

Instalación de una Planta de Pellets de Madera

Proyecto de Trabajo Integrador Final

Materia: (10.01) Proyecto Final de Ingeniería Industrial



Julieta Belén Prado. Autor 1

jprado@itba.edu.ar

Ladislao Gostuski. Autor 2

lgostusk@itba.edu.ar

María Lucila Mosteiro. Autor 3

mmosteir@itba.edu.ar

María Luz Rodríguez Padilla. Autor 4

marialro@itba.edu.ar

Pilar Crosta Blanco. Autor 5

pcrostab@itba.edu.ar

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE BUENOS AIRES - ITBA
ESCUELA DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

**INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE PELLETS DE
MADERA**

Autores:

Prado, Julieta Belén (Legajo N° 54102)
Gostuski, Ladislao (Legajo N° 53775)
Mosteiro, María Lucila (Legajo N° 54043)
Rodriguez Padilla, María Luz (Legajo N° 54101)
Crosta Blanco, Pilar (Legajo N° 54078)

Docente Tutor:

Varela, Hernán

**TRABAJO FINAL PRESENTADO PARA LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

BUENOS AIRES

2017

Resumen

El presente informe detalla un estudio de prefactibilidad de la instalación de una planta de fabricación de pellets de madera en la provincia de Entre Ríos, Argentina. Se realizarán estudios de Mercado, Ingeniería, Económico-Financieros y de Riesgos.

Los pellets de madera son un producto que tienen como materia prima principal, y casi única, los residuos de la industria forestal como son las virutas y el aserrín. El proyecto se centra en el uso de pellets de madera como combustible alternativo para la generación de energía térmica a nivel doméstico.

Los pellets producidos serán destinados al mercado internacional, con foco único en el mercado doméstico italiano. Dentro de los mercados desarrollados, los pellets se pueden considerar un commodity dadas las cualidades que poseen, no hay forma de diferenciación. Los precios proyectados dieron como resultado un precio de exportación CIF de 156 €/tn y una producción inicial de 18.000 tn anuales.

La planta estará localizada en el Parque Industrial de Ubajay de la provincia de Entre Ríos, al lado de la ruta nacional RN14. Los pellets luego serán transportados por vía terrestre al puerto de Buenos Aires, donde serán luego exportados por vía marítima hasta el puerto de Livorno en Italia.

La tecnología seleccionada varía de acuerdo con la maquinaria y se optó por priorizar la confiabilidad y calidad de las máquinas más relevantes antes del precio, para poder garantizar la calidad y el ritmo de producción elegidos anteriormente.

La inversión inicial con la cual se debe contar es de 59,1 millones de pesos argentinos valuados a diciembre de 2017. La estructura de capital será del 60% capital propio y 40% de deuda, tomada en el exterior en dólares.

Los resultados arrojados por el análisis Económico-Financiero fueron de un Valor Actual Neto de 2.336.092 USD, una TIR en dólares del 17,6% y un período de repago descontado de 9 años y 9 meses.

Un estudio de MonteCarlo arrojó un Valor Actual Neto de 3.979.766 USD con probabilidad de no repago del proyecto de 13%. Los riesgos más relevantes por mitigar resultaron ser el tipo de cambio, el precio del flete marítimo y la inflación en ARS. Luego de una correspondiente mitigación de riesgos, el Valor Actual Neto resultó de 8.170.907 USD con un 100% de probabilidad de repago del proyecto.

Abstract

The present report details a prefeasibility study of a Wood Pellet Production Plant located in Argentina, province of Entre Rios.

Wood pellets are made primarily of sawdust, which is considered a waste of forestall activity. The project is based on the use of these wooden pellets as an alternative fuel in the generation of thermal energy, particularly for domestic use.

The pellets produced will be sold in the international market, focusing exclusively in the Italian domestic market. In developed countries, wooden pellets are considered a commodity since there is no possibility for differentiation. The projected prices show a CIF price stabilization of 156€/tn and an initial production of 18.000 tn per year, with a 5.3% CAGR.

The production plant will be situated in the “Parque Industrial de Ubajay” located in the province of Entre Ríos in Argentina. The pellets will be transported by land to the Buenos Aires port where they will then be exported by sea to the port of Livorno in Italy.

The technology selected varies according to the machines, being them of German, Brazilian and Chinese origin.

The initial Capital Expenditure was of 59.1 million argentine pesos valued in December 2017. The capital structure chosen was of 60% equity and 40% debt. This debt will be taken in the United States and it will be in US Dollars.

The results obtained were of an NPV of 2.336.092 USD and a IRR of 17.6%. The discounted payback was of 9 years and 9 months.

A Monte Carlo study showed a NPV of 3.979.766 USD with a 13% probability that it will not be positive. The most relevant risks were the exchange rate argentine peso-USD, the maritime freight cost and the argentine peso inflation. After these risks were mitigated, the NPV was of 8.170.907 USD with a 100% probability of payback.

Agradecimientos

Se agradece la colaboración recibida a lo largo de este Proyecto Final de Ingeniería Industrial, por parte de diferentes consultores externos que mejoraron la calidad y contenido del trabajo de investigación. Entre ellos se encuentran, Jorge Strika (Ingeniero Mecánico), Enrique Bongers (Dueño de GP Energy), Obdulio Pereyra (Profesor en la Facultad de Ciencias Forestales de Misiones), Christian Schlagitwei(Ingeniero de ProPellets, Austria), y Antonio Mosteiro (Contador).

A su vez se desea otorgar un reconocimiento especial por su constante disposición, al tutor responsable, Hernán Varela.

Finalmente, a nuestras familias por su apoyo en este año de trabajo.

