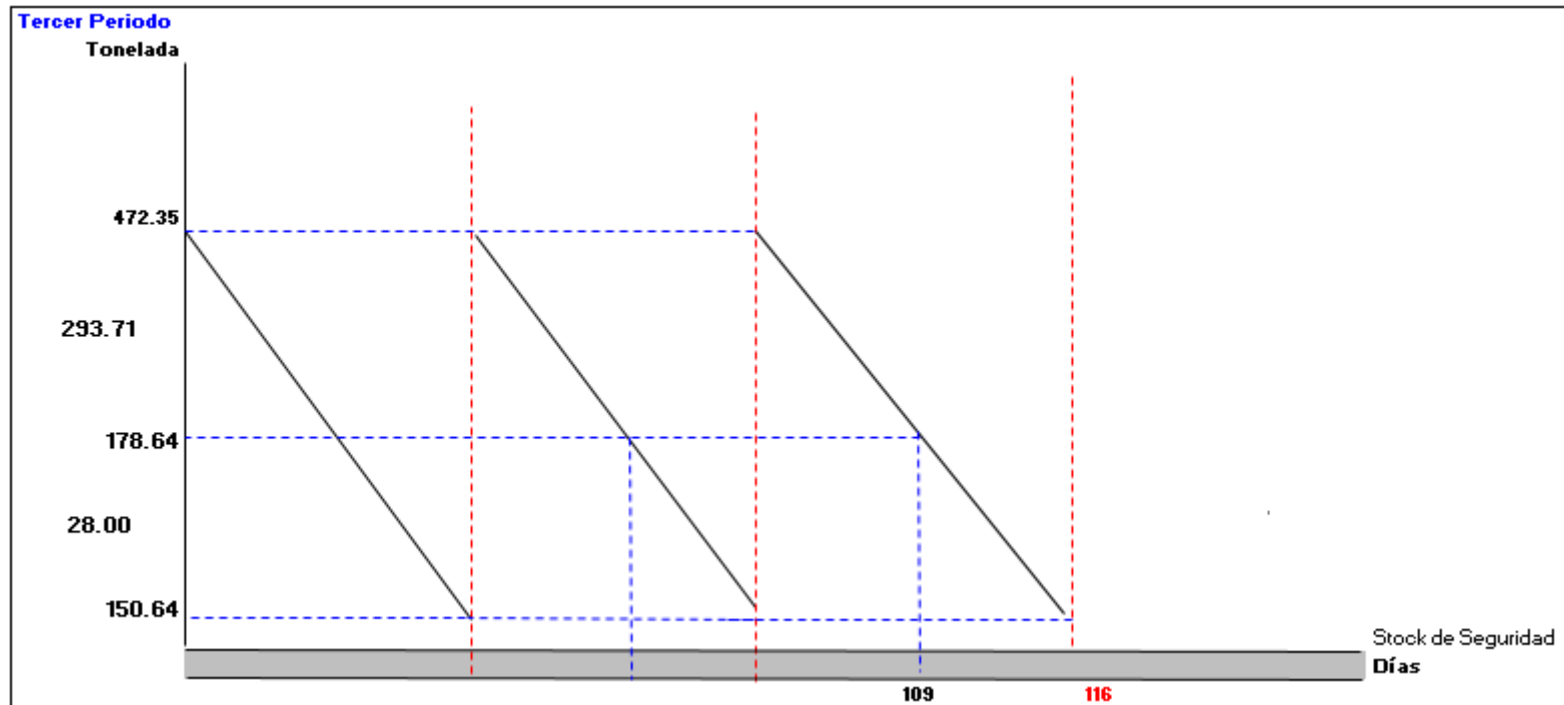
Periodo de abastecimiento



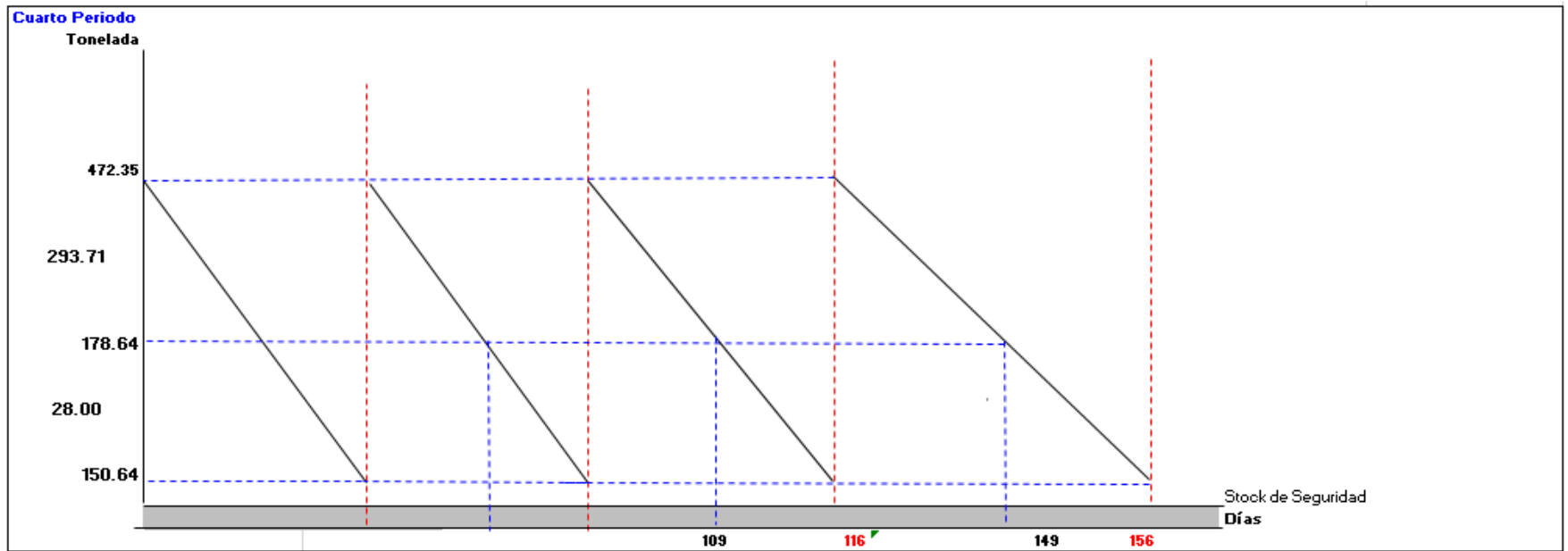
Se debe solicitar el pedido cuando el stock sea de	178.64	toneladas
Consumo hasta generar pedido de reposición	248.8	toneladas
Días requeridos para este consumo	28	días
Consumo durante la reposición	28	toneladas
Nivel de stock antes de reposición	150.64	toneladas
Pedido de reposición	321.71	toneladas
Nivel de stock después de reposición	472.35	toneladas



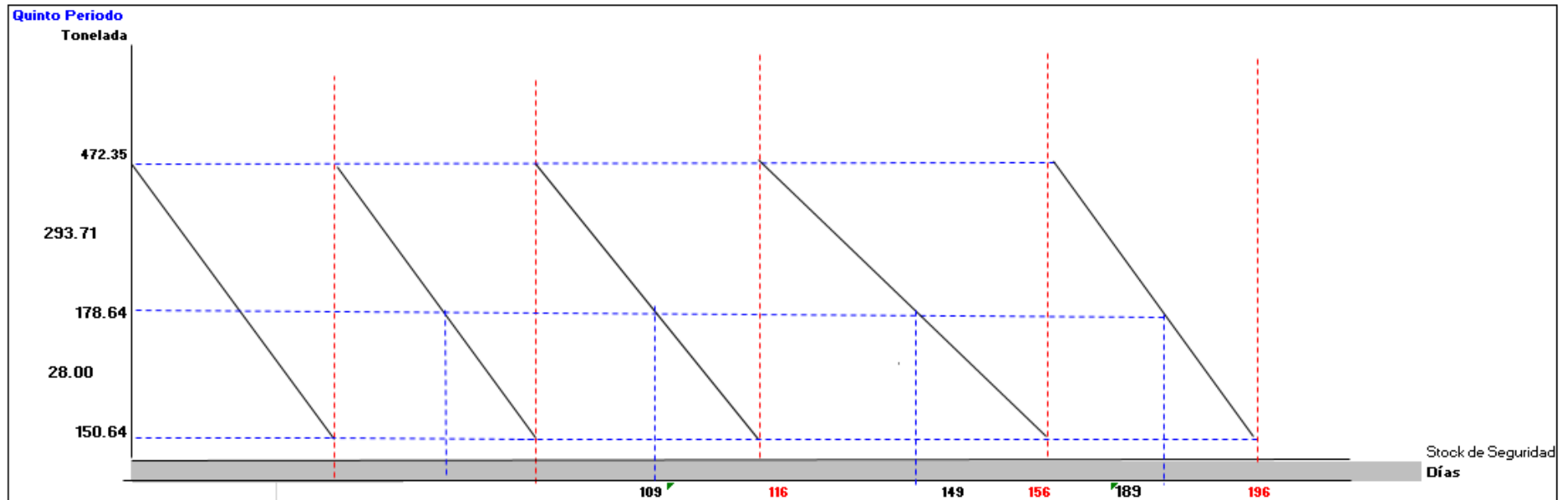
Se debe solicitar el pedido cuando el stock sea de	178.64	toneladas
Consumo hasta generar pedido de reposición	293.7	toneladas
Días requeridos para este consumo	33	días
Consumo durante la reposición	28	toneladas
Nivel de stock antes de reposición	150.64	toneladas
Pedido de reposición	321.71	toneladas
Nivel de stock después de reposición	472.35	toneladas



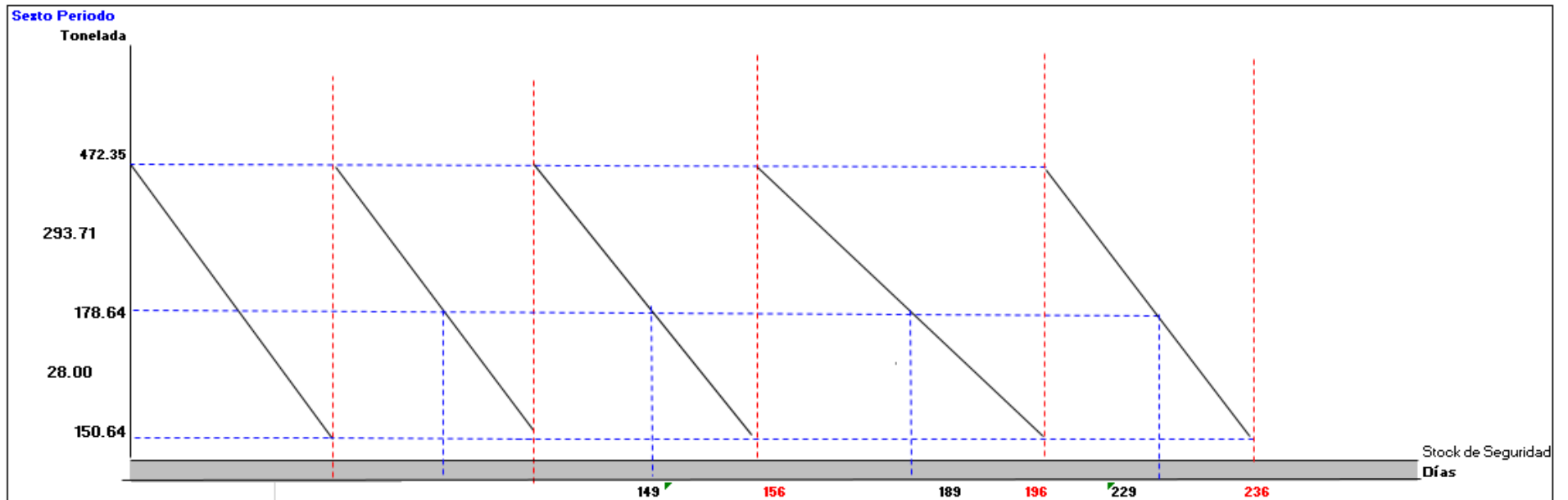
Se debe solicitar el pedido cuando el stock sea de	178.64	toneladas
Consumo hasta generar pedido de reposición	293.7	toneladas
Días requeridos para este consumo	33	días
Consumo durante la reposición	28	toneladas
Nivel de stock antes de reposición	150.64	toneladas
Pedido de reposición	321.71	toneladas
Nivel de stock después de reposición	472.35	toneladas



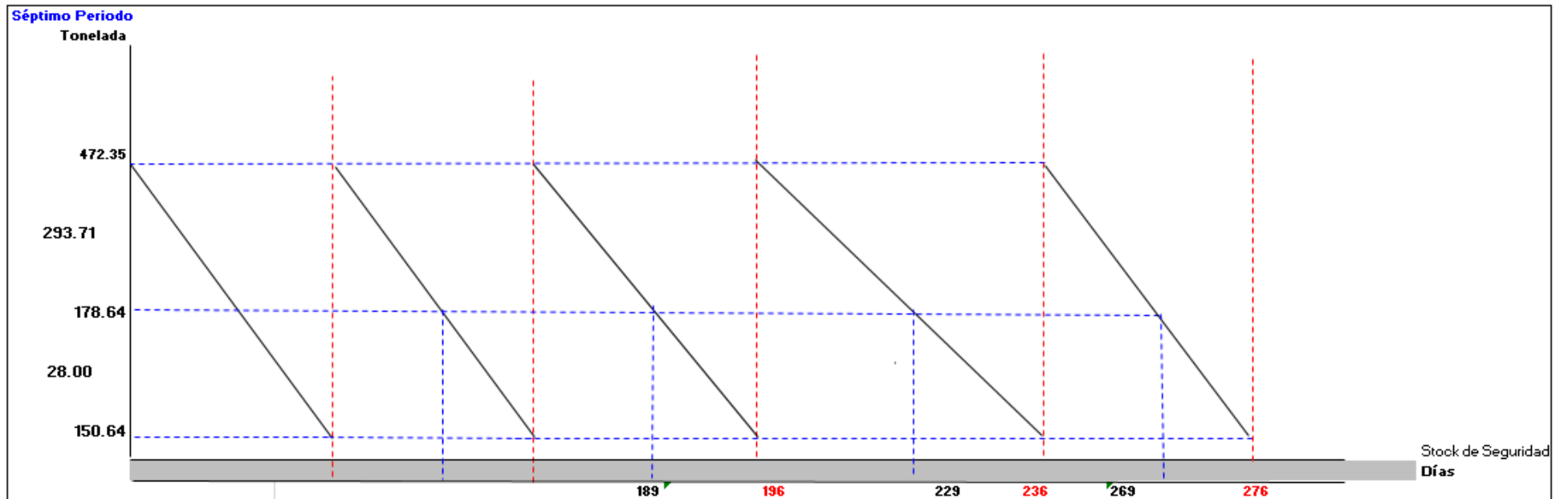
Se debe solicitar el pedido cuando el stock sea de	178.64	toneladas
Consumo hasta generar pedido de reposición	293.7	toneladas
Días requeridos para este consumo	33	días
Consumo durante la reposición	28	toneladas
el de stock antes de reposición	150.64	toneladas
Pedido de reposición	321.71	toneladas
Nivel de stock después de reposición	472.35	toneladas