Contenido

I. ESTUDIO DE MERCADO.....	11
1. Contexto General.....	11
1.1. Sector Foresto Industrial	11
1.1. Mercado actual de pellets de madera	21
1.2. Mercado potencial de pellets de madera	23
1.3. Competidores	27
1.4. Productos sustitutos.....	32
2. Definición de Negocio y Producto.....	36
2.1. Misión y Visión.....	36
2.2. Definición de negocio	36
2.3. Definición del producto.....	42
2.4. Ciclo de vida del producto	49
3. Análisis estratégico	51
3.1. Análisis de Porter	51
3.2. Análisis de las 5 C.....	56
3.3. Análisis FODA.....	59
4. Segmentación del mercado externo.....	63
4.1. Segmentación geográfica	63
4.2. Segmentación por usos en Regiones de interés.....	66
4.3. Conclusiones	72
5. Posicionamiento	73
5.1. Estrategia comercial	73
5.2. Análisis de las 4P	73
5.3. Estrategia de Precio.....	75
6. Proyecciones.....	76
6.1. Análisis de Precio.....	76
6.2. Análisis de Demanda.....	83
6.3. Análisis de Capacidad Productiva.....	88
6.4. Análisis de Ventas.....	90
II. ESTUDIO DE INGENIERÍA	92
7. Proceso Productivo.....	92

7.1.	Diagrama de Bloques	92
7.2.	Descripción del Proceso	93
7.3.	Diagrama de Procesos	97
8.	Selección de Maquinaria	99
8.1.	Plan de producción	99
8.2.	Descripción de alternativas	100
8.3.	Selección: Parámetros Analizados	110
8.4.	Selección por Sección Operativa.....	111
8.5.	Transporte en Planta.....	115
9.	Balance de Línea	116
9.1.	Proyección de Ventas	116
9.2.	Stock de Seguridad.....	117
9.3.	Puesta en Marcha	118
9.4.	Ritmo de Trabajo.....	118
9.5.	Producción por Unidad de Tiempo	119
9.6.	Balance de Producción	120
9.7.	Evolución del Proyecto	123
9.8.	Requerimientos Adicionales	125
9.9.	Organización de la Mano de Obra.....	130
10.	Control de Calidad	139
10.1.	Exigencias de la certificación.....	139
10.2.	Control Interno	142
10.3.	Análisis estadístico.....	146
	Consecuencias de una mala calidad.....	146
11.	Tratamientos.....	147
11.1.	Desperdicios	147
12.	Layout.....	148
12.1.	Diseño de Layout	149
13.	Localización de la Planta.....	153
13.1.	Macro-localización.....	153
13.2.	Micro-localización	156
14.	Cadena de Abastecimiento.....	164

14.1.	Logística de Aprovisionamiento	165
15.	Packaging	166
15.1.	Palets	166
16.	Logística de Distribución	169
16.1.	Transporte desde Fábrica a Puerto	169
16.2.	Transporte desde puerto argentino hacia puerto italiano	171
16.3.	Cronograma de transporte de planta al puerto	176
17.	Resumen Proyección de Cantidades	180
18.	Marco Legal	181
18.1.	Marco Nacional	181
18.2.	Marco Internacional	183
18.3.	Impacto ambiental	186
III.	ECONÓMICO-FINANCIERO.....	188
19.	Proyección de Variables Macroeconómicas	188
19.1.	Inflación del Peso Argentino, ARS	188
19.2.	Inflación del Dólar Americano, USD.....	188
19.3.	Tipo de Cambio.....	188
20.	Criterio de Financiación	189
20.1.	Inversiones de Planta.....	189
20.2.	Inversiones de Capital de Trabajo.....	190
20.3.	Préstamo	190
21.	Costos y Gastos y Amortizaciones.....	192
21.1.	Costos de Fabricación	192
Costos Variables	192	
Costos Fijos.....	192	
21.2.	Costos de Sueldos.....	194
22.	Amortizaciones.....	198
23.	IVA.....	200
24.	Cuadro de Resultados.....	203
25.	Balance	205
26.	Flujo de Fondos.....	208
26.1.	WACC.....	208

26.2.	Flujo de Fondos del Proyecto.....	211
26.3.	Flujo de Fondos del Accionista.....	213
27.	Análisis de Punto de Equilibrio.....	215
28.	Resultados y Conclusiones.....	216
IV.	ESTUDIO DE RIESGOS	217
29.	Objetivo del Estudio.....	217
30.	Análisis de Variables.....	217
30.1.	Variables Objetivo.....	217
30.2.	Variables de Control.....	217
30.2.1.	Estructura de Costos.....	217
30.2.1.1.	Precio Transporte Marítimo	219
30.2.1.2.	Precio Transporte Terrestre.....	221
30.2.1.3.	Precio Materia Prima.....	223
30.2.2.	Precio de Pellets	225
30.2.3.	Variables Macroeconómicas	225
30.2.3.1.	Inflación Pesos Argentinos.....	225
30.2.3.2.	Tasa de Cambio.....	227
30.2.3.3.	Inflación Dólares Americanos.....	228
30.2.4.	Otras Variables.....	229
30.2.4.1.	Demanda.....	229
30.2.4.2.	Disponibilidad de materia prima.....	229
30.2.4.3.	Desastres naturales	229
31.	Correlación Entre Variables	230
32.	Análisis “Tornado Chart”	230
32.1.	Valor Actual Neto	231
32.2.	Tasa Interna de Retorno	232
33.	Simulación Montecarlo	233
33.1.	Valor Actual Neto	234
33.2.	Tasa Interna de Retorno	235
33.3.	Período de Repago Descontado.....	238
34.	Opciones Reales	239
35.	Estrategias de Mitigación de Riesgos.....	240

35.1. Tipo de cambio.....	240
35.2. Precio del transporte marítimo	241
35.3. Inflación de moneda argentina	241
36. Resultados de Mitigación de Riesgos.....	243
37. Conclusiones	245
V. CONCLUSIONES	247
VI. ANEXO.....	248
VI.I. Anexo Mercado	248
VI.II. Anexo Ingeniería.....	255
I.IV. Anexo Riesgos.....	256
VII. BIBLIOGRAFIA.....	260

I. ESTUDIO DE MERCADO

1. Contexto General

1.1. Sector Foresto Industrial

La foresto industria, como bien indica su nombre, es la industria dedicada al tratamiento de la madera de los bosques, desde el primer tratamiento que se le hace al tronco talado, hasta la última transformación de su madera. Es importante entonces, lograr la industrialización de todas sus partes con la elaboración de papel y tablas de madera, la generación de energía y las madereras. En este proyecto, en el que el fin último es la producción de pellets para la generación de energía térmica, se hará uso de la parte del tronco que anteriormente se solía desechar y por un largo período de tiempo se le dio muy poco uso: el principal residuo del aserradero, el aserrín.

En Argentina, de acuerdo con datos del 2016 del Ministerio de Agroindustria de la Nación, 33 millones de hectáreas pertenecen a bosques nativos y más de 1.2 millones a bosques que fueron implantados. Los troncos que se utilizan en la industria maderera son los provenientes de los bosques implantados, dado que a los bosques nativos se los conserva y su tala está prohibida. En la Tabla 1 y el Gráfico 1¹ se puede ver que la clase de árbol que más se cultiva son las especies coníferas, entre los cuales se encuentra el pino, principalmente, y, ocupando el segundo lugar, está el eucalipto.

Grupo	Superficie (ha)
Coníferas	788.315
Eucaliptos	261.279
Salicáceas	96.108
Otras	59.614

Tabla 1. Superficie implantada por especie

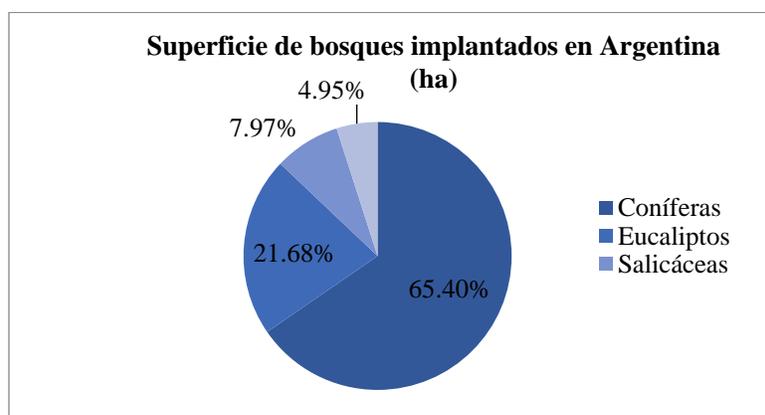


Gráfico 1. Distribución de tipos de bosques implantados en Argentina

¹ Ministerio de Agroindustria (2016). *Datos abiertos Agroindustria: Forestal – Inventario Nacional de Plantaciones forestales*. Recuperado 21 de mayo de 2017: <https://datos.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=ForestalProduccion>

Gran parte de los bosques cultivados han sido generados como consecuencia del sistema de promoción de forestaciones actualmente vigente (Ley 25.080 y su continuación a través de la Ley 26.432), el cual busca incrementar la superficie forestada en la Argentina.

Una de las principales ventajas que tiene Argentina con respecto a otros países productores de madera es la gran productividad que tienen las dos clases principales de árboles implantados en el país. Mientras la primera alcanza una productividad de 33 m³/Ha, la segunda puede tener hasta 43 m³/Ha, mucho mayor que países como Chile, Estados Unidos o Canadá². Las empresas que se encargan de la explotación de estos bosques se dividen equitativamente entre los pequeños productores, las medianas y las grandes empresas con un 30% cada uno, según el MINAGRI. En la Tabla 2 se ven algunas características de la leña de estas dos especies, que serán relevantes para el producto final, fabricado a partir del aserrín.

Característica	Unidad	Especie	
		Eucaliptus	Pino Radiata
Poder Calorífico Inferior	[kcal/Kg]	4.311 - 4.339	4.501
Poder Calorífico Superior	[kcal/Kg]	4.620 - 4.648	4.810
Contenido energético al 20% de humedad	[GJ/m3]	5 - 5,5	4
Densidad	Anhidra³	[Kg/m3]	800
	Básica⁴	[Kg/m3]	623
	Nominal⁵	[Kg/m3]	720
	Aparente	[Kg/m3]	445
Cenizas	[% en peso]	0,25 - 0,45	0,35
Valor Comercial	[\$CL/m3]	24.000	20.000
Humedad	[% en peso]	20 - 60	
Emisiones CO2	[Kg gas/Kg	1,85	
	combustible]		
Emisiones MP10	[Kg/t]	13,5 - 24,7	

Tabla 2. Características de la leña de eucalipto y pino.

Dentro del país, estas empresas y las industrias dedicadas a la actividad forestal se concentran mayoritariamente en el Noreste argentino, principalmente en las provincias de Misiones, Corrientes y Entre Ríos. Allí, existe la mayor parte de la superficie boscosa de la Argentina con

² IERAL (2014) *Una Argentina Competitiva, Productiva y Federal -Actualidad y desafíos en la cadena forestoindustrial*. Gerardo Alonso Schwarz Recuperado el 21 de mayo de 2017 http://www.fundmediterranea.org.ar/images_db/noticias_archivos/2778-Cadena%20forestoindustrial.pdf

³ Anhidra: Masa y volumen al 0% de humedad.

⁴ Básica: Masa seca y volumen a una humedad mayor al punto de saturación de la fibra.

⁵ Nominal: Masa y volumen al 12% de humedad.

una tasa de crecimiento hasta 25 veces mayor a la de los bosques en Europa. En la Tabla 3⁶ se especifica la superficie de bosques implantados que hay en cada provincia, donde se puede ver claramente como las primeras tres provincias poseen el 77.24% de la superficie total cultivada en el país. Además, se especifica para cada provincia la superficie ocupada por las coníferas y los eucaliptos.

Provincia	Superficie total implantada (ha)	Coníferas (ha)	Eucaliptos (ha)
Corrientes	425.987	312.369	107.458
Misiones	352.392	306.592	10.557
Entre Ríos	154.000	20.175	106.281
Neuquén	65.617	63.867	-
Buenos Aires	65.491	27	7.847
Córdoba	37.541	34.165	1.013
Chubut	34.502	33.560	-
Santa Fe	15.036	7	13.619
Jujuy	13.697	2.556	11.000
Rio Negro	11.745	11.069	-
Mendoza	6.197	-	-
Santiago Del Estero	5.069	-	-
Salta	4.638	788	2.963
Chaco	4.162	-	-
Tucumán	3.670	2.804	541
Formosa	2.551	-	-
San Juan	1.743	-	-
La Pampa	824	-	-
Catamarca	290	290	-
San Luis	150	46	-
Santa Cruz	14	-	-

Tabla 3. Superficie de bosques implantados por provincia

1.1.1. Aserraderos

En la Argentina hay más de 2.230 aserraderos distribuidos por todo el país que toman su materia prima de bosques implantados. La industria del aserrado está conformada principalmente por Pymes y las empresas de mayor tamaño solo ocupan un porcentaje relativamente pequeño del total.