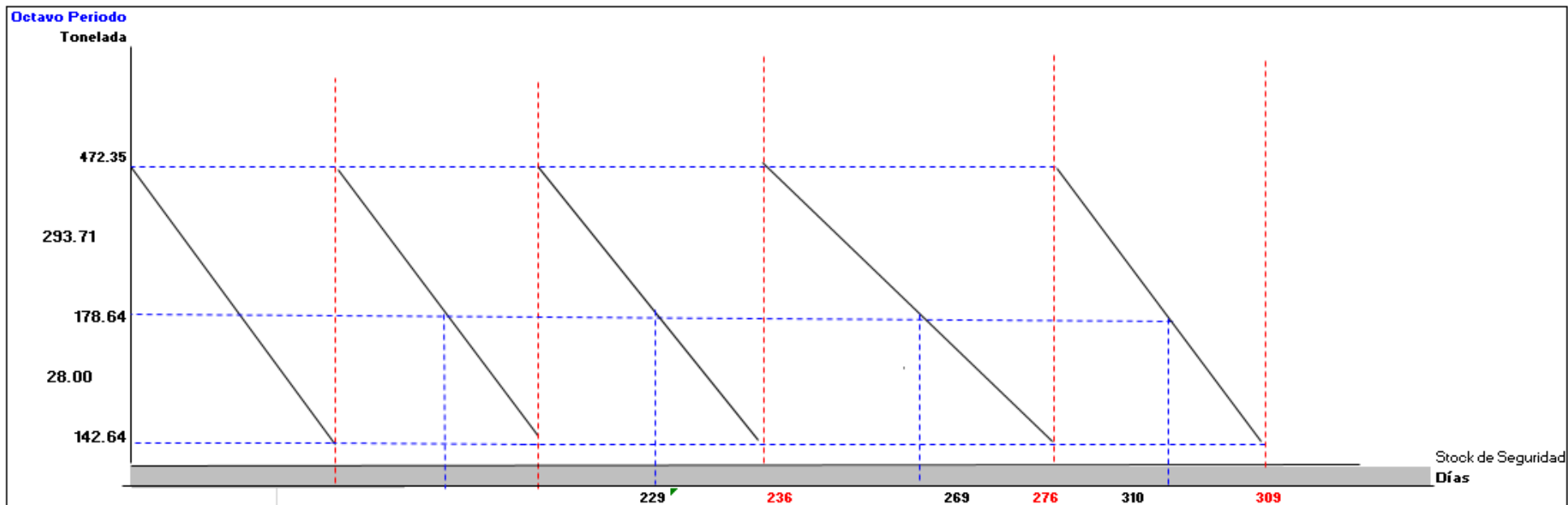
Se debe solicitar el pedido cuando el stock sea de	178.64	toneladas
Consumo hasta generar pedido de reposición	293.7	toneladas
Días requeridos para este consumo	33	días
Consumo durante la reposición	28	toneladas
Nivel de stock antes de reposición	150.64	toneladas
Pedido de reposición	321.71	toneladas
Nivel de stock después de reposición	472.35	toneladas



Se debe solicitar el pedido cuando el stock sea de	178.64	toneladas
Consumo hasta generar pedido de reposición	293.7	toneladas
Días requeridos para este consumo	33	días
Consumo durante la reposición	28	toneladas
Nivel de stock antes de reposición	150.64	toneladas
Pedido de reposición	321.71	toneladas
Nivel de stock después de reposición	472.35	toneladas



Se debe solicitar el pedido cuando el stock sea de	178.64	toneladas
Consumo hasta generar pedido de reposición	293.7	toneladas
Días requeridos para este consumo	33	días
Consumo durante la reposición	28	toneladas
Nivel de stock antes de reposición	150.64	toneladas
Pedido de reposición	321.71	toneladas
Nivel de stock después de reposición	472.35	toneladas



Se debe solicitar el pedido cuando el stock sea de 178.64 toneladas
 Consumo hasta generar pedido de reposición 293.7 toneladas
 Días requeridos para este consumo 33 días
 Consumo durante la reposición 28 toneladas
 Nivel de stock antes de reposición 142.64 toneladas
 Pedido de reposición 321.71 toneladas
 Nivel de stock después de reposición 464.35 toneladas

Tabla 84: Nivel de inventario de los periodos de abastecimiento del año 2011

Periodo	Día		Nivel de Existencias toneladas		
	Renovación Pedido	Punto Reposición	Punto Renovación	Antes Reposición	Después Reposición
					427.47
1	28	35	178.64	150.64	472.35
2	68	75	178.64	150.64	472.35
3	109	116	178.64	150.64	472.35
4	149	156	178.64	150.64	472.35
5	189	196	178.64	150.64	472.35
6	229	236	178.64	150.64	472.35
7	269	276	178.64	150.64	472.35
8	310	309	178.64	142.64	472.35

Elaboración: Los autores

A continuación se muestra el plan agregado, punto de equilibrio y plan de abastecimiento de los próximos años.

2doPeriodo: Plan agregado

Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Acumulado
Plan de producción	175	175	175	107	107	107	72	72	72	152	152	152	1 518
Días útiles	25	24	27	26	26	26	24	27	26	26	26	26	309
Producción regular	100	96	108	104	104	104	72	72	72	104	104	104	1 144
Producción horas extras	75	79	67	3	3	3	0	0	0	48	48	48	374
Horas mano de obra regular	1 200	1 152	1 296	1 248	1 248	1 248	1 152	1 296	1 248	1 248	1 248	1 248	14, 32
Horas extras	150.00	158.00	134.00	6.00	6.00	6.00	0.00	0.00	0.00	96.00	96.00	96.00	748
Número de operarios	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	72
Costo de mano de obra regular	S/.4 800	S/.4 608	S/.5 184	S/.4 992	S/.4 992	S/.4 992	S/.4 608	S/.5 184	S/.4 992	S/.4 992	S/.4 992	S/.4 992	S/.59 328
Costo de energía eléctrica	S/.11 472	S/.11 472	S/.11 472	S/.7 014	S/.7 014	S/.7 014	S/.4 720	S/.4 720	S/.4, 720	S/.9 964	S/.9 964	S/.9 964	S/.99 512
Costo horas extras	S/.4 500	S/.4 740	S/.4 020	S/.180	S/.180	S/.180	S/.0	S/.0	S/.0	S/.2 880	S/.2 880	S/.2 880	S/.22 440
Costo de almacenamiento MP	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.1 983
Costos indirectos de fabricación	S/.6 544	S/.6 544	S/.6 544	S/.4 844	S/.4 844	S/.4 844	S/.3 969	S/.3 969	S/.3 969	S/.5 969	S/.5 969	S/.5 969	S/.63 981
Costo materia prima	S/.11 608	S/.11 608	S/.11 608	S/.7 097	S/.7 097	S/.7 097	S/.4 776	S/.4 776	S/.4 776	S/.10 082	S/.10 082	S/.10 082	S/.100 691
Costo Total	S/.39 090	S/.39 138	S/.38 994	S/.24 293	S/.24 293	S/.24 293	S/.18 238	S/.18 814	S/.18 622	S/.34 053	S/.34 053	S/.34 053	S/.347 936

Costo unitario operación por tonelada **S/. 229.21**

Punto de equilibrio

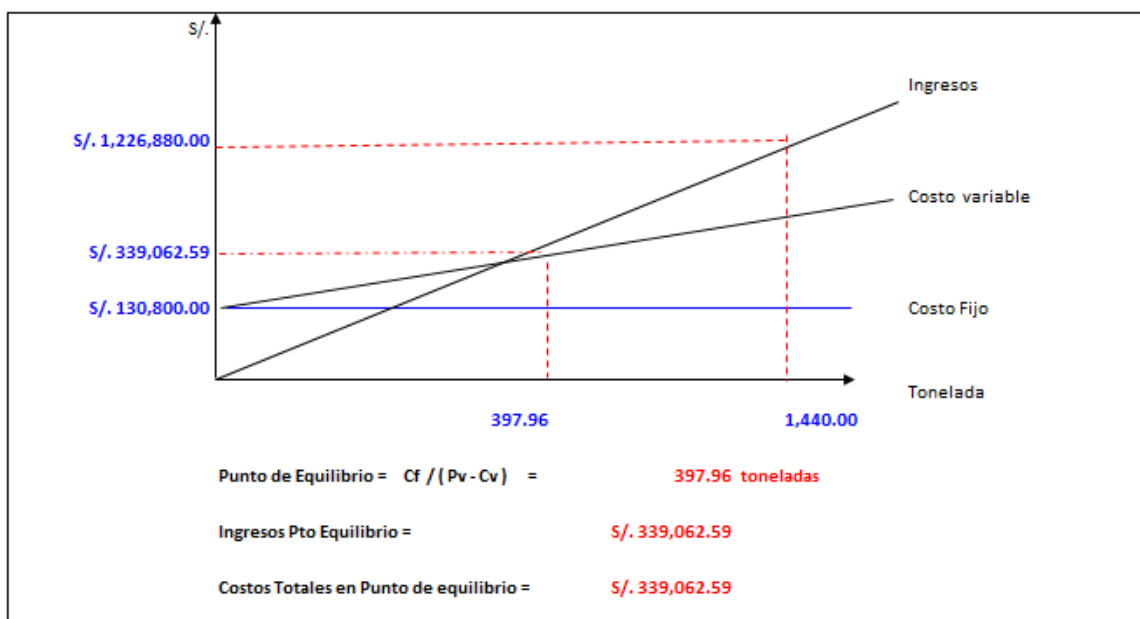


Figura 86: Punto de Equilibrio del año 2012

Elaboración: Los autores

Plan de abastecimiento

Tabla 85: Tabla resumen de los periodos de abastecimiento del año 2012

Periodo	Día		Nivel de Existencias en toneladas		
	Renovación Pedido	Punto Reposición	Punto Renovación	Antes Reposición	Después Reposición
					441.40
1	29	36	181.80	153.80	489.44
2	71	78	181.80	153.80	489.44
3	113	120	181.80	153.80	489.44
4	155	162	181.80	153.80	489.44
5	196	203	181.80	153.80	489.44
6	238	245	181.80	153.80	489.44
7	280	287	181.80	105.80	489.44

Elaboración: Los autores

3er Periodo Plan agregado

Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Acumulado
Plan de producción	182.00	182.00	182.00	111.00	111.00	111.00	75.00	75.00	75.00	158.00	158.00	158.00	1 578
Días útiles	25	24	27	26	26	26	24	27	26	26	26	26	309
Producción regular	100	96	108	104	104	104	75	75	75	104	104	104	1 153
Producción horas extras	82	86	74	7	7	7	0	0	0	54	54	54	425
Horas mano de obra regular	1 200	1 152	1 296	1 248	1 248	1 248	1 152	1 296	1 248	1 248	1 248	1 248	14 832
Horas extras	164.00	172.00	148.00	14.00	14.00	14.00	0.00	0.00	0.00	108.00	108.00	108.00	850
Número de operarios	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	72
Costo de mano de obra regular	S/.4 800	S/.4 608	S/.5 184	S/.4 992	S/.4 992	S/.4 992	S/.4 608	S/.5 184	S/.4 992	S/.4 992	S/.4 992	S/.4 992	S/.59 328
Costo de energía eléctrica	S/.11 931	S/.11 931	S/.11 931	S/.7 277	S/.7 277	S/.7 277	S/.4 917	S/.4 917	S/.4 917	S/.10 358	S/.10 358	S/.10 358	S/.103 446
Costo horas extras	S/.4 920	S/.5 160	S/.4 440	S/.420	S/.420	S/.420	S/.0	S/.0	S/.0	S/.3 240	S/.3 240	S/.3 240	S/.25 500
Costo de almacenamiento MP	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.1 982
Costos indirectos de fabricación	S/.6 713	S/.6 713	S/.6 713	S/.4 938	S/.4 938	S/.4 938	S/.4 038	S/.4 038	S/.4 038	S/.6 113	S/.6 113	S/.6 113	S/.65 409
Costo materia prima	S/.12 072	S/.12 072	S/.12 072	S/.7 363	S/.7 363	S/.7 363	S/.4 975	S/.4 975	S/.4 975	S/.10 480	S/.10 480	S/.10 480	S/.104 671
Costo Total	S/.40 602	S/.40 650	S/.40 506	S/.25 155	S/.25 155	S/.25 155	S/.18 703	S/.19 279	S/.19 087	S/.35 348	S/.35 348	S/.35 348	S/.360 336

Costo unitario operación por tonelada **S/. 228.35**

Punto de equilibrio

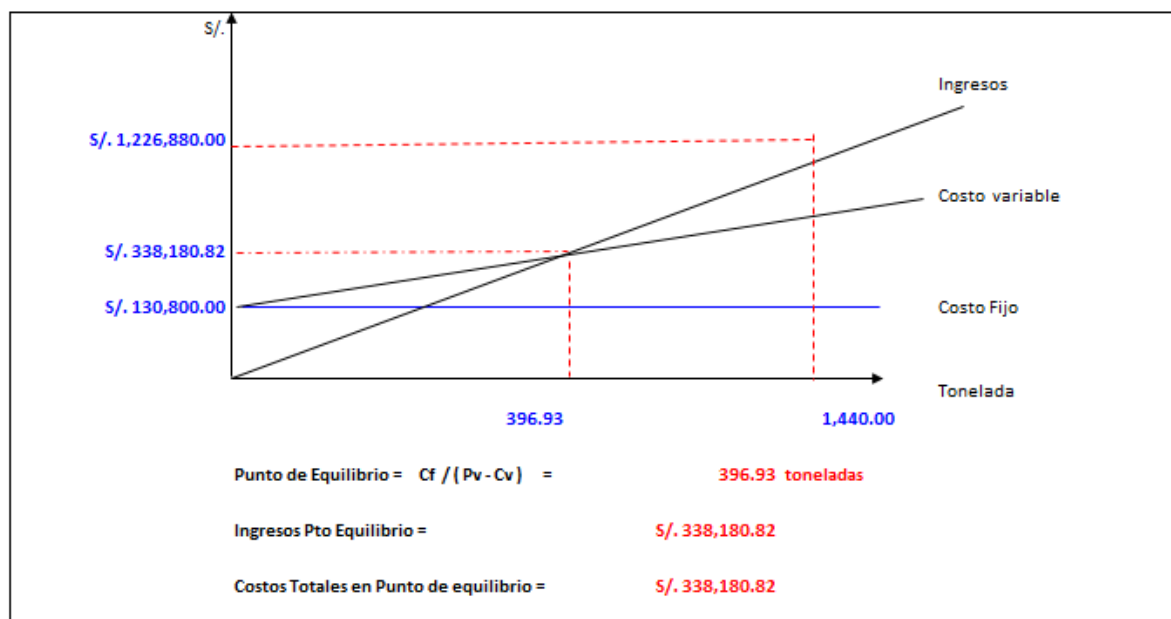


Figura 87: Punto de Equilibrio del año 2013

Elaboración: Los autores

Plan de abastecimiento

Tabla 86: Tabla resumen de los periodos de abastecimiento del año 2013

Periodo	Día		Nivel de Existencias en toneladas		
	Renovación Pedido	Punto Reposición	Punto Renovación	Antes Reposición	Después Reposición
					454.67
1	31	38	184.81	156.81	505.71
2	74	81	184.81	156.81	505.71
3	117	124	184.81	156.81	505.71
4	160	167	184.81	156.81	505.71
5	204	211	184.81	156.81	505.71
6	247	254	184.81	156.81	505.71
7	309	316	184.81	144.81	505.71