⁶ Ministerio de Agroindustria (2016). *Datos abiertos Agroindustria: Forestal – Inventario Nacional de Plantaciones forestales*. Recuperado 21 de mayo de 2017 <https://datos.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=ForestalProduccion>

Se encontrará que esta industria está más desarrollada en el Noreste Argentino que cuenta con un 35.1% del total de aserraderos del país. De la materia prima que se consume, más del 50% se convierte en residuo en un aserradero y alrededor de un 15% del rollizo cortado lo conforma el aserrín. En la Figura 1 se muestra el proceso por el que pasa un rollizo, en qué operaciones se generan los residuos, y que porcentaje representan.

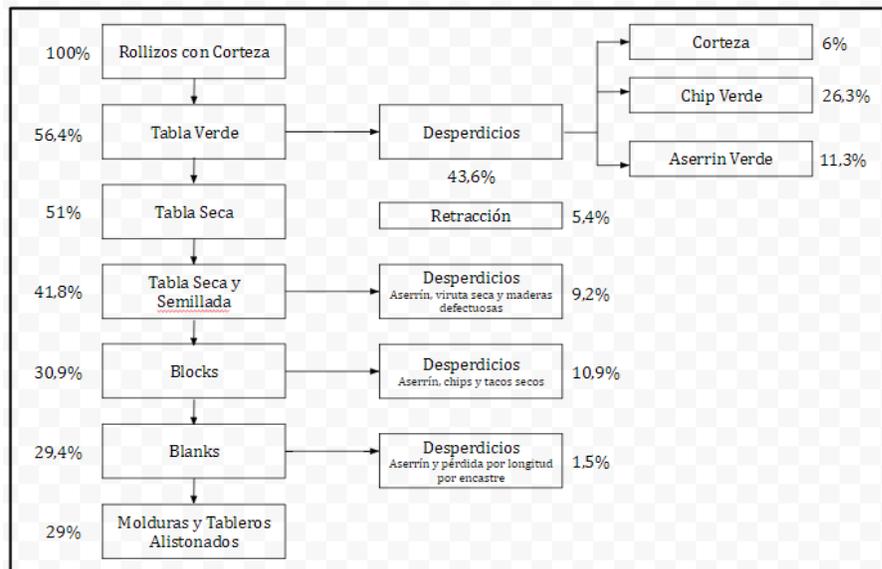


Figura 1. Proceso productivo de un aserradero

Con respecto a la materia prima que se utilizará como base para la producción de pellets, se debe cuantificar la cantidad de residuos generados cerca de la zona donde se instale la fábrica. Para esto, es necesario tener en cuenta, además del volumen o la masa total de troncos que se procesan en los aserraderos, el porcentaje que genera como residuo de aserrín húmedo y seco, y por supuesto, la ubicación de estos aserraderos.

Como se menciona anteriormente y puede verse en la Figura 2⁷, el 15% del tronco es aserrín conformado por un 9% de aserrín húmedo (porcentaje de humedad mayor al 15%) y un 6% correspondiente a aserrín seco. La producción de pellets se puede hacer con cualquiera de ellos, pero para esto hay que asegurarse que el primero pase por un proceso de secado que disminuya su alto contenido de agua para un pellet más eficiente. El aserrín húmedo es el residuo menos valorizado de la cadena forestal, lo que lo hace atractivo dado que su costo es bajo, aunque logística y operacionalmente tenga un costo mayor.

⁷ Cortesía de Empresa Enrique Zeni & Cia



Figura 2. Residuos generados del árbol en la actividad forestal

Consideraciones importantes sobre los aserraderos

El aserrín es un material que hay en gran cantidad y es de bajo costo, sin embargo, su problema principal pasa por el pobre cubicaje que este tiene. El aserrín tiene una densidad muy baja, por lo que, grandes volúmenes equivalen a pocas toneladas. A la hora de su transporte, el limitante de la carga del aserrín desde el aserradero a la planta es el volumen. La carga máxima que se admite en un camión está cerca de las 28 toneladas mientras que lo máximo que se puede cargar de aserrín seco son 12 toneladas. Esto hace que se requieran más camiones para su carga, aumentando el costo de este residuo en temas meramente logísticos y de transporte. Es por esto por lo que los aserraderos que provean el aserrín a la fábrica deben encontrarse a una distancia no mayor a 70 km.

Además, es importante mencionar la estacionalidad que pueden tener los aserraderos, dado, principalmente, por las temperaturas bajas del invierno. Los procesos que requieren del uso de una caldera en invierno utilizan más residuos forestales para su funcionamiento, por lo que la disponibilidad de materia prima puede llegar a disminuir en esta época. También es relevante mencionar el hecho de que, si los aserraderos secan sus maderas al aire libre, posiblemente tengan un tiempo de secado mucho mayor que en otras épocas del año. En consecuencia, se deberá tener en cuenta esto para considerar la opción del almacenaje con el fin de tener suficiente materia prima que satisfaga la producción estimada.

Aserraderos en Misiones

La mayor cantidad de aserraderos del país se encuentra en Misiones, esto es, porque además de ser la segunda la provincia con mayor superficie forestada es también la que tiene más desarrollada la industria forestal: contando con gran cantidad de aserraderos, cerca de 550 en total, carpinterías y otras industrias de primera y segunda transformación. En el norte de Misiones, en las regiones de Iguazú, Montecarlo, Oberá y Eldorado se concentra la mayor cantidad de aserraderos, y, por lo tanto, donde hay más disponibilidad de materia prima para la fabricación de pellets. Además, en los departamentos de Iguazú y Montecarlo se encuentran los aserraderos más grandes, de los cuales hay 10 que manejan volúmenes mayores a 7.000 toneladas de madera mensuales, y en el resto de la provincia el 90% de los aserraderos maneja volúmenes menores a 700 toneladas. Se puede ver en la Tabla 4 y reflejado en la Figura 3 el volumen mensual de aserrín que tienen como residuo los aserraderos por cada región. En total, en toda la provincia se procesaron en 2014 cerca de 4 millones de toneladas de rollizos de pino, ya que, las plantaciones de eucalipto en esta provincia son casi nulas.