Elaboración: Los autores

4to Periodo Plan agregado

Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Acumulado
Plan de producción	189	189	189	115	115	115	78	78	78	164	164	164	1,638
Días útiles	25	24	27	26	26	26	24	27	26	26	26	26	309
Producción regular	189	189	189	115	115	115	78	78	78	164	164	164	1 638
Producción horas extras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Horas mano de obra regular	2 400	1 152	1 296	1 248	1 248	1 248	1 152	1 296	1 248	1 248	1 248	1 248	16 032
Horas extras	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
Número de operarios	12	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	78
Costo de mano de obra regular	S/.9 600	S/.4 608	S/.5 184	S/.4 992	S/.4 992	S/.4 992	S/.4 608	S/.5 184	S/.4 992	S/.4 992	S/.4 992	S/.4 992	S/.64 128
Costo de energía eléctrica	S/.12 390	S/.12 390	S/.12 390	S/.7 539	S/.7 539	S/.7 539	S/.5 113	S/.5 113	S/.5 113	S/.10 751	S/.10 751	S/.10 751	S/.107 379
Costo horas extras	S/.0	S/.0	S/.0	S/.0	S/.0	S/.0	S/.0	S/.0	S/.0	S/.0	S/.0	S/.0	S/.0
Costo de almacenamiento MP	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.165	S/.1 982
Costos indirectos de fabricación	S/.6 886	S/.6 886	S/.6 886	S/.5 036	S/.5 036	S/.5 036	S/.4 111	S/.4 111	S/.4 111	S/.6 261	S/.6 261	S/.6 261	S/.66 880
Costo materia prima	S/.12 537	S/.12 537	S/.12 537	S/.7 628	S/.7 628	S/.7 628	S/.5 174	S/.5 174	S/.5 174	S/.10 878	S/.10 878	S/.10 878	S/.108 651
Costo Total	S/.41 578	S/.36 586	S/.37 162	S/.25 360	S/.25 360	S/.25 360	S/.19 171	S/.19 747	S/.19 555	S/.33 047	S/.33 047	S/.33 047	S/.349 020

Costo unitario operación por tonelada	S/. 213.08
--	-------------------

Punto de equilibrio

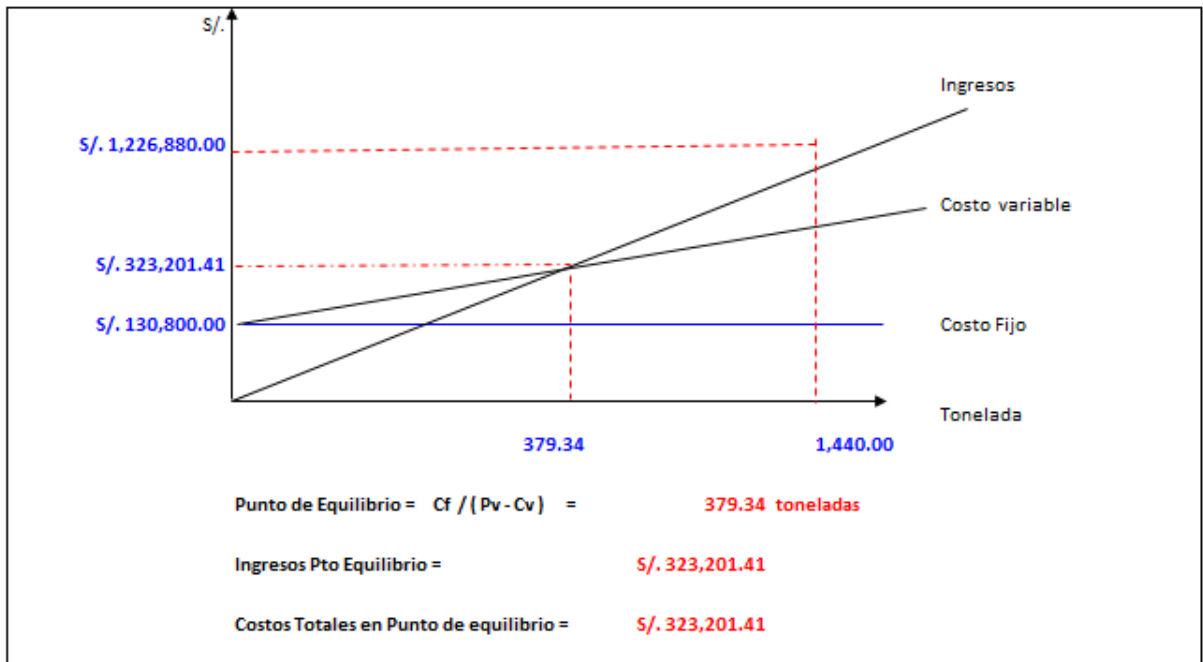


Figura 88: Punto de Equilibrio del año 2014

Elaboración: Los autores

Plan de abastecimiento

Tabla 87: Tabla resumen de los periodos de abastecimiento del año 2014

Periodo	Día		Nivel de Existencias en toneladas		
	Renovación	Punto	Punto	Antes	Después
	Pedido	reposición	Renovación	reposición	reposición
					467.94
1	13	20	187.81	117.81	479.98
2	33	40	187.81	117.81	479.98
3	53	60	187.81	117.81	479.98
4	73	80	187.81	117.81	479.98
5	94	101	187.81	117.81	479.98
6	114	121	187.81	117.81	479.98
7	131	138	187.81	117.81	479.98
8	148	155	187.81	117.81	479.98
9	165	172	187.81	117.81	479.98
10	182	189	187.81	117.81	479.98
11	199	206	187.81	117.81	479.98
12	216	223	187.81	117.81	479.98
13	233	240	187.81	117.81	479.98
14	250	257	187.81	117.81	479.98
15	267	274	187.81	117.81	479.98
16	284				

Elaboración: Los autores

5to Periodo Plan agregado

Descripción	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Acumulado
Plan de producción	196	196	196	119	119	119	80	80	80	170	170	170	1 695
Días útiles	25	24	27	26	26	26	24	27	26	26	26	26	309
Producción regular	196	196	196	119	119	119	80	80	80	170	170	170	1 695
Producción horas extras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Horas mano de obra regular	1 200	1 152	1 296	1 248	1 248	1 248	1 152	1 296	1 248	1 248	1 248	1 248	14 832
Horas extras	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
Número de operarios	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	72
Costo de mano de obra regular	S/. 4 800	S/. 4 608	S/. 5 184	S/. 4 992	S/. 4 992	S/. 4 992	S/. 4 608	S/. 5 184	S/. 4 992	S/. 4 992	S/. 4 992	S/. 4 992	S/. 59 328
Costo de energía eléctrica	S/. 12 849	S/. 12 849	S/. 12 849	S/. 7 801	S/. 7 801	S/. 7 801	S/. 5 244	S/. 5 244	S/. 5 244	S/. 11 144	S/. 11 144	S/. 11 144	S/. 111 115
Costo horas extras	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0	S/. 0
Costo de almacenamiento MP	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 165	S/. 1 981
Costos indirectos de fabricación	S/. 7 056	S/. 7 056	S/. 7 056	S/. 5 131	S/. 5 131	S/. 5 131	S/. 4 156	S/. 4 156	S/. 4 156	S/. 6 406	S/. 6 406	S/. 6 406	S/. 68 243
Costo materia prima	S/. 13 001	S/. 13 001	S/. 13 001	S/. 7 893	S/. 7 893	S/. 7 893	S/. 5 307	S/. 5 307	S/. 5 307	S/. 11 276	S/. 11 276	S/. 11 276	S/. 112 432
Costo Total	S/. 37 871	S/. 37 679	S/. 38 255	S/. 25 982	S/. 25 982	S/. 25 982	S/. 19 480	S/. 20 056	S/. 19 864	S/. 33 983	S/. 33 983	S/. 33 983	S/. 353 100

Costo unitario operación por tonelada **S/. 208.32**

Punto de equilibrio

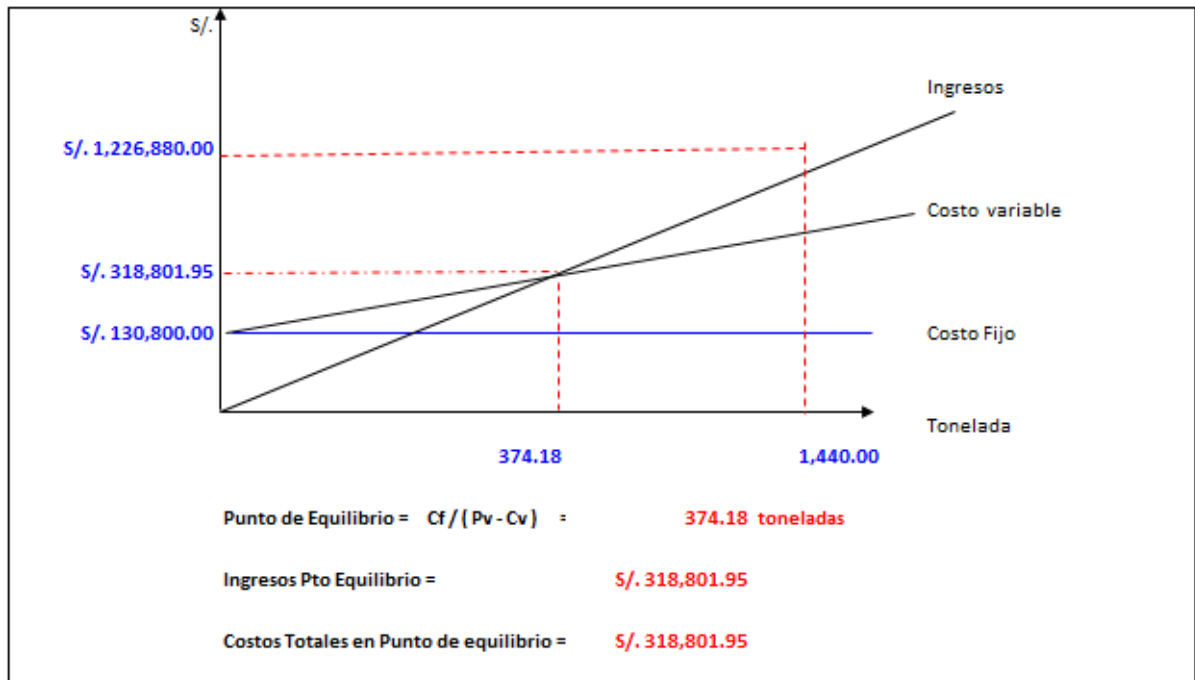


Figura 89: Punto de Equilibrio del año 2015

Elaboración: Los autores

Plan de abastecimiento

Tabla 88: Tabla resumen de los periodos de abastecimiento del año 2015

Periodo	Día		Nivel de Existencias en toneladas		
	Renovación Pedido	Punto reposición	Punto Renovación	Antes reposición	Después reposición
					480.54
1	13	20	190.67	120.67	495.44
2	34	41	190.67	120.67	495.44
3	55	62	190.67	120.67	495.44
4	75	82	190.67	120.67	495.44
5	96	103	190.67	120.67	495.44
6	117	124	190.67	120.67	495.44
7	134	141	190.67	120.67	495.44
8	151	158	190.67	120.67	495.44
9	168	175	190.67	120.67	495.44
10	185	192	190.67	120.67	495.44
11	202	209	190.67	120.67	495.44
12	219	226	190.67	120.67	495.44
13	236	243	190.67	120.67	495.44
14	253	260	190.67	120.67	495.44
15	270	277	190.67	120.67	495.44
16	287				

Elaboración: Los autores

3.11 Plan financiero

3.11.1 Datos generales

Se mostrarán datos utilizados para elaborar el plan financiero del proyecto.

Tipo de cambio dólar: S/. 2.68

Tipo de cambio euro: S/. 3.55

Intangibles

<u>Descripción</u>	<u>Costo Total (S/.)</u>
Estudios de pre factibilidad (análisis de humedad, poder calórico, cenizas, etc)	S/. 5 000.00
Constitución de la empresa	S/. 1 000.00
Promoción	S/. 2 000.00
Total	S/. 8 000.00

Tangibles

Equipos	Cantidad	Precio unitario (\$)	Precio unitario (S/.)	Costo Total (S/.)
Secadora	1	\$78 000.00	S/. 209 040.00	S/. 209 040.00
Molino	1	\$20 000.00	S/. 53 600.00	S/. 53 600.00
Pelletizadora	1	\$77 000.00	S/. 206 360.00	S/. 206 360.00
Cooler	1	\$7 000.00	S/. 18 760.00	S/. 18 760.00
Empaquetador	1	\$6 500.00	S/. 17 420.00	S/. 17 420.00
Montacarga	1	\$9 000.00	S/. 24 120.00	S/. 24 120.00
Computadoras	4		S/. 1 000.00	S/. 4 000.00
Cargador frontal	1	\$40 000.00	S/. 107 200.00	S/. 107 200.00
Caldera	1	\$20 000.00	S/. 53 600.00	S/. 53 600.00
Transportador	4	\$2 500.00	S/. 6 700.00	S/. 26 800.00
Tolvas de alimentación (1m³)	4	\$7 000.00	S/. 18 760.00	S/. 75 040.00
Total				S/. 795 940.00

Infraestructura y Terreno

Descripción	Costo Total (S/.)
Construcción planta y edificio administrativo, instalaciones eléctricas	S/. 500 000.00
Terreno	S/. 40 000.00
Total	S/. 540 000.00

Montaje

Descripción	Costo Total (S/.)
Montaje de la planta de producción	S/. 50 000.00
Total	S/. 50 000.00

Costos de Producción

Materia Prima Directa e Indirecta

Demanda	2011	2012	2013	2014	2015
Tonelada	1 455.00	1 518.00	1 578.00	1 638.00	1 695.00

Aserrín

Costo tonelada de aserrín S/. 30.00

Aserrín	2011	2012	2013	2014	2015
Toneladas. a utilizar	3 217.09	3 356.38	3 489.05	3 621.71	3 747.74
Costo total	S/. 96 512.56	S/. 100 691.46	S/. 104 671.36	S/. 108 651.26	S/. 112 432.16

Bolsas

Costo unitario bolsas S/. 0.50

Bolsas de 20 kg.