Localidades	Participación en el total (%)	Aserrín (t/mes)
25 de Mayo	2,33	1.243
Apostoles	0,86	457
Cainguas	2,76	1.474
Candelaria	1,56	832
Capital	1,14	606
Concepción de la Sierra	0,93	494
Eldorado	5,90	3.147
Gral. Manuel Belgrano	1,0	558
Guaraní	2,0	1.111
Iguazú	44,57	23.790
L. N. Alem	1,31	697
Libertador Gral. San Martín	2,52	1.343
Montecarlo	23,89	12.750
Oberá	6,27	3.347
San Ignacio	1,92	1.022
San Javier	0,62	329
San Pedro	0,32	171
Total general	100,00	53.377

Tabla 4. Participación y producción mensual de aserrín por departamento de Misiones

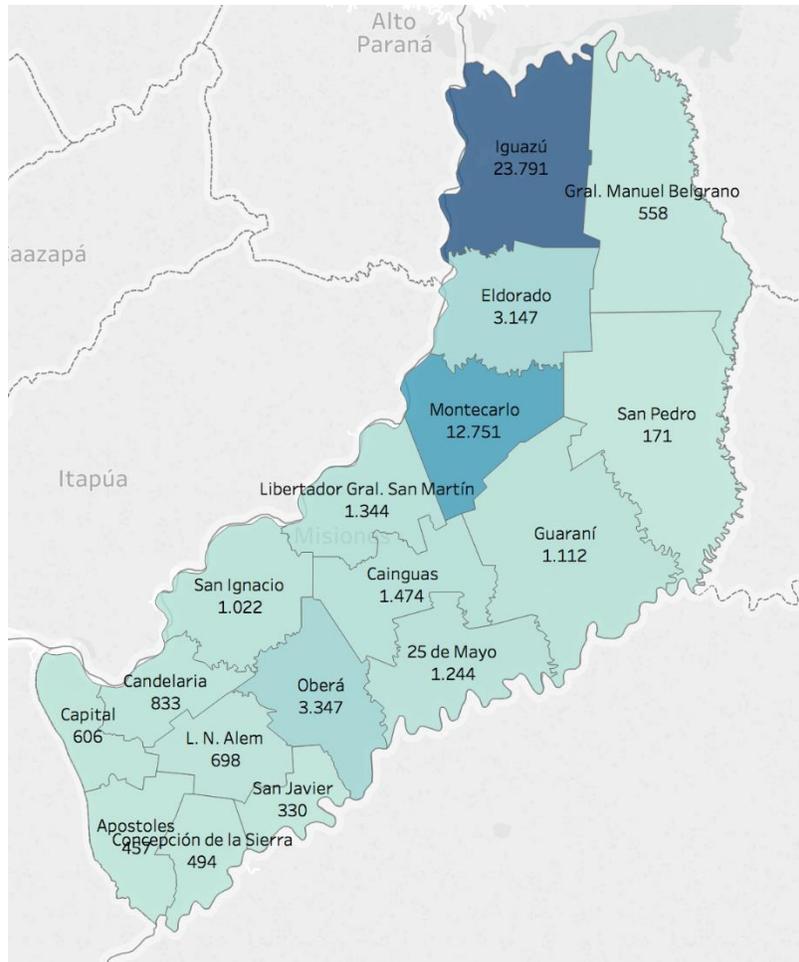


Figura 3. Mapa de producción mensual de aserrín por departamento en Misiones

Misiones es la provincia que se encuentra más al norte por lo que, habrá que tenerlo en cuenta a la hora de calcular distancias al punto de venta. Asimismo, es en esta en donde se hallan instaladas tres plantas competidoras de pellets de madera. Estas son Lipsia SA, GP Energy y Maderas de la Mesopotamia, que competirán también por el acceso a la materia prima disponible.

Aserraderos en Corrientes

Corrientes es, actualmente, la provincia con mayor superficie utilizada para el cultivo de árboles, con 450 mil hectáreas de bosque implantado. Sin embargo, por el bajo desarrollo de la industria forestal en esta provincia, el 80% debe ser comercializado a otras provincias más desarrolladas en ese aspecto, como lo son Misiones y Entre Ríos. La industria forestal en Corrientes está conformada por 2568 aserraderos, 313 carpinterías y 12 impregnadoras y se consume en ellas 1,99 millones de toneladas anuales de materia prima. La mayor cantidad de

⁸ Ministerio de Producción, Trabajo y Turismo de Corrientes (2013), *Informe Técnico estadístico de difusión de censo* no publicado.

⁹ APEFIC -Asociación Plan Estratégico Foresto Industrial Corrientes. Datos del 2015 otorgados por Ing. Francisco José Torres Cayman - *Gerente de APEFIC*.

aserraderos, cercano a un 60% del total, son aserraderos pequeños con un máximo de 500 toneladas por mes, el 25% de los aserraderos procesan hasta 1.400 toneladas mensuales y el resto son aserraderos grandes con un nivel de procesamiento mayor¹⁰. Además, es importante resaltar que son pocos los aserraderos que cuentan con sus propias forestaciones, y menos aún, los que comercializan sus desechos, acercándose a unas 480 mil toneladas anuales de residuos de aserraderos que no se están utilizando. En la Tabla 5 y la Figura 4 se especifica la cantidad de aserrín producido por mes en cada departamento.

Departamentos	Cantidad de aserraderos	Participación (%)	Aserrín (t/mes)
Bella Vista	8		87
Capital	8	2,13	524
Concepción	47	2,69	5.841
Curuzú Cuatiá	-	-	
Empedrado	-	-	
Esquina	4	6,43	1.586
General Alvear	3	0,26	64
General Paz	3	0,34	83
Goya	11	0,00	
Itatí	1	0,00	
Ituzaingó	32	6,92	1.705
Lavalle	11	0,61	151
Mburucuyá	4	0,65	161
Mercedes	N/A	N/A	N/A
Monte Caseros	31	11,67	2.877
Paso de los Libres	4	1,77	437
Saladas	17	2,43	600
San Cosme	6	0,00	1
San Luis del Palmar	-	-	-
San Martín	5	1,27	313
San Miguel	5	2,18	537
San Roque	5	1,09	269
Santo Tomé	51	38,21	9.421
Sauce	-	-	-
Total	256	100,00	24.655

Tabla 5. Cantidad de aserraderos y producción mensual de aserrín por departamento relevado durante el Censo 2012

¹⁰ Ministerio de Agroindustria. (s.f.) Características de la Región Corrientes <http://forestindustria.magyp.gob.ar/archivos/informacion-por-region/corrientes.pdf>

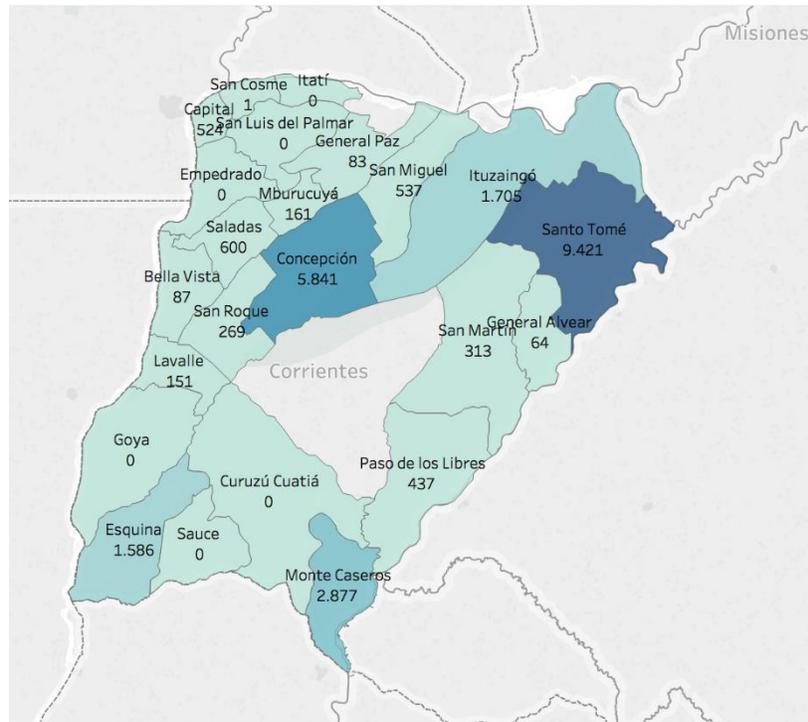


Figura 4. Mapa de producción mensual de aserrín por departamento en Corrientes

Corrientes tiene mucha capacidad para crecer en esta industria, sin embargo, las regulaciones actuales y las condiciones de la provincia en materia de infraestructura, como el acceso a energía y transporte, hace que sea más difícil su desarrollo. La disponibilidad de aserrín es mayor en el noroeste de la provincia, en el departamento de Santo Tomé, dado que están la mayor cantidad de aserraderos asentados y con alta capacidad de producción.

Aserraderos en Entre Ríos

Entre Ríos es la tercera provincia con mayor superficie forestada en la Argentina, y también cuenta con más de 200 aserraderos establecidos en la costa este de la provincia. La gran mayoría se encuentran concentrados en los departamentos de Federación, Concordia y Colón con 94, 71 y 39¹¹ aserraderos instalados respectivamente. Por más que su capacidad de producción varía, y más del 50% son aserraderos pequeños con una capacidad máxima de 2.000 toneladas anuales, al hallarse dentro de un radio cercano, lo hace una ubicación favorable para la instalación de la planta productiva de pellets de madera.

En Entre Ríos la especie más preponderante es la del Eucalipto y, en segundo lugar, el pino. Además, es relevante mencionar que esta provincia importa desde Corrientes entre un 30 y 40% de troncos de pino que también son tratados en los aserraderos.

¹¹ Ing. Ftal Leonel Harrand Ing. & Ftal Ciro Mastrandrea (2009) *Cadena Foresto Industrial de la Provincia (Entre Ríos)* (2009) Recuperado el 21 de mayo de 2017 http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-harrand_mastrandrea_2009_cadena_foresto_industrial_.pdf

Los aserraderos tratan, anualmente, cerca de 1,4 millones¹² de toneladas de rollizos de pino y eucalipto, del cual, como se ha dicho antes, un 15% de estos conforma la materia prima apta y necesaria para la producción de pellets de madera. Se alcanza entonces un valor cercano a las 200.000 toneladas anuales de aserrín para desechar. Aunque algunos aserraderos comercializan parte de los desechos, muchos otros no lo hacen. Estos queman los desechos al aire libre lo que es, además de ineficiente, un procedimiento altamente contaminante y costoso. En la Figura 5 se visualiza la zona donde se encuentra el mayor volumen de materia prima para la fabricación de los pellets, con el detalle de la disponibilidad mensual de aserrín que se encuentra en esta región como se especifica también en la Tabla 6¹³.

Departamento	Participación (%)	Aserrín mensual (t/mes)
Concordia	41,64	6.907
Colon	20,68	3.430
Federación	37,68	6.251
Total	100,00	16.588

Tabla 6. Cantidad de aserraderos y producción mensual de aserrín por departamento en Entre Ríos

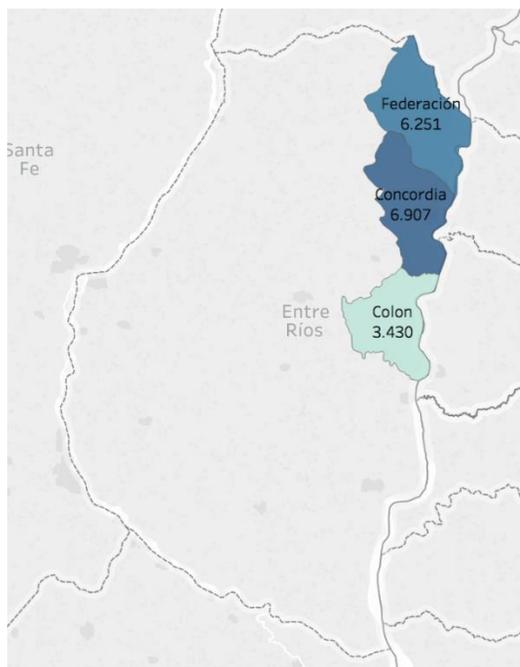


Figura 5. Mapa de producción mensual de aserrín en departamentos de Federación, Concordia y Colón en Entre Ríos