Bolsas	2011	2012	2013	2014	2015
Bolsas a utilizar	72 750.00	75 900.00	78 900.00	81 900.00	84 750.00
Costo total	S/.36 375.00	S/.37 950.00	S/.39 450.00	S/.40 950.00	S/.42 375.00

Mano de Obra Directa (Costo Variable)

Años	2011	2012	2013	2014	2015
Operarios	S/. 78 888.00	S/. 81 768.00	S/. 84 828.00	S/. 64 128.00	S/. 59 328.00

Mano de Obra Indirecta (Costo Fijo)

Años	2011	2012	2013	2014	2015
Jefe de planta	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00
Jefe control de calidad	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00
Jefe de Operaciones	S/. 36 000.00	S/. 36 000.00	S/. 36 000.00	S/. 36 000.00	S/. 36 000.00
Costo total	S/. 96 000.00	S/. 96 000.00	S/. 96 000.00	S/. 96 000.00	S/. 96 000.00

Costos Indirectos de Fabricación

Años	2011	2012	2013	2014	2015
Energía de maquinaria	S/. 95 382.26	S/. 99 512.22	S/. 103 445.50	S/. 107 378.79	S/. 111 115.42
Agua	S/. 6 000.00	S/. 6 000.00	S/. 6 000.00	S/. 6 000.00	S/. 6 000.00
Energía luminosa	S/. 24 000.00	S/. 24 831.34	S/. 24 758.89	S/. 24 730.04	S/. 24 668.13
Costo total	S/. 125 382.26	S/. 130 343.56	S/. 134 204.40	S/. 138 108.83	S/. 141 783.55

Gastos Administrativos

Años	2011	2012	2013	2014	2015
Contador	S/.30 000.00	S/.30 000.00	S/.30 000.00	S/.30 000.00	S/.30 000.00

Gastos de Ventas

Años	2011	2012	2013	2014	2015
Flete	S/. 427 941.18	S/. 446 470.59	S/. 464 117.65	S/. 481 764.71	S/. 498 529.41

Total	S/. 891 099.00	S/. 923 223.60	S/. 953 271.40	S/. 959 602.79	S/. 980 448.12
--------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Capital de trabajo

	2011	2012	2013	2014	2015
Anual	S/. 74, 258.25	S/. 76 935.30	S/. 79 439.28	S/. 79 966.90	S/. 81 704.01
1er Mes	S/. 74 258.25	S/. 2 677.05	S/. 2 503.98	S/. 527.62	S/. 1 737.11

Ventas

Precio de Venta £240.00

Precio de Soles S/. 852.00

Demanda	2011	2012	2013	2014	2015
Toneladas	1 455.00	1 518.00	1 578.00	1 638.00	1 695.00
Ingreso por ventas	S/. 1 239.660	S/. 1 293.336	S/. 1 344.456	S/. 1 395.576	S/. 1 444.140

Costo de Ventas

Demanda	2011	2012	2013	2014	2015
Total	S/. 433 157.82	S/. 446 753.01	S/. 459 153.75	S/. 447 838.09	S/. 451 918.71

3.11.2 Depreciación y amortización

Intangibles	TASA	AMORTIZACIÓN ANUAL					Total
		2011	2012	2013	2014	2015	
Estudios de pre factibilidad	20%	S/.1 000.00	S/.1 000.00	S/.1 000.00	S/.1 000.00	S/.1 000.00	S/.5 000.00
Constitución de la empresa	20%	S/. 200.00	S/. 200.00	S/. 200.00	S/. 200.00	S/. 200.00	S/. 1 000.00
Promoción	20%	S/. 400.00	S/. 400.00	S/. 400.00	S/. 400.00	S/. 400.00	S/. 2 000.00
Total		S/. 1 600.00	S/. 1 600.00	S/. 1 600.00	S/. 1 600.00	S/. 1 600.00	S/. 8 000.00

Tangibles

15%

8.75%

8.75%

8.75%

8.75%

50%

		DEPRECIACIÓN					
Equipos	TASA	2011	2012	2013	2014	2015	Total
Secadora	10%	S/. 31 356.00	S/. 18 291.00	S/. 18 291.00	S/. 18 291.00	S/. 18 291.00	S/. 104 520.00
Molino	10%	S/. 8 040.00	S/. 4 690.00	S/. 4 690.00	S/. 4 690.00	S/. 4 690.00	S/. 26 800.00
Pelletizadora	10%	S/. 30 954.00	S/. 18 056.50	S/. 18 056.50	S/. 18 056.50	S/. 18 056.50	S/. 103 180.00
Cooler	10%	S/. 2 814.00	S/. 1 641.50	S/. 1 641.50	S/. 1 641.50	S/. 1 641.50	S/. 9 380.00
Empaquetador	10%	S/. 2 613.00	S/. 1 524.25	S/. 1 524.25	S/. 1 524.25	S/. 1 524.25	S/. 8 710.00
Montacarga	10%	S/. 3 618.00	S/. 2 110.50	S/. 2 110.50	S/. 2 110.50	S/. 2 110.50	S/. 12 060.00
Computadoras	10%	S/. 600.00	S/. 350.00	S/. 350.00	S/. 350.00	S/. 350.00	S/. 2 000.00
Cargador Frontal	10%	S/. 16 080.00	S/. 9 380.00	S/. 9 380.00	S/. 9 380.00	S/. 9 380.00	S/. 53 600.00
Caldera	10%	S/. 8 040.00	S/. 4 690.00	S/. 4 690.00	S/. 4 690.00	S/. 4 690.00	S/. 26 800.00
Transportador	10%	S/. 4 020.00	S/. 2 345.00	S/. 2 345.00	S/. 2 345.00	S/. 2 345.00	S/. 13 400.00
Tolvas de alimentación	10%	S/. 11 256.00	S/. 6 566.00	S/. 6 566.00	S/. 6 566.00	S/. 6 566.00	S/. 37 520.00

Total		S/. 119 391.00	S/. 69 644.75	S/. 69 644.75	S/. 69 644.75	S/. 69 644.75	S/. 397 970.00
--------------	--	-----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	-----------------------

Infraestructura

Construcción planta y edificio administrativo	3%	S/. 15 000.00	S/. 15 000.00	S/. 15 000.00	S/. 15 000.00	S/. 15 000.00	S/. 75 000.00
---	----	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Total		S/. 134 391.00	S/. 84 644.75	S/. 84 644.75	S/. 84 644.75	S/. 84 644.75	S/. 472 970.00
--------------	--	-----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	-----------------------

Tangibles

Valor comercial 6%

Equipos	VALOR COMERCIAL
Secadora	S/. 125 424.00
Molino	S/. 32 160.00
Pelletizadora	S/. 123 816.00
Cooler	S/. 11 256.00
Empaquetador	S/. 10 452.00
Montacarga	S/. 14 472.00
Computadoras	S/. 2 400.00
Cargador Frontal	S/. 64 320.00
Caldera	S/. 32 160.00
Transportadores	S/. 16 080.00
Tolvas de alimentación	S/. 45 024.00
Total	S/. 477 564.00
Infraestructura	Tasa inflación proyecto 2006 2%
Construcción planta y edificio administrativo	S/. 510 000.00
Total	S/. 987 564.00

3.11.3 Valor residual

Impuesto a la Renta	10%
---------------------	-----

Valor mercado

Obras físicas	S/. 510 000.00
Maquinaria	S/. 477 564.00

Valor contable

Obras Físicas	S/. 75 000.00
Maquinaria	S/. 397 970.00
Terreno	S/. 40 000.00

Utilidad	S/. 474 594.00
Impuesto a la Renta	S/. 47 459.40
Utilidad Neta	S/. 427 134.60
Valor residual	S/. 940 104.60

3.11.4 Deuda

La tasa efectiva anual del financiamiento adquirido por MIBANCO es de 10% incluido el seguro.

Inversión

Total	S/. 1 468,198.25
Financiamiento	60.00%
Tasa	10.00%
N=	5
Monto a financiar	S/. 880 918.95
Patrimonio	S/. 587 279.30
$(1+j)^N \cdot j$	0.16
$(1+j)^N \cdot -1$	0.61
Cuota=	S/. 232 384.20

Años	Servicio Deuda	Intereses	Amortización	Saldo
2010				S/. 880 918.95
2011	S/. 232 384.20	S/. 88 091.90	S/. 144 292.30	S/. 736 626.65
2012	S/. 232 384.20	S/. 73 662.66	S/. 158 721.54	S/. 577 905.11
2013	S/. 232 384.20	S/. 57 790.51	S/. 174 593.69	S/. 403 311.42
2014	S/. 232 384.20	S/. 40 331.14	S/. 192 053.06	S/. 211 258.36
2015	S/. 232 384.20	S/. 21 125.84	S/. 211 258.36	S/. 0.00

3.11.5 Estados de ganancias y pérdidas

Proyecto	2011	2012	2013	2014	2015
Ingreso por Ventas	S/. 1 239 660.00	S/. 1 293 336.00	S/. 1 344 456.00	S/. 1 395 576.00	S/. 1 444 140.00
Costo de ventas	S/. 433 157.82	S/. 446 753.01	S/. 459 153.75	S/. 447 838.09	S/. 451 918.71
Utilidad Bruta	S/. 806 502.18	S/. 846 582.99	S/. 885 302.25	S/. 947 737.91	S/. 992 221.29
Gastos de Administración	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00
Gatos de Ventas	S/. 427 941.18	S/. 446 470.59	S/. 464 117.65	S/. 481 764.71	S/. 498 529.41
Depreciación obras	S/. 15 000.00	S/. 15 000.00	S/. 15 000.00	S/. 15 000.00	S/. 15 000.00
Depreciación Máquinas	S/. 119 391.00	S/. 69 644.75	S/. 69 644.75	S/. 69 644.75	S/. 69 644.75

Amortización Intangibles	S/. 1 600.00	S/. 1 600.00	S/. 1 600.00	S/. 1 600.00	S/. 1 600.00
--------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Utilidad Operación	S/. 212 570.00	S/. 283 867.65	S/. 304 939.85	S/. 349 728.46	S/. 377 447.13
Impuesto a la renta 10%	S/. 21 257.00	S/. 28 386.76	S/. 30 493.98	S/. 34 972.85	S/. 37 744.71

Utilidad Neta	S/. 191 313.00	S/. 255 480.88	S/. 274 445.86	S/. 314 755.61	S/. 339 702.41
---------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

Utilidad Neta Acumulada	S/. 191 313.00	S/. 446 793.88	S/. 721 239.75	S/. 1 035 995.36	S/. 1 375 697.77
--------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-------------------------	-------------------------

Inversionista	2011	2012	2013	2014	2015
----------------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Ingresos por Ventas	S/. 1 239 660.00	S/. 1 293 336.00	S/. 1 344 456.00	S/. 1 395 576.00	S/. 1 444 140.00
Costo de ventas	S/. 433 157.82	S/. 446 753.01	S/. 459 153.75	S/. 447 838.09	S/. 451 918.71

Utilidad Bruta	S/. 806 502.18	S/. 846 582.99	S/. 885 302.25	S/. 947 737.91	S/. 992 221.29
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

Gastos Administrativos	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00
Gatos Ventas	S/. 427 941.18	S/. 446 470.59	S/. 464 117.65	S/. 481 764.71	S/. 498 529.41
Depreciación obras	S/. 15 000.00	S/. 15 000.00	S/. 15 000.00	S/. 15 000.00	S/. 15 000.00
Depreciación Máquinas	S/. 119 391.00	S/. 69 644.75	S/. 69 644.75	S/. 69 644.75	S/. 69 644.75
Amortización Intangibles	S/. 1 600.00	S/. 1 600.00	S/. 1 600.00	S/. 1 600.00	S/. 1 600.00

Utilidad Operación	S/. 212 570.00	S/. 283 867.65	S/. 304 939.85	S/. 349 728.46	S/. 377 447.13
Intereses	S/. 88 091.90	S/. 73 662.66	S/. 57 790.51	S/. 40 331.14	S/. 21 125.84

Ut. antes imp.	S/. 124 478.10	S/. 210 204.98	S/. 247 149.34	S/. 309 397.31	S/. 356 321.29
Impuesto a la renta 10%	S/. 12 447.81	S/. 21 020.50	S/. 24 714.93	S/. 30 939.73	S/. 35 632.13

Utilidad Neta	S/. 112 030.29	S/. 189 184.49	S/. 222 434.40	S/. 278 457.58	S/. 320 689.16
Utilidad Neta Acumulada	S/. 112 030.29	S/. 301 214.78	S/. 523 649.18	S/. 802 106.77	S/. 1 122 795.93

3.11.6 Flujo de caja

Proyecto

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
--	------	------	------	------	------	------

Ingresos

Ventas		S/. 1 239 660.00	S/. 1 293 336.00	S/. 1 344 456.00	S/. 1 395 576.00	S/. 1 444 140.00
--------	--	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

Egresos

Mano de Obra directa		S/. 78 888.00	S/. 81 768.00	S/. 84 828.00	S/. 64 128.00	S/. 59 328.00
Materia Prima directa		S/. 96 512.56	S/. 100 691.46	S/. 104 671.36	S/. 108 651.26	S/. 112 432.16
Costos indirectos (MPI + MOI + CIF)		S/. 257 757.26	S/. 264 293.56	S/. 269 654.40	S/. 275 058.83	S/. 280 158.55
Gastos de Ventas		S/. 427 941.18	S/. 446 470.59	S/. 464 117.65	S/. 481 764.71	S/. 498 529.41
Gastos de Administración		S/. 30 000.00	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00

Flujo de caja operativo		S/. 348 561.00	S/. 370 112.40	S/. 391 184.60	S/. 435 973.21	S/. 463 691.88
Impuesto a la renta 10%		S/. 21 257.00	S/. 28 386.76	S/. 30 493.98	S/. 34 972.85	S/. 37 744.71

Flujo económico después de Impuestos		S/. 327 304.00	S/. 341 725.63	S/. 360 690.61	S/. 401 000.36	S/. 425 947.16
---	--	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

Inversión Tangible	S/. 1 385 940.00					
Inversión Intangible	S/. 8 000.00					
Capital de Trabajo	S/. 74 258.25	S/. 2 677.05	S/. 2 503.98	S/. 527.62	S/. 1 737.11	

Recuperar CT						S/. 81 704.01
Valor De desecho						S/. 940 104.60

Flujo de Caja Económico	S/. 1 468 198.25	S/. 324 626.95	S/. 339 221.65	S/. 360 163.00	S/. 399 263.25	S/. 1 447 755.77
Flujo de Caja Acumulado	S/. 1 468 198.25	S/. 1 143 571.30	S/. 804 349.65	S/. 444 186.65	S/. 44 923.40	S/. 1 402 832.37

Inversionista

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
--	------	------	------	------	------	------