¹² Ministerio de Agroindustria (2014). *Datos abiertos Agroindustria: Forestal – Extracciones Forestales*. Recuperado 21 de mayo de 2017 <https://datos.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=ForestalProduccion>

¹³ Elaboración propia en base a Cadena Foresto Industrial de la Provincia (Entre Ríos) (2009) Ing. Ftal Leonel Harrant Ing. & Ftal Ciro Mastrandrea

1.1. Mercado actual de pellets de madera

Las empresas más importantes presentes en Argentina de pellets de madera son seis, todas ubicadas en Misiones, Corrientes y Entre Ríos, aunque el enfoque que se le da a sus clientes varía mucho una de la otra. Los principales tipos de clientes actuales son hogares, edificios, industrias y el mercado de consumo masivo. Dentro del país hay una tendencia de los productores a buscar mercados en regiones cercanas a la fábrica en el NEA¹⁴ y el Litoral. Este radio de posibilidades se calcula con un precio techo que se impone en relación con el precio del gas licuado de petróleo y el porcentaje de ganancia que se desee obtener. El resto serán los costos de materia prima, fabricación y transporte, el cual depende de la distancia al cliente.

1.1.1. Mercado interno

Mercado de uso doméstico

Este mercado es el de uso de los pellets como fuente de energía para la calefacción en el hogar. Es, sin embargo, una parte del mercado que está poco desarrollada en la Argentina ya que, para poder quemar el pellet, se necesita una caldera apta para esto, lo que implica, de base, una inversión inicial que puede ir de 1000 a 3000 USD¹⁵. Asimismo, por más que el precio del combustible sea menor, lo que supone un periodo de repago relativamente corto, las subvenciones otorgadas en los últimos años al sector energético hicieron que este tiempo se extendiera sin justificarse del todo la inversión.

Hay regiones de especial interés en el que los consumidores potenciales se encuentran en regiones centralizadas y se puede facilitar la logística al mercado en relación con la venta a clientes aislados. Esto toma especial importancia en las etapas iniciales de desarrollo de mercado domiciliario.

Mercado de hoteles y servicios

Este grupo de consumidores de pellets son quienes usan el producto en hoteles y edificios para calefacción de agua con diversos usos: sanitaria, calefacción por radiadores o piscinas. Son el segundo grupo de interés representando mayor posibilidad de compra de calderas como así también mayor consumo de pellets. Dentro de este sector los hoteles han tenido una tasa de adopción importante en la zona de Puerto Iguazú, principalmente influenciada por el desarrollo de la empresa Lipsia. Ésta presenta un modelo de negocios en el que se facilita el traspaso a esta tecnología, teniendo como socios estratégicos a diferentes industrias fabricadoras de calderas.

Mercado de industrias

Hay tres tipos de industrias de interés: en primer lugar, se encuentran las que utilizan combustible líquido durante todo el año, por lo que en este caso se deberá realizar la adaptación de las parrillas y quemadores de la caldera. También hay industrias que utilizan biomasa no renovable para sus procesos, en el mismo la adaptación será incluso menor, teniendo que modificar solamente los quemadores. Un tercer tipo son las industrias que tienen acceso al gas natural, pero tienen carácter interrumpible, teniendo que abastecerse de otras fuentes en los meses que el consumo residencial aumenta por encima de los valores disponibles.

¹⁴ Noreste Argentino

¹⁵ Estimación del precio de una caldera apta para pellets de la empresa ZENI.

Este es el mercado que se trata de desarrollar con mayor fuerza. Un nicho es el de las empresas de ladrillos cerámicos. En este rubro se requiere calentar los ladrillos en un horno que debe tener una temperatura determinada para no generar picos térmicos y afectar la calidad del producto. Es por eso por lo que en este segmento se valora de forma extraordinaria la uniformidad del poder calorífico característico del pellet, que siempre presentará porcentaje de humedad limitado entre el 10 y 12%.

Se ha captado a las yerbateras e industrias del secado de té, estando prácticamente cubierta en la actualidad la demanda. También se está captando a las industrias lácteas para el uso de biomasa renovable, sin estar cubierto el mercado.

Mercado de consumo masivo

Este segmento se desarrolla en un mercado completamente diferente al de energía o calefacción a pesar de tratarse del mismo producto, y variando solo la forma de empaquetado y dirigiéndose al mercado masivo. Se encarga de reemplazar a las camas sanitarias que se utilizan para los animales, especialmente para los gatos y aves. Los puntos de venta se encuentran en supermercados, veterinarias y almacenes en los centros urbanos y se vende en precios superiores. También se vende a productores avícolas para el caso de cama aviar. El mercado está en etapa de desarrollo, pero no se realizará el análisis pertinente ya que se tomó un enfoque en el que el pellet se utilizará con fines energéticos.

1.1.2. Mercado externo

La empresa Enrique Zeni & Cia, desde su constitución ha sido pensada para la exportación de pellets a Italia, sin embargo, la tendencia del resto de las empresas nacionales es la de vender en el mercado local o en menor medida, a países limítrofes.

El mercado externo, sobre todo el europeo, es atractivo porque ya está desarrollado y se encuentra en etapas más avanzadas que las que pueden verse en el país. Esto hace que los esfuerzos de desarrollo de clientes sean inferiores. Por otro lado, hay países que no presentan subvenciones a la energía y es por eso por lo que el beneficio por consumir pellets es más significativo.

En cuanto a la categorización de los consumidores finales de pellets, existen dos tipos de usos bien diferenciados: doméstico e industrial. A diferencia del mercado local, el uso doméstico resulta muy popular, principalmente debido al alto costo de la energía (inclusive la red de gas natural) y gracias a los incentivos económicos que los gobiernos europeos aplican para la inversión en calderas de biomasa. Por esto, la adaptación a biocombustibles resulta de mucha menor dificultad en estas regiones. En cuanto al sector industrial, son los países del norte de Europa quienes dedican su consumo mayormente para este uso. Estas son abastecidas principalmente por Estados Unidos.