Ingresos

Ventas		S/. 1 239 660.00	S/. 1 293 336.00	S/. 1 344 456.00	S/. 1 395 576.00	S/. 1 444 140.00
--------	--	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

Egresos

Mano de Obra directa		S/. 78 888.00	S/. 81 768.00	S/. 84 828.00	S/. 64 128.00	S/. 59 328.00
Materia Prima directa		S/. 96 512.56	S/. 100 691.46	S/. 104 671.36	S/. 108 651.26	S/. 112 432.16
Costos indirectos (MPI + MOI + CIF)		S/. 257 757.26	S/. 264 293.56	S/. 269 654.40	S/. 275 058.83	S/. 280 158.55
Gastos de Ventas		S/. 427 941.18	S/. 446 470.59	S/. 464 117.65	S/. 481 764.71	S/. 498 529.41
Gastos de Administración		S/. 30 000.00	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00
Gastos financieros		S/. 88 091.90	S/. 73 662.66	S/. 57 790.51	S/. 40 331.14	S/. 21 125.84

Flujo de caja operativo		S/. 260 469.10	S/. 296 449.73	S/. 333 394.09	S/. 395 642.06	S/. 442 566.04
Impuesto a la renta 10%		S/. 12 447.81	S/. 21 020.50	S/. 24 714.93	S/. 30 939.73	S/. 35 632.13

Flujo económico después de Impuestos		S/. 248 021.29	S/. 275429.24	S/. 308 679.15	S/. 364 702.33	S/. 406 933.91
--------------------------------------	--	----------------	---------------	----------------	----------------	----------------

Inversión Tangible	S/. 1 385 940.00					
Inversión Intangible	S/. 8 000.00					
Capital de Trabajo	S/. 74 258.25	S/. 2 677.05	S/. 2 503.98	S/. 527.62	S/. 1 737.11	
Recuperar CT						S/. 81 704.01
Valor de desecho						S/. 940 104.60

Flujo de Caja Económico	S/. 1 468 198.25	S/. 245 344.24	S/. 272 925.25	S/. 308 151.54	S/. 362 965.22	S/. 1 428 742.52
-------------------------	------------------	----------------	----------------	----------------	----------------	------------------

Préstamo	S/. 880 918.95					
Amortización de deuda		S/. 144 292.30	S/. 158 721.54	S/. 174 593.69	S/. 192 053.06	S/. 211 258.36

Flujo de caja financiero	S/. 587 279.30	S/. 101 051.94	S/. 114 203.72	S/. 133 557.85	S/. 170 912.16	S/. 1 217 484.16
Flujo de Caja acumulado	S/. 587 279.30	S/. 486 227.36	S/. 372 023.64	S/. 238 465.79	S/. 67 553.63	S/. 1 149 930.53

3.11.7 Flujo de caja integrado

Integrado Proyecto

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Ingresos						
Ventas		S/. 1 239 660.00	S/. 1 293 336.00	S/. 1 344 456.00	S/. 1 395 576.00	S/. 1 444 140.00
Egresos						
Mano de Obra directa		S/. 78 888.00	S/. 81 768.00	S/. 84 828.00	S/. 64 128.00	S/. 59 328.00
Materia Prima directa		S/. 96 512.56	S/. 100 691.46	S/. 104 671.36	S/. 108 651.26	S/. 112 432.16
Costos indirectos (MPI + MOI + CIF)		S/. 257 757.26	S/. 264 293.56	S/. 269 654.40	S/. 275 058.83	S/. 280 158.55
Gastos de Ventas		S/. 427 941.18	S/. 446 470.59	S/. 464 117.65	S/. 481 764.71	S/. 498 529.41
Gastos de Administración		S/. 30 000.00	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00
Amortización intangibles		S/. 1 600.00	S/. 1 600.00	S/. 1 600.00	S/. 1 600.00	S/. 1 600.00
Depreciación obras		S/. 15 000.00	S/. 15 000.00	S/. 15 000.00	S/. 15 000.00	S/. 15 000.00
Depreciación máquinas		S/. 119 391.00	S/. 69 644.75	S/. 69 644.75	S/. 69 644.75	S/. 69 644.75
Flujo de caja operativo		S/. 212 570.00	S/. 283 867.65	S/. 304 939.85	S/. 349 728.46	S/. 377 447.13
Impuesto a la renta 10%		S/. 21 257.00	S/. 28 386.76	S/. 30 493.98	S/. 34 972.85	S/. 37 744.71
Flujo económico después de Impuestos		S/. 191 313.00	S/. 255 480.88	S/. 274 445.86	S/. 314 755.61	S/. 339 702.41

Amortización Intangibles		S/. 1 600.00	S/. 1 600.00	S/. 1 600.00	S/. 1 600.00	S/. 1 600.00
Depreciación obras		S/. 15 000.00	S/. 15 000.00	S/. 15 000.00	S/. 15 000.00	S/. 15 000.00
Depreciación máquinas		S/. 119 391.00	S/. 69 644.75	S/. 69 644.75	S/. 69 644.75	S/. 69 644.75
Inversión Tangible	S/. 1 385 940.00					
Inversión Intangible	S/. 8 000.00					
Capital de Trabajo	S/. 74 258.25	S/. 2 677.05	S/. 2 503.98	S/. 527.62	S/. 1 737.11	
Recuperar CT						S/. 81 704.01
Valor de desecho						S/. 940 104.60

Flujo de Caja Económico	S/. 1 468 198.25	S/. 324 626.95	S/. 339 221.65	S/. 360 163.00	S/. 399 263.25	S/. 1 447 755.77
Flujo de Caja Acumulado	S/. 1 468 198.25	S/. 1 143 571.30	S/. 804 349.65	S/. 444 186.65	S/. 44 923.40	S/. 1 402 832.37

Integrado

Financiamiento

2010	2011	2012	2013	2014	2015
------	------	------	------	------	------

Ingresos

Ventas		S/. 1 239 660.00	S/. 1 293 336.00	S/. 1 344 456.00	S/. 1 395 576.00	S/. 1 444 140.00
--------	--	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

Egresos

Mano de Obra directa		S/. 78 888.00	S/. 81 768.00	S/. 84 828.00	S/. 64 128.00	S/. 59 328.00
Materia Prima directa		S/. 96 512.56	S/. 100 691.46	S/. 104 671.36	S/. 108 651.26	S/. 112 432.16
Costos Indirectos (MPI + MOI + CIF)		S/. 257 757.26	S/. 264 293.56	S/. 269 654.40	S/. 275 058.83	S/. 280 158.55

Gastos de Ventas		S/. 427 941.18	S/. 446 470.59	S/. 464 117.65	S/. 481 764.71	S/. 498 529.41
Gastos de Administración		S/. 30 000.00	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00	S/. 30 000.00
Amortización intangible		S/. 1 600.00	S/. 1 600.00	S/. 1 600.00	S/. 1 600.00	S/. 1 600.00
Depreciación obras		S/. 15 000.00	S/. 15 000.00	S/. 15 000.00	S/. 15 000.00	S/. 15 000.00
Depreciación máquinas		S/. 119 391.00	S/. 69 644.75	S/. 69 644.75	S/. 69 644.75	S/. 69 644.75
Gastos financieros		S/. 88 091.90	S/. 73 662.66	S/. 57 790.51	S/. 40 331.14	S/. 21 125.84

Flujo de caja operativo		S/. 124 478.10	S/. 210 204.98	S/. 247 149.34	S/. 309 397.31	S/. 356 321.29
Impuesto a la renta 10%		S/. 12 447.81	S/. 21,020.50	S/. 24 714.93	S/. 30 939.73	S/. 35 632.13

Flujo económico después de Impuestos		S/. 112 030.29	S/. 189 184.49	S/. 222 434.40	S/. 278 457.58	S/. 320 689.16
--------------------------------------	--	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

Amortización intangible		S/. 1 600.00	S/. 1 600.00	S/. 1 600.00	S/. 1 600.00	S/. 1 600.00
Depreciación obras		S/. 15 000.00	S/. 15 000.00	S/. 15 000.00	S/. 15 000.00	S/. 15 000.00
Depreciación máquinas		S/. 119 391.00	S/. 69 644.75	S/. 69 644.75	S/. 69 644.75	S/. 69 644.75
Inversión Tangible	S/. 1 385 940.00					
Inversión Intangible	S/. 8 000.00					
Capital de Trabajo	S/. 74 258.25	S/. 2 677.05	S/. 2 503.98	S/. 527.62	S/. 1 737.11	
Recuperar CT						S/. 81 704.01
Valor de desecho						S/. 940 104.60

Flujo de Caja económico	S/. 1 468 198.25	S/. 245 344.24	S/. 272 925.25	S/. 308 151.54	S/. 362 965.22	S/. 1 428 742.52
-------------------------	------------------	----------------	----------------	----------------	----------------	------------------

Préstamo	S/. 880 918.95					
Amortización de deuda		S/. 144 292.30	S/. 158 721.54	S/. 174 593.69	S/. 192 053.06	S/. 211 258.36
Flujo caja financiero	S/. 587 279.30	S/. 101 051.94	S/. 114 203.72	S/. 133 557.85	S/. 170 912.16	S/. 1 217 484.16
Flujo de Caja acumulado	S/. 587 279.30	S/. 486 227.36	S/. 372 023.64	S/. 238 465.79	S/. 67 553.63	S/. 1 149 930.53



3.11.8 Evaluación del proyecto

COK= $\frac{D}{I}$ * Tasa Banco + $\frac{P}{I}$ * Posibilidad de rentabilidad

COK= 6.00% + 6.00%

Cok	12.00%
------------	---------------

Económico

		1	2	3	4	5
		2011	2012	2013	2014	2015
Flujo de Caja Financiero	S/. 587 279.30	S/. 101 051.94	S/. 114 203.72	S/. 133 557.85	S/. 170 912.16	S/. 1 217 484.16
	S/. 587 279.30	S/. 90 224.95	S/. 91 042.50	S/. 95 063.84	S/. 108 617.77	S/. 690 833.21

VAN= S/. 488 502.97

EL PROYECTO ES VIABLE

TIR 16.41%

EL PROYECTO ES VIABLE

Ratio Beneficio/Costo 1.83

EL PROYECTO ES VIABLE

Con un financiamiento del 70% de la inversión y una proyección a cinco años, al evaluar la rentabilidad del proyecto se concluye que es viable, ya que nos devuelve una tasa interna de retorno mayor que el costo de capital económico y su ratio Beneficio/Costo es de S/. 1.83 con un valor actual neto de S/. 488 502.97.



CONCLUSIONES

- 1** Dinamarca con una demanda de 1 060 000 toneladas. de pellets de madera (2009) es el segundo país de mayor consumo en Europa, luego de Suecia con 1 850 000 toneladas. Sin embargo, importa el 87.5% del consumo interno con un precio promedio de sacos de 281 euros; uno de los más altos de la región.
- 2** Las especies forestales: Shihuahuaco y Capirona, cumplen con las siguientes especificaciones a controlar: el diámetro (de 6 a 8 mm), el largo (de 30 a 40 mm), la humedad (alrededor de 10%) y el poder calorífico (de 16.5 a 19 MJ/Kg.)
- 3** En el proceso de producción de pellets de madera (Secado-molienda-pelletizado-enfriado-zarandeado-embolsado-etiquetado) se determinó que para producir 1 toneladas. se necesita 2.21 toneladas. de materia prima y para la primera ronda de producción de 1 toneladas, se necesita 4.22 horas máquinas, siendo el punto de equilibrio: 398.66 toneladas.
- 4** Con un costo de transporte de S/. 11 936.00 por container de 30 toneladas. se definió que la planta estará localizada en Pucallpa con una capacidad de producción óptima de 1.5 toneladas/hora, la que

ocupará un área aproximada de 1 405.33 m² y tendrá una distribución en forma de U.

- 5 El proyecto es factible, técnica y económicamente con un valor actual neto de 488 503 y una tasa interna de retorno de 16.41%.





GLOSARIO

Aglomerado: Plancha de fragmentos de madera prensados y mezclados con cola.

Aserrín: Conjunto de partículas que se desprenden de la madera cuando se sierra.

Calefacción : Conjunto de aparatos destinados a calentar un edificio o parte de él.

Calidad: Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a algo, que permiten juzgar su valor.

Cenizas: Polvo de color gris claro que queda después de una combustión completa.

Combustible: Material que se emplea para producir energía.

Combustión: Reacción química entre el oxígeno y un material oxidable, acompañada de desprendimiento de energía y que habitualmente se manifiesta por incandescencia o llama.

Contaminación: Alterar nocivamente la pureza o las condiciones normales de una cosa o un medio por agentes químicos o físicos.

Costo de oportunidad de capital: Coste de la inversión de los recursos disponibles a costa de la mejor inversión no realizada.

Densidad: Magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo.

Despliegue funcional de la calidad: Método de gestión de calidad basado en transformar las demandas del usuario en la calidad del diseño, implementar las funciones que aporten más calidad, e implementar métodos para lograr calidad del diseño en subsistemas y componentes, y en última instancia a los elementos específicos del proceso de fabricación.

Energía renovable: Energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

Friabilidad: Facilidad para desmenuzarse.

Fricción: Roce de dos cuerpos en contacto.

Gas de efecto Invernadero: Determinados gases, que son componentes de la atmósfera terrestre, retienen parte de la energía que la superficie planetaria emite por haber sido calentada por la radiación solar.

Granulometría: Trata de la medida del tamaño de las partículas, granos y rocas de los suelos.

Homogenización: Hacer homogéneo, por medios físicos o químicos, un compuesto o mezcla de elementos diversos.

Humedad: Agua de que está impregnado un cuerpo o que, vaporizada, se mezcla con el aire.

Lignina: Sustancia natural que forma parte de la pared celular de muchas células vegetales, a las cuales da dureza y resistencia.

Mufla: Hornillo semicilíndrico o en forma de copa, que se coloca dentro de un horno para reconcentrar el calor y conseguir la fusión de diversos cuerpos.

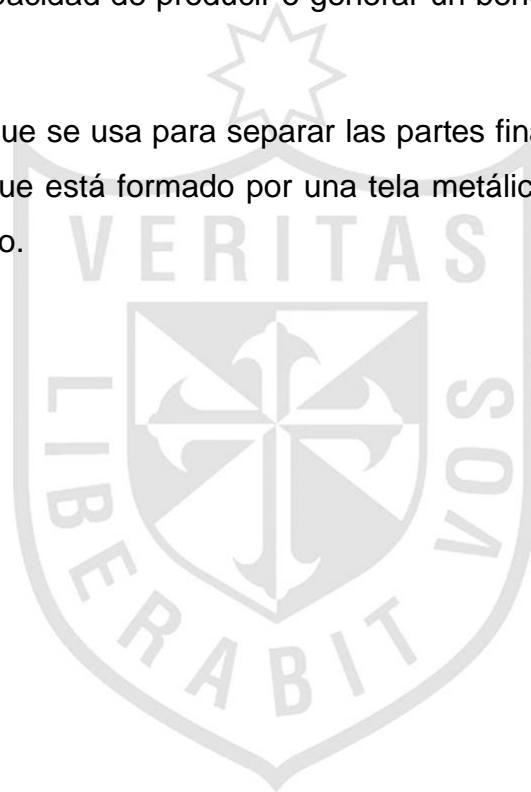
Pellet : Combustible para calderas formado por cilindros hechos por la comprensión de virutas, serrines y astillas, procedentes de restos de poda.

Poder calorífico: La cantidad de energía que la unidad de masa de materia puede desprender al producirse una reacción química de oxidación

Punto de equilibrio: Usado para determinar la posible rentabilidad de vender un determinado producto. Es el punto en donde los ingresos totales recibidos se igualan a los costos asociados con la venta de un producto.

Rentabilidad: Capacidad de producir o generar un beneficio adicional sobre la inversión.

Tamiz: Utensilio que se usa para separar las partes finas de las gruesas de algunas cosas y que está formado por una tela metálica o rejilla tupida que está sujeta a un aro.



FUENTES DE CONSULTA

Bibliográficas

Confederación nacional de la madera (1994). Especificaciones técnicas de especies forestales. En *Compendio de Información técnica de 32 especies Forestales*, pp. 9-140.

Hiegl, W., Jansen, R., Pichler, W. (2009). Advancement of pellets related European standards. *Wood pellets data collection*, pp. 5-14.

Kotler, P. (2006). Plan de Marketing. En *Dirección de Marketing* (pp.35-89). Lima: Prentice Hall

MAKRIDAKIS, SPYROS & WHEELWRIGTH, STEVEN (1998). Métodos de Pronóstico. Mexico: LIMUSA S.A.

Morten, Toneladasy. (2009). Pellet market country report: Denmark. En *Wood pellets data collection*, pp. 7-20.

Odcio, M. (1993). *Cuantificación de residuos de aserrín de ocho especies forestales en Pucallpa*. Iquitos: Tesis de Ingeniería Forestal UNAP

Peksa, M., Dolzan, P., Grassi, A., Heimino, J., Junginger, M., Ranta, T., Arnaldo, W. (2007). Global wood pellets markets and industry: policy driver, market status and raw material potential. *IEA Bioenergy*, pp. 49-51

Ramírez, R., Diapozzo, B., Sánchez, C., Pacheco, D. (2011). Producción forestal maderable. En *Perú forestal en números año 2010* (pp.5-37). Lima: MINAG

Spelter, H. & Toth, D. (2008). North America Wood Pellet Sector. En *Wood pellet data collection*.pp. 3-4.

Uceda, M. (1980). *Determinación del poder calorífico superior de 20 especies forestales de la Amazonía*. Lima: Tesis de Ingeniero Forestal UNALM

Hemerográficas

Instituto nacional forestal y de fauna (1984). Poder Calorífico de especies forestales de la amazonía peruana. *Revista Forestal del Perú*, 27(7), pp. 98-110.

Instituto Nacional forestal y de fauna. (1984). *Revista forestal del Perú*. Vol. (XII), pp. 98-110

SAEZ, DARIO (2010). Marco económico. Oficina económica y comercial de España en Copenhague. pp.9-12

Electrónicas

European Biomass Association. (2007). *Pellets for small-scale domestic heating systems*.

http://www.aebiom.org/wp-content/uploads/file/Publications/Pellets_small_scale_heat.pdf

Food and Agriculture Organization of the United Nations (2006). *Global Forest Resources Assessment 2005*.

<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/A0400E/A0400E00.pdf>

Heinimö, J., Junginger, M. (2009). Production and trading of biomass for energy - an overview of the global status. *Biomass and Bioenergy*. 33(9), pp. 1310-1320.

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096195340900107X>

Occupational Safety & Health Administration (2008). *Wood dust*.

http://www.osha.gov/dts/chemicalsampling/data/CH_276185.html

Pellets atlas - Analysis of new, emerging and developed European pellet markets – octubre 2009

http://pelletsatlas.info/pelletsatlas_docs/showdoc.asp?id=091028100042&type=doc&pdf=true

Pellets atlas - Final report on producers, traders and consumers of wood pellets – diciembre 2009

http://www.pelletsatlas.info/pelletsatlas_docs/showdoc.asp?id=091222195350&type=doc&pdf=true

Planas, A. (2011). *Boletín sector maderas y sus manufacturas*.

<http://www.adexdatatrade.com>

PÖYRY - PÖYRY VIEW POINT GLOBAL MARKET, PLAYERS AND TRADE TO 2020- julio 2011

<http://www.poyry.co.uk/sites/www.poyry.co.uk/files/110.pdf>

Rakos, C. (2008). Time for stability: An update on international wood pellets markets. Renewable Energy World International Magazine, 11 (1).
<http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2008/02/time-for-stability-an-update-on-international-wood-pellet-markets-51584>

Renewable Energy World. (2008). *The True Cost of Fossil Fuels*.
<http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2008/05/the-true-cost-of-fossil-fuels-52359>

Renewable Energy World. (2007). *A renewable future? Leadership required for new energy revolution*.
<http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2007/05/a-renewable-future-leadership-required-for-new-energy-revolution-51540>

Roldan, P. (2012). *Aprendiendo a exportar paso a paso*.
<http://export.promperu.gob.pe/Miercoles/Portal/MME/descargar.aspx?archivo=A5116C07-AC5D-409E-8A2A-4B603574ED1E.PDF>

Sikkema, R., Steiner, M., Junginger, M., Hieg, W. (2009). *Final report on producers, traders and consumers of wood pellets*.
http://www.pelletsatlas.info/pelletsatlas_docs/showdoc.asp?id=091222195350&type=doc&pdf=true

Sistema Nacional de Información Ambiental – Ministerio del Ambiente (2000). *Ley N° 27314 - Ley General de Residuos Sólidos*.
<http://sinia.minam.gob.pe/index.php?accion=verElemento&idElementoInformacion=58&idformula>

Sistema Nacional de Información Ambiental – Ministerio del Ambiente (2009). *Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM - Política Nacional del Ambiente del 23 de Mayo de 2009.*

<http://sinia.minam.gob.pe/index.php?accion=verElemento&idElementoInformacion=82&idformula=>

Sistema Nacional de Información Ambiental – Ministerio del Ambiente (2005). *Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente.*

<http://sinia.minam.gob.pe/index.php?accion=verElemento&idElementoInformacion=20&verPor=&idTipoElemento=15&idTipoFuente=&idfuentesinformacion=11>

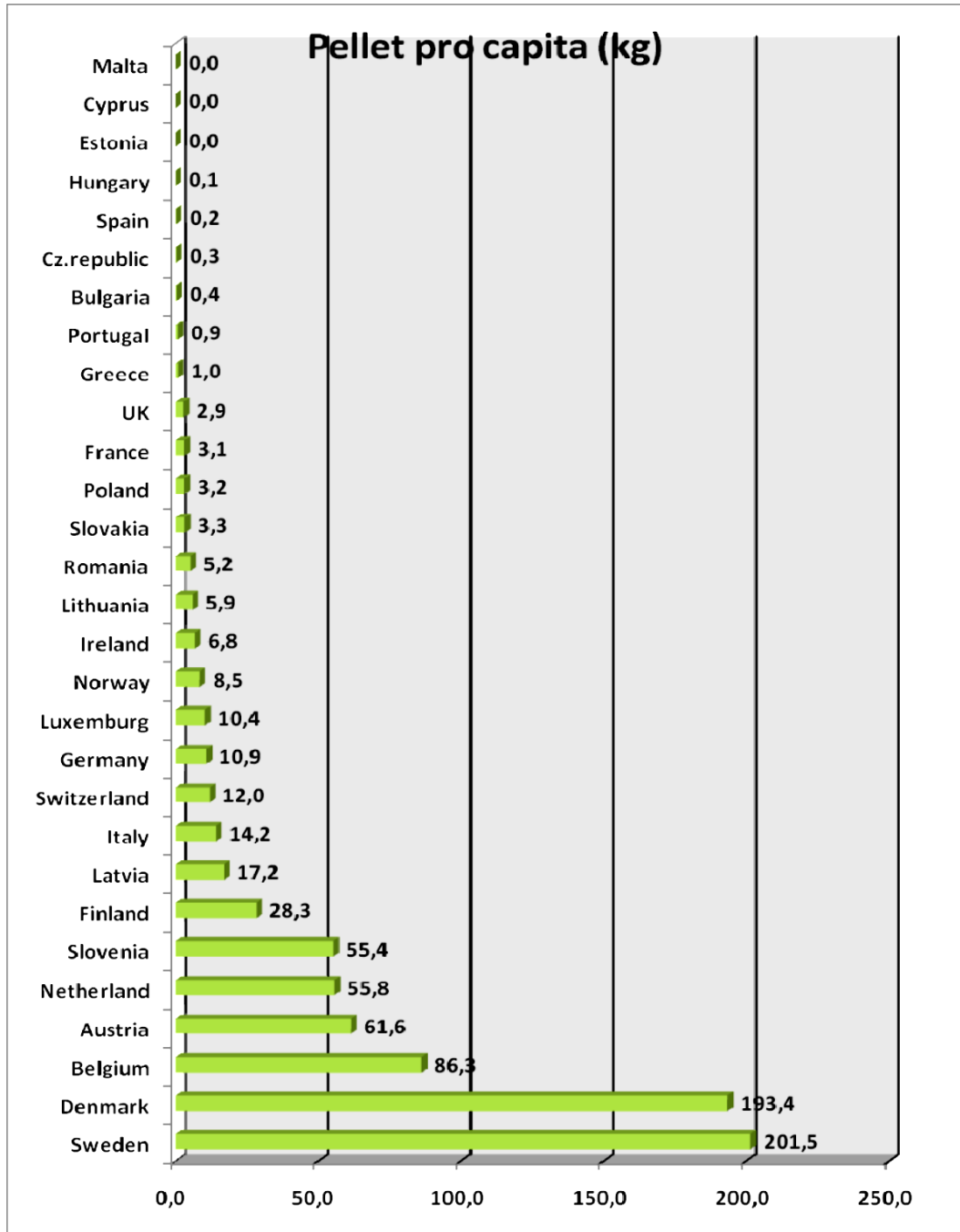


ANEXOS

	Página
1. Lista per cápita de países consumidores de pellets de madera	196
2. Datos de los factores para la elección de Mercado	197
3. Costos de transporte	202
4. Datos sobre la producción, consumo, importación y precio de los pellets de madera en Dinamarca	203
5. Flujo de caja para las diferentes capacidades de plantas Disponible	206
6. Muestra de comentarios para el estudio del producto de pellets de madera	210
7. Datos sobre empresas que han brindado información para el proyecto	211
8. Datos utilizados para el plan agregado de producción	213
9. Informe Técnico: Análisis de muestras N° 046/11-2011-LPP	228

ANEXO N°1

Lista per cápita de países consumidores de pellets de madera.



Fuente: Analysis of new, emerging and developed European pellet markets – Pellets Atlas 2009

ANEXO N°2

Datos de los factores más importantes para la elección de Mercado que son: importación (consumo menos la producción nacional), costo de exportación y precio de pellets por toneladas.

	Producción (toneladas/año)								
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Bélgica	-	-	-	-	-	-	321,000	325,000	320,000
Dinamarca	173,000	168,000	177,000	187,000	187,000	137,000	149,000	134,300	180,000
Italia	-	-	160,000	198,000	240,000	300,000	522,000	650,000	660,000
Países Bajos	-	-	-	-	110,000	110,000	107,500	120,000	122,000
Suecia	780,000	765,000	870,000	950,000	1,100,000	1,458,000	1,400,000	1,405,000	1,576,000

Elaboración: Los autores

	Producción promedio
Bélgica	322,000
Dinamarca	165,811
Italia	390,000
Países Bajos	113,900
Suecia	1,144,889

Elaboración: Los autores

	Consumo (toneladas/año)								
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Bélgica	-	-	-	-	-	-	730,000	920,000	980,000
Dinamarca	408,000	451,000	562,000	731,000	818,000	892,000	993,000	1,060,000	1,090,000
Italia	-	-	210,000	230,000	290,000	380,000	630,000	850,000	920,000
Países Bajos	-	-	-	-	487,000	486,000	705,000	913,500	980,000
Suecia	906,000	902,000	1,129,000	1,256,000	1,490,000	1,685,000	1,715,000	1,850,000	1,918,000

Elaboración: Los autores

	Consumo promedio
Bélgica	876,667
Dinamarca	778,333
Italia	501,429
Países Bajos	714,300
Suecia	1,427,889

Elaboración: Los autores

		Importación (toneladas/año)								
		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Bélgica		-	-	-	-	-	-	409,000	595,000	660,000
Dinamarca		235,000	283,000	385,000	544,000	631,000	755,000	844,000	925,700	910,000
Italia		-	-	50,000	32,000	50,000	80,000	108,000	200,000	260,000
Países Bajos		-	-	-	-	377,000	376,000	597,500	793,500	858,000
Suecia		126,000	137,000	259,000	306,000	390,000	227,000	315,000	445,000	342,000

Elaboración: Los autores

	Importación promedio
Bélgica	554,667
Dinamarca	612,522
Italia	111,429
Países Bajos	600,400
Suecia	283,000

Elaboración: Los autores

Precio (euro por toneladas)												
2008												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Bélgica	€ 228.00	€ 230.00	€ 230.00	€ 229.00	€ 227.00	€ 239.50	€ 241.00	€ 241.50	€ 241.50	€ 241.00	€ 244.00	€ 244.00
Dinamarca	€ 276.00	€ 275.50	€ 275.50	€ 275.50	€ 275.50	€ 275.50	€ 275.50	€ 275.50	€ 275.50	€ 275.50	€ 275.50	€ 275.50
Italia	€ 219.50	€ 219.50	€ 209.00	€ 209.50	€ 190.00	€ 184.50	€ 184.50	€ 184.50	€ 210.00	€ 210.00	€ 230.50	€ 230.50
Países Bajos	€ 201.67	€ 201.00	€ 201.00	€ 209.30	€ 209.30	€ 209.30	€ 182.00	€ 182.00	€ 187.67	€ 189.67	€ 192.67	€ 192.30
Suecia	€ 254.00	€ 248.00	€ 256.00	€ 256.00	€ 255.00	€ 255.00	€ 254.00	€ 255.00	€ 254.00	€ 246.00	€ 251.00	€ 239.00

Elaboración: Los autores

Precio (euro por toneladas)												
2009												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Bélgica	€ 248.00	€ 248.50	€ 249.50	€ 246.50	€ 246.50	€ 246.50	€ 252.00	€ 252.50	€ 252.50	€ 252.50	€ 252.50	€ 252.50
Dinamarca	€ 286.50	€ 286.50	€ 286.50	€ 283.30	€ 286.50	€ 286.50	€ 287.00	€ 287.00	€ 287.00	€ 287.00	€ 287.00	€ 287.00
Italia	€ 223.50	€ 223.50	€ 210.50	€ 216.00	€ 216.00	€ 217.00	€ 217.00	€ 217.00	€ 217.00	€ 217.00	€ 217.00	€ 217.00
Países Bajos	€ 206.67	€ 206.67	€ 199.00	€ 191.30	€ 204.00	€ 203.00	€ 174.67	€ 173.67	€ 179.67	€ 185.30	€ 192.00	€ 192.00
Suecia	€ 239.00	€ 245.00	€ 230.00	€ 244.00	€ 251.00	€ 254.00	€ 250.00	€ 261.00	€ 270.00	€ 274.00	€ 274.00	€ 274.00

Elaboración: Los autores

	Precio promedio
Bélgica	€ 236.38
Dinamarca	€ 275.54
Italia	€ 206.83
Países Bajos	€ 196.49
Suecia	€ 251.92

Elaboración: Los autores



ANEXO N°3

Por medio de la empresa AMERANDES TRANSPORTES LOGÍSTICOS SAC representantes de APL, obtuvimos los costos (en dólares) de transporte a los destinos siguientes:

	D20	D40hc
Bélgica	\$ 1,400.00	\$ 1,900.00
Dinamarca	\$ 1,460.00	\$ 2,000.00
Italia	\$ 1,520.00	\$ 2,050.00
Países Bajos	\$ 1,420.00	\$ 1,920.00
Suecia	\$ 1,500.00	\$ 2,000.00

Elaboración: Los autores

ANEXO N°4

Datos sobre la producción, consumo, consumo sectorial, importación y precio de los pellets de madera en Dinamarca.

Producción Pellets de Madera en Dinamarca

Año	Toneladas/año
2001	173,000.00
2002	168,000.00
2003	177,000.00
2004	187,000.00
2005	187,000.00
2006	137,000.00
2007	149,000.00
2008	134,300.00
2009	180,000.00

Elaboración: Los autores

Consumo Total Pellets de Madera en Dinamarca

Año	Toneladas/año
2001	408,000.00
2002	451,000.00
2003	562,000.00
2004	731,000.00
2005	818,000.00
2006	892,000.00
2007	993,000.00
2008	1,060,000.00
2009	1,090,000.00

Elaboración: Los autores

**Importación de Pellets de Madera en
Dinamarca**

Año	Toneladas/año
2001	235,000.00
2002	283,000.00
2003	385,000.00
2004	544,000.00
2005	631,000.00
2006	755,000.00
2007	844,000.00
2008	925,700.00
2009	910,000.00

Elaboración: Los autores

Consumo por sectores de Pellets de Madera en Dinamarca

	Residencial	Calefacción Urbana	Grandes Plantas
Año	Toneladas/año	Toneladas/año	Toneladas/año
2001	223,000.00	71,000.00	114,000.00
2002	253,000.00	72,000.00	126,000.00
2003	283,000.00	73,000.00	206,000.00
2004	295,000.00	74,000.00	362,000.00
2005	309,000.00	77,000.00	432,000.00
2006	469,000.00	134,000.00	289,000.00
2007	505,000.00	144,000.00	344,000.00
2008	471,000.00	234,000.00	355,000.00
2009	471,000.00	234,000.00	385,000.00

Elaboración: Los autores

Precio de Pellets de madera

	Suelto	Bolsas pequeñas
Año	Euro/toneladas	Euro/toneladas
2007	240	257
2008	267	284
2009	296	278

Elaboración: Los autores



ANEXO N°5

Flujo de caja para las diferentes capacidades de plantas disponible.

Capacidad 0.5 Toneladas/hr	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Cantidad Ventas (toneladas)	1,200	1,313	1,427	1,540	1,654	1,767
Capacidad planta	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
Ingreso	S/. 1,131,840.00	S/. 1,131,840.00	S/. 1,131,840.00	S/. 1,131,840.00	S/. 1,131,840.00	S/. 1,131,840.00
Costos						
Materia prima	S/. 36,000.00	S/. 36,000.00	S/. 36,000.00	S/. 36,000.00	S/. 36,000.00	S/. 36,000.00
Materia prima indirecta	S/. 40,000.00	S/. 40,000.00	S/. 40,000.00	S/. 40,000.00	S/. 40,000.00	S/. 40,000.00
Mano de obra	S/. 93,937.80	S/. 93,937.80	S/. 93,937.80	S/. 93,937.80	S/. 93,937.80	S/. 93,937.80
Mano de obra indirecta	S/. 70,026.36	S/. 70,026.36	S/. 70,026.36	S/. 70,026.36	S/. 70,026.36	S/. 70,026.36
Inversión maquinaria	S/. 229,240.50					
Costo transporte	S/. 441,600.00	S/. 441,600.00	S/. 441,600.00	S/. 441,600.00	S/. 441,600.00	S/. 441,600.00
Gasto fabricación	S/. 42,600.00	S/. 42,600.00	S/. 42,600.00	S/. 42,600.00	S/. 42,600.00	S/. 42,600.00
Gasto administración	S/. 58,070.64	S/. 58,070.64	S/. 58,070.64	S/. 58,070.64	S/. 58,070.64	S/. 58,070.64
Gastos ventas	S/. 11,955.72	S/. 11,955.72	S/. 11,955.72	S/. 11,955.72	S/. 11,955.72	S/. 11,955.72
Costo total	S/. 1,023,431.02	S/. 794,190.52	S/. 794,190.52	S/. 794,190.52	S/. 794,190.52	S/. 794,190.52
Utilidad	S/. 108,408.98	S/. 337,649.48	S/. 337,649.48	S/. 337,649.48	S/. 337,649.48	S/. 337,649.48
Utilidad Acumulada	S/. 108,408.98	S/. 446,058.46	S/. 783,707.94	S/. 1,121,357.42	S/. 1,459,006.90	S/. 1,796,656.38

Elaboración: Los autores

Capacidad 1.0 Toneladas/hr	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Cantidad Ventas (toneladas)	1,200	1,313	1,427	1,540	1,654	1,767
Capacidad planta	1,200	1,313	1,427	1,540	1,654	1,767
Ingreso	S/. 1,131,840.00	S/. 1,238,793.13	S/. 1,345,746.26	S/. 1,452,696.91	S/. 1,559,650.04	S/. 1,666,600.68
Costos						
Materia prima	S/. 36,000.00	S/. 39,401.82	S/. 42,803.63	S/. 46,205.37	S/. 49,607.19	S/. 53,008.93
Materia prima indirecta	S/. 40,000.00	S/. 43,779.80	S/. 47,559.59	S/. 51,339.30	S/. 55,119.10	S/. 58,898.81
Mano de obra	S/. 93,937.80	S/. 93,937.80	S/. 93,937.80	S/. 93,937.80	S/. 93,937.80	S/. 93,937.80
Mano de obra indirecta	S/. 70,026.36	S/. 70,026.36	S/. 70,026.36	S/. 70,026.36	S/. 70,026.36	S/. 70,026.36
Inversión maquinaria	S/. 391,481.00					
Costo transporte	S/. 468,265.00	S/. 509,065.00	S/. 549,865.00	S/. 596,265.00	S/. 637,065.00	S/. 671,865.00
Gasto fabricación	S/. 42,600.00	S/. 42,600.00	S/. 42,600.00	S/. 42,600.00	S/. 42,600.00	S/. 42,600.00
Gasto administración	S/. 58,070.64	S/. 58,070.64	S/. 58,070.64	S/. 58,070.64	S/. 58,070.64	S/. 58,070.64
Gastos ventas	S/. 11,955.72	S/. 11,955.72	S/. 11,955.72	S/. 11,955.72	S/. 11,955.72	S/. 11,955.72
Costo total	S/. 1,212,336.52	S/. 868,837.13	S/. 916,818.75	S/. 970,400.19	S/. 1,018,381.81	S/. 1,060,363.26
Utilidad	S/. -80,496.52	S/. 369,956.00	S/. 428,927.51	S/. 482,296.71	S/. 541,268.23	S/. 606,237.43
Utilidad Acumulada	S/. -80,496.52	S/. 289,459.48	S/. 718,386.99	S/. 1,200,683.70	S/. 1,741,951.93	S/. 2,348,189.36

Elaboración: Los autores

Capacidad 1.5 Toneladas/hr	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Cantidad Ventas (toneladas)	1,200	1,313	1,427	1,540	1,654	1,767
Capacidad planta	1,200	1,313	1,427	1,540	1,654	1,767
Ingreso	S/. 1,131,840.00	S/. 1,238,793.13	S/. 1,345,746.26	S/. 1,452,696.91	S/. 1,559,650.04	S/. 1,666,600.68
Costos						
Materia prima	S/. 36,000.00	S/. 39,401.82	S/. 42,803.63	S/. 46,205.37	S/. 49,607.19	S/. 53,008.93
Materia prima indirecta	S/. 40,000.00	S/. 43,779.80	S/. 47,559.59	S/. 51,339.30	S/. 55,119.10	S/. 58,898.81
Mano de obra	S/. 93,937.80	S/. 93,937.80	S/. 93,937.80	S/. 93,937.80	S/. 93,937.80	S/. 93,937.80
Mano de obra indirecta	S/. 70,026.36	S/. 70,026.36	S/. 70,026.36	S/. 70,026.36	S/. 70,026.36	S/. 70,026.36
Inversión maquinaria	S/. 505,481.50					
Costo transporte	S/. 441,600.00	S/. 482,400.00	S/. 523,200.00	S/. 569,600.00	S/. 610,400.00	S/. 645,200.00
Gasto fabricación	S/. 42,600.00	S/. 42,600.00	S/. 42,600.00	S/. 42,600.00	S/. 42,600.00	S/. 42,600.00
Gasto administración	S/. 58,070.64	S/. 58,070.64	S/. 58,070.64	S/. 58,070.64	S/. 58,070.64	S/. 58,070.64
Gastos ventas	S/. 11,955.72	S/. 11,955.72	S/. 11,955.72	S/. 11,955.72	S/. 11,955.72	S/. 11,955.72
Costo total	S/. 1,299,672.02	S/. 842,172.13	S/. 890,153.75	S/. 943,735.19	S/. 991,716.81	S/. 1,033,698.26
Utilidad	S/. -167,832.02	S/. 396,621.00	S/. 455,592.51	S/. 508,961.71	S/. 567,933.23	S/. 632,902.43
Utilidad Acumulada	S/. -167,832.02	S/. 228,788.98	S/. 684,381.49	S/. 1,193,343.20	S/. 1,761,276.43	S/. 2,394,178.86

Elaboración: Los autores

Capacidad 3.0 Toneladas/hr	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Cantidad Ventas (toneladas)	1,200	1,313	1,427	1,540	1,654	1,767
Capacidad planta	1,200	1,313	1,427	1,540	1,654	1,767
Ingreso	S/. 1,131,840.00	S/. 1,238,793.13	S/. 1,345,746.26	S/. 1,452,696.91	S/. 1,559,650.04	S/. 1,666,600.68
Costos						
Materia prima	S/. 36,000.00	S/. 39,401.82	S/. 42,803.63	S/. 46,205.37	S/. 49,607.19	S/. 53,008.93
Materia prima indirecta	S/. 40,000.00	S/. 43,779.80	S/. 47,559.59	S/. 51,339.30	S/. 55,119.10	S/. 58,898.81
Mano de obra	S/. 93,937.80	S/. 93,937.80	S/. 93,937.80	S/. 93,937.80	S/. 93,937.80	S/. 93,937.80
Mano de obra indirecta	S/. 70,026.36	S/. 70,026.36	S/. 70,026.36	S/. 70,026.36	S/. 70,026.36	S/. 70,026.36
Inversión maquinaria	S/. 858,203.00					
Costo transporte	S/. 441,600.00	S/. 482,400.00	S/. 523,200.00	S/. 569,600.00	S/. 610,400.00	S/. 645,200.00
Gasto fabricación	S/. 42,600.00	S/. 42,600.00	S/. 42,600.00	S/. 42,600.00	S/. 42,600.00	S/. 42,600.00
Gasto administración	S/. 58,070.64	S/. 58,070.64	S/. 58,070.64	S/. 58,070.64	S/. 58,070.64	S/. 58,070.64
Gastos ventas	S/. 11,955.72	S/. 11,955.72	S/. 11,955.72	S/. 11,955.72	S/. 11,955.72	S/. 11,955.72
Costo total	S/. 1,652,393.52	S/. 842,172.13	S/. 890,153.75	S/. 943,735.19	S/. 991,716.81	S/. 1,033,698.26
Utilidad	S/. -520,553.52	S/. 396,621.00	S/. 455,592.51	S/. 508,961.71	S/. 567,933.23	S/. 632,902.43
Utilidad Acumulada	S/. -520,553.52	S/. -123,932.52	S/. 331,659.99	S/. 840,621.70	S/. 1,408,554.93	S/. 2,041,457.36

Elaboración: Los autores

ANEXO N°6

Se tomaron 100 comentarios de la página web <http://www.woodpelletinfo.com/wood-pellets/>, página especialista en pellets de madera donde los clientes de Dinamarca escriben sus comentarios, quejas o satisfacciones.

A continuación se mostrará una tabla resumen de cuáles fueron las necesidades más importantes que consideraban los 100 clientes para los pellets de madera.

	Resistencia a la ruptura	Menor concentración de ceniza	Rapidez en encendido	Mayor emisión de calor	Sin Olor	Menor concentración de humedad	Buen Acabado
Total	11	62	15	56	4	11	3
Importancia	1	5	2	5	1	1	1

Elaboración: Los autores

ANEXO N°7

Datos sobre las personas que nos han brindado información y costos

- Empresa que proporcionó costos de transporte del puerto del Callao a Dinamarca.

Empresa: AMERANDES TRANSPORTES LOGÍSTICOS SAC,
Representantes de APL

Teléfono: (511)611-3200 anexo: 126

Celular: 99812*3383

E-mail: Fabiola_Guembes@apl.com

Fabiola Guembes - Commercial Executive / Customer Service

- Empresa que proporcionó costos de transporte desde Ucayali a Lima

Empresa: RCA CARGA Y COURIER S.R.LTDA

Dirección: Jr. Gral. Varela 373 - Breña

Telefax: 4331528

Nextel: 125*9022, 125*7205, 125*8365

RPM: #519390

E-mail:

msandoval@rcacourier.com

rcacourier@hotmail.com

Gerente General: Ramón Colan Abad

RUC: 20333239729

- Empresa que proporcionó costos de transporte desde Iquitos a Dinamarca

Empresa: PERUVIAN AMAZON LINE - Agencia Naviera Maynas S.A.

Rolando Torres - General Agents

E-mail: iquitos@navieramaynas.com.pe

www.peruvianamazonline.com.pe

- Empresa que proporcionó costos de maquinaria

Empresa: Anyang General International Co.,Ltd(AGICO)

Teléfono: 86 372 5965148 ext 8023

Fax: 86 372 5951936

Celular:86-13837232141

Jenny Zhao

E-mail:

jenny@ayimpex.com

ms_zhaozhao@hotmail.com

Skype:lightinfo

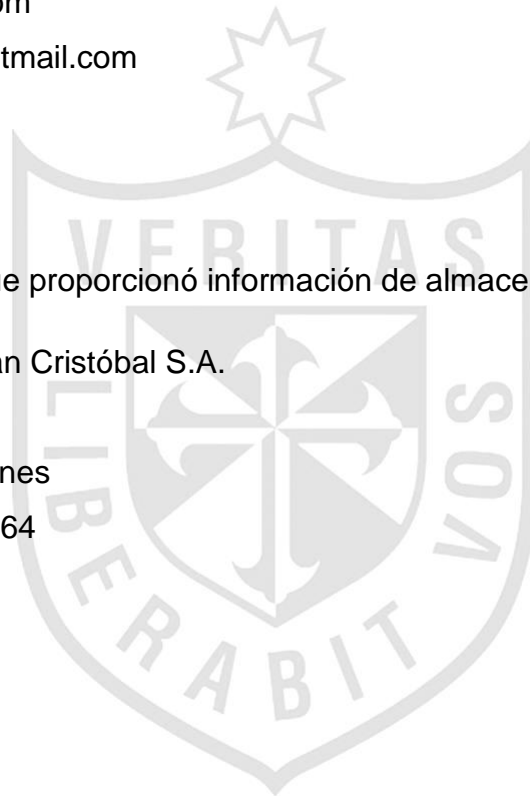
- Empresa que proporcionó información de almacenes y exportación

Empresa: Textil San Cristóbal S.A.

Marco Gómez

Jefe de Exportaciones

Teléfono: 989173464



ANEXO N°8

Datos utilizados para el plan agregado de producción

1ER PERIODO

COSTO DE ENERGÍA

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Molienda	3,198	3,198	3,198	1,941	1,941	1,941	1,313	1,313	1,313	2,779	2,779	2,779	27,693
Secado	1,591	1,591	1,591	966	966	966	653	653	653	1,382	1,382	1,382	13,777
Pelletizadora	5,381	5,381	5,381	3,267	3,267	3,267	2,210	2,210	2,210	4,676	4,676	4,676	46,603
Enfriado	672	672	672	408	408	408	276	276	276	584	584	584	5,820
Empaquetado	172	172	172	104	104	104	71	71	71	149	149	149	1,488
TOTAL	11,013	11,013	11,013	6,687	6,687	6,687	4,523	4,523	4,523	9,571	9,571	9,571	95,382

Elaboración: Los autores

COSTOS MP

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
MP	11,144	11,144	11,144	6,766	6,766	6,766	4,577	4,577	4,577	9,684	9,684	9,684	96,513

Elaboración: Los autores

COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Energía	11013	11013	11013	6687	6687	6687	4523	4523	4523	9571	9571	9571	95,382
Bolsas plásticas	4200	4200	4200	2550	2550	2550	1725	1725	1725	3650	3650	3650	36,375
Agua	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	6,000
Energía luminosa variable	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	1600	19,200
Energía luminosa fija	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	4,800
TOTAL	17,713	17,713	17,713	11,737	11,737	11,737	8,748	8,748	8,748	15,721	15,721	15,721	161,757

Elaboración: Los autores

COSTOS DE TRANSPORTE

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Costo transporte	49,412	49,412	49,412	30,000	30,000	30,000	20,294	20,294	20,294	42,941	42,941	42,941	427,941

Elaboración: Los autores

COSTOS FIJOS

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Jefe de planta	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	30,000
Jefe control de calidad	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	30,000
Jefe de Operaciones	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	36,000
Contador	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	30,000
Energía luminosa	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	4,800

TOTAL	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	130,800
--------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------

Elaboración: Los autores

2DO PERIODO

COSTO DE ENERGÍA

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Molienda	3,331	3,331	3,331	2,037	2,037	2,037	1,370	1,370	1,370	2,893	2,893	2,893	28,893
Secado	1,657	1,657	1,657	1013.2	1013.2	1013.2	681.77	681.77	681.77	1,439	1,439	1,439	14,374
Pelletizadora	5,605	5,605	5,605	3,427	3,427	3,427	2,306	2,306	2,306	4,869	4,869	4,869	48,621
Enfriado	700	700	700	428	428	428	288	288	288	608	608	608	6,072
Empaquetado	179	179	179	109.43	109.43	109.43	73.636	73.636	73.636	155.5	155.5	155.5	1,553
TOTAL	11,472	11,472	11,472	7,014	7,014	7,014	4,720	4,720	4,720	9,964	9,964	9,964	99,512

Elaboración: Los autores

COSTOS MP

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
MP	11,608	11,608	11,608	7,097	7,097	7,097	4,776	4,776	4,776	10,082	10,082	10,082	100,691

Elaboración: Los autores

COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Energía	11472	11472	11472	7014.4	7014.4	7014.4	4719.9	4719.9	4719.9	9964	9964	9964	99,512
Bolsas plásticas	4375	4375	4375	2675	2675	2675	1800	1800	1800	3800	3800	3800	37,950
Agua	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	6,000
Energía luminosa variable	1669	1669	1669	1669.3	1669.3	1669.3	1669.3	1669.3	1669.3	1669	1669	1669	20,031
Energía luminosa fija	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	4,800
TOTAL	18,416	18,416	18,416	12,259	12,259	12,259	9,089	9,089	9,089	16,334	16,334	16,334	168,294

Elaboración: Los autores

COSTOS DE TRANSPORTE

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Costo transporte	51,471	51,471	51,471	31,471	31,471	31,471	21,176	21,176	21,176	44,706	44,706	44,706	446,471

Elaboración: Los autores

COSTOS FIJOS

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Jefe de planta	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	30,000
Jefe control de calidad	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	30,000
Jefe de Operaciones	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	36,000
Contador	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	30,000
Energía luminosa	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	4,800
TOTAL	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	130,800

Elaboración: Los autores

3ER PERIODO

COSTO DE ENERGÍA

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Molienda	3,464	3,464	3,464	2,113	2,113	2,113	1,427	1,427	1,427	3,007	3,007	3,007	30,035
Secado	1,723	1,723	1,723	1051.1	1051.1	1051.1	710.18	710.18	710.18	1,496	1,496	1,496	14,942
Pelletizadora	5,829	5,829	5,829	3,555	3,555	3,555	2,402	2,402	2,402	5,061	5,061	5,061	50,543
Enfriado	728	728	728	444	444	444	300	300	300	632	632	632	6,312
Empaquetado	186.1	186.1	186.1	113.52	113.52	113.52	76.705	76.705	76.705	161.6	161.6	161.6	1,614
TOTAL	11,931	11,931	11,931	7,277	7,277	7,277	4,917	4,917	4,917	10,358	10,358	10,358	103,446

Elaboración: Los autores

COSTOS MP

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
MP	12,072	12,072	12,072	7,363	7,363	7,363	4,975	4,975	4,975	10,480	10,480	10,480	104,671

Elaboración: Los autores

COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Energía	11931	11931	11931	7276.6	7276.6	7276.6	4916.6	4916.6	4916.6	10358	10358	10358	103,446
Bolsas plásticas	4550	4550	4550	2775	2775	2775	1875	1875	1875	3950	3950	3950	39,450
Agua	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	6,000
Energía luminosa variable	1663	1663	1663	1663.2	1663.2	1663.2	1663.2	1663.2	1663.2	1663	1663	1663	19,959
Energía luminosa fija	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	4,800
TOTAL	19,044	19,044	19,044	12,615	12,615	12,615	9,355	9,355	9,355	16,871	16,871	16,871	173,654

Elaboración: Los autores

COSTOS DE TRANSPORTE

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Costo transporte	53,529	53,529	53,529	32,647	32,647	32,647	22,059	22,059	22,059	46,471	46,471	46,471	464,118

Elaboración: Los autores

COSTOS FIJOS

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Jefe de planta	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	30,000
Jefe control de calidad	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	30,000
Jefe de Operaciones	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	36,000
Contador	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	30,000
Energía luminosa	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	4,800
TOTAL	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	130,800

Elaboración: Los autores

4TO PERIODO

COSTO DE ENERGÍA

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Molienda	3,597	3,597	3,597	2,189	2,189	2,189	1,485	1,485	1,485	3,121	3,121	3,121	31,177
Secado	1,790	1,790	1,790	1088.9	1088.9	1088.9	738.59	738.59	738.59	1,553	1,553	1,553	15,510
Pelletizadora	6,054	6,054	6,054	3,683	3,683	3,683	2,498	2,498	2,498	5,253	5,253	5,253	52,465
Enfriado	756	756	756	460	460	460	312	312	312	656	656	656	6,552
Empaquetado	193.3	193.3	193.3	117.61	117.61	117.61	79.773	79.773	79.773	167.7	167.7	167.7	1,675
TOTAL	12,390	12,390	12,390	7,539	7,539	7,539	5,113	5,113	5,113	10,751	10,751	10,751	107,379

Elaboración: Los autores

COSTOS MP

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
MP	12,537	12,537	12,537	7,628	7,628	7,628	5,174	5,174	5,174	10,878	10,878	10,878	108,651

Elaboración: Los autores

COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Energía	12390	12390	12390	7538.8	7538.8	7538.8	5113.3	5113.3	5113.3	10751	10751	10751	107,379
Bolsas plásticas	4725	4725	4725	2875	2875	2875	1950	1950	1950	4100	4100	4100	40,950
Agua	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	6,000
Energía luminosa variable	1661	1661	1661	1660.8	1660.8	1660.8	1660.8	1660.8	1660.8	1661	1661	1661	19,930
Energía luminosa fija	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	4,800
TOTAL	19,676	19,676	19,676	12,975	12,975	12,975	9,624	9,624	9,624	17,412	17,412	17,412	179,059

Elaboración: Los autores

COSTOS DE TRANSPORTE

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Costo transporte	55,588	55,588	55,588	33,824	33,824	33,824	22,941	22,941	22,941	48,235	48,235	48,235	481,765

Elaboración: Los autores

COSTOS FIJOS

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Jefe de planta	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	30,000
Jefe control de calidad	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	30,000
Jefe de Operaciones	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	36,000
Contador	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	30,000
Energía luminosa	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	4,800
TOTAL	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	130,800

Elaboración: Los autores

5TO PERIODO

COSTO DE ENERGÍA

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Molienda	3,731	3,731	3,731	2,265	2,265	2,265	1,523	1,523	1,523	3,236	3,236	3,236	32,261
Secado	1,856	1,856	1,856	1126.8	1126.8	1126.8	757.52	757.52	757.52	1,610	1,610	1,610	16,050
Pelletizadora	6,278	6,278	6,278	3,812	3,812	3,812	2,562	2,562	2,562	5,445	5,445	5,445	54,290
Enfriado	784	784	784	476	476	476	320	320	320	680	680	680	6,780
Empaquetado	200.5	200.5	200.5	121.7	121.7	121.7	81.818	81.818	81.818	173.9	173.9	173.9	1,734
TOTAL	12,849	12,849	12,849	7,801	7,801	7,801	5,244	5,244	5,244	11,144	11,144	11,144	111,115

Elaboración: Los autores

COSTOS MP

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
MP	13,001	13,001	13,001	7,893	7,893	7,893	5,307	5,307	5,307	11,276	11,276	11,276	112,432

Elaboración: Los autores

COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Energía	12849	12849	12849	7801	7801	7801	5244.4	5244.4	5244.4	11144	11144	11144	111,115
Bolsas plásticas	4900	4900	4900	2975	2975	2975	2000	2000	2000	4250	4250	4250	42,375
Agua	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	6,000
Energía luminosa variable	1656	1656	1656	1655.7	1655.7	1655.7	1655.7	1655.7	1655.7	1656	1656	1656	19,868
Energía luminosa fija	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	4,800
TOTAL	20,304	20,304	20,304	13,332	13,332	13,332	9,800	9,800	9,800	17,950	17,950	17,950	184,159

Elaboración: Los autores

COSTOS DE TRANSPORTE

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Costo transporte	57,647	57,647	57,647	35,000	35,000	35,000	23,529	23,529	23,529	50,000	50,000	50,000	498,529

Elaboración: Los autores

COSTOS FIJOS

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Jefe de planta	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	30,000
Jefe control de calidad	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	30,000
Jefe de Operaciones	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	36,000
Contador	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	2500	30,000
Energía luminosa	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	4,800
TOTAL	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	10,900	130,800

Elaboración: Los autores



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Departamento Académico de Industrias Forestales

Área de Transformación Química-Laboratorio de Pulpa y Papel

INFORME TÉCNICO: ANÁLISIS DE MUESTRAS

N° 046/11-2011-LPP

Fecha 07 de Noviembre del 2011

ENSAYOS SOLICITADO por Teddy Del Aguila-Alex Chang

Ref. Cotización del 13/10/2011

PRODUCTO: 03 muestras de aserrín para la elaboración de pellets

Acondicionamiento de laboratorio: NTP-ISO 187-2001

RESULTADOS

ESTUDIO DE PELLETS

ANÁLISIS	Método/ Norma		ESPECIES		
			CAPIRONA	QUINILLA	SHIHUAHUACO
Cenizas (%)	TAPPI T413-om93		0,70	2,06	0,50
Humedad (%)	NTP.251.010		15,64	23,13	15,78
Material Volátil (%)	ASTM D-1762		19,76	20,17	16,73
Granulometría	ASTM C136				
	Tamiz ASTM	Rango (mm)	%	%	%
	+10	x>1,650	0,90	4,38	0,86
	-10/+20	1,651>x>0,841	6,08	16,44	5,84
	-20/+40	0,842>x>0,425	48,30	30,68	33,78
	-40/+100	0,426>x>0,149	26,48	21,18	38,94
	-100	0,150>x	18,24	27,32	20,58
AGLOMERACIÓN*					
Friabilidad ** (%)	Met. Lab. Termodinámica U.P.Madrid		93	96,3	89,3
Poder Calórico (kcal/kg)	ASTM 2015-66	PCI (h=12,8%)	4184	4261	4230
		PCS	4888	4977	4941
Densidad aparente (g/cm ³)	NTP 251 011		0,460	0,571	0,508
Punto Ignición	ASTM E-1321		349 °C	350 °C	351 °C

*: Aglomeración realizada con 45 kg/cm² presión específica, 170 °C por 25 minutos.

** : Friabilidad: porcentaje que queda luego del ensayo de caída a 1 m de altura sobre piso cerámico.

PCI: poder calórico inferior, al 12,8 % humedad; PCS: poder calórico superior

HÉCTOR ENRIQUE GONZALES MORA, Ph.D,

Responsable

Jefe LABORATORIO DE PULPA Y PAPEL

CIP 31024

Dirección: Av. La Universidad s/n Apdo. 12-056-La Molina, Lima 100 PERÚ cel. 9635 9839

Telefax (51-1) 6147800 anexo 229 Correo electrónico: egonzales@lamolina.edu.pe