Cabe destacar que, a nivel internacional, los clientes del negocio propuesto no son directamente los consumidores, sino los distribuidores en el puerto de destino. Sin embargo, será relevante quien es el consumidor final dado que el pellet tiene distintas características en cuanto a su certificación y el embalaje para el traslado según el uso final que este tenga. En cuanto a los tipos de distribuidores se intentará estrechar un vínculo con ellos centrándonos en el tipo de certificación que estos posean y en la distancia a la que se ubiquen del puerto al que se exporta.¹⁶

¹⁶ Se explica en detalle en la sección de *Posicionamiento – Análisis de las 4P* pág. 67

1.2. Mercado potencial de pellets de madera

1.2.1. Mercado interno potencial

En el mercado interno, actualmente, solo se pueden identificar consumidores potenciales de pellets, pero no hay una demanda asegurada. Para poder alcanzar a estos consumidores, hay que desarrollar el mercado apuntando a dos de los segmentos antes mencionados, que se detallarán a continuación.

Calefacción de uso doméstico y comercial

Esta categoría es la que necesita un mayor desarrollo del mercado, dando a conocer el producto y sus posibles beneficios a un nicho de posibles consumidores. Se orienta la búsqueda a regiones de consumidores alejados de la red de gas natural y que estén agrupados en pequeñas áreas en las que pueda haber múltiples adherentes, como es el caso de los barrios privados o las zonas turísticas que presentan una gran concentración de cadenas hoteleras.

Energía térmica para procesos en industrias

Este segmento apuntaría a una fuente de ingresos más constante y abundante. Para esto, se busca conseguir acuerdos legales con empresas que aseguran un porcentaje de ventas con respecto a las ventas totales. El objetivo se fija aproximadamente en que un 70% de los ingresos sea proveniente de empresas. Para poder identificar a una empresa como cliente potencial, esta debe cumplir con ciertas condiciones.

La primera es estar alejada de las regiones de la red de gas natural, combustible con el que el pellet no logra aún competir en precio. Hay, además, clientes estacionales que sí son alcanzados por la red pero que son usuarios interrumpibles, los cuales representarían un aporte en los meses en los que el consumo domiciliario de calefacción alcanza su máxima demanda.

La segunda condición es estar en un radio inferior a 700 km¹⁷ de la planta, ya que un aumento en los costos logísticos de transporte hace que el cliente pierda interés en el producto.

En tercer lugar, se debe estar usando en la actualidad fuente de energía para alimentar las calderas de fuel oil, GLP o leña proveniente de bosques nativos. Las industrias que funcionan a base de fuel oil o el GLP implican una mayor inversión inicial para adaptar la caldera a los pellets, pero cuentan con un gasto muy alto de uso de combustible, lo que les da un rápido repago de su inversión, contando con el ahorro proveniente del consumo de pellets. En el caso de las calderas que funcionan con leña, la inversión será menor y el incentivo es el incumplimiento que estas empresas tienen con la Ley de Bosques Nativos que establece la prohibición de hacer uso de este recurso para la quema.

Una zona que cumple con estas condiciones es el norte de la provincia de Santa Fe. Esta región se encuentra alejada tanto de los gasoductos actuales, como de los proyectados. Además, se considera una ubicación que fácilmente podrá estar a una distancia menor que 700 km de la planta a instalar ya que esta estará, con certeza, establecida en la región del Noreste o Litoral argentino. Es una

¹⁷ Datos obtenidos de consultor de industrias GP Energy, Lare y Lipsia. Este valor es válido para inicio en el mercado en el que los esfuerzos de desarrollo deben estar enfocados. Sin embargo, puede darse el caso en el que los clientes están dispuestos a hacerse cargo de los gastos logísticos para la obtención del producto.

zona que cuenta con múltiples industrias de gran tamaño, tales como Vicentin, Arlei o diferentes industrias alimentarias, con un gran consumo energético y que no tienen acceso al gas natural.

En la región central de Santa Fe en la zona de Esperanza, se encuentra la industria Sadesa, uno de los principales consumidores de GLP¹⁸ de Argentina.

En el NEA y Litoral se busca la asociación con las diferentes yerbateras de la zona, industrias de ladrillos cerámicos e industrias alimenticias.

1.2.2. Mercado externo potencial

Globalmente, se ha comprendido que la generación de energía por fuentes de combustibles fósiles, además de hacer uso de una materia prima que eventualmente se agotará, tiene un alto impacto ambiental negativo. En la Unión Europea, por ejemplo, se ha firmado el Protocolo de Kyoto en el que los países se comprometen a reducir sus emisiones de CO₂ y otros gases que fomentan el efecto invernadero, en un 8% para 2030 con respecto a las emisiones de 1990. Aquí es donde entran en juego las energías renovables y entre ellas la biomasa como fuente de energía eléctrica y térmica, reemplazando a las generadas por combustibles fósiles para poder alcanzar finalmente esa baja en las emisiones.

Demanda en el Mercado Mundial

El uso de biomasa y, particularmente, de pellets de madera está creciendo a nivel mundial de forma significativa. Desde el 2000, año en el que la producción de pellets de madera alcanzaba los 1,7 millones de toneladas anuales, hubo un gran crecimiento, alcanzando en el 2015 un valor de producción de 29,6 millones de toneladas de pellets. Este último valor representa un incremento del 10% con respecto al 2014. En la Figura 6 se muestra comparativamente cómo fue la demanda y la producción de pellets por región en 2014-2015 y el flujo de abastecimiento que hay entre los países en los que la producción supera su demanda y a los que les falta satisfacerla.

Los países europeos son los principales productores y consumidores, atribuyéndoseles alrededor del 80% del consumo mundial (20,3 millones de toneladas registradas en el 2015) y un 50% de la producción. Presentan también, la mayor importación de pellets a nivel mundial, abastecido principalmente por países norteamericanos y en menor medida (pero creciendo) por Rusia y otros países asiáticos. A rasgos generales, se confirma la tendencia de crecimiento, destacando el aumento productivo de países asiáticos y la aparición del mercado latinoamericano representado principalmente por Brasil y Chile. Argentina se encuentra en el sector del resto del mundo con una pequeña porción de los 0,3 millones de toneladas que se produjeron en el 2015.

¹⁸ Ministerio de Energía y Minería. (2017) *Visor SIG*. Recuperado 21 de mayo de 2017 <http://sig.se.gob.ar/visor/visorsig.php?t=2>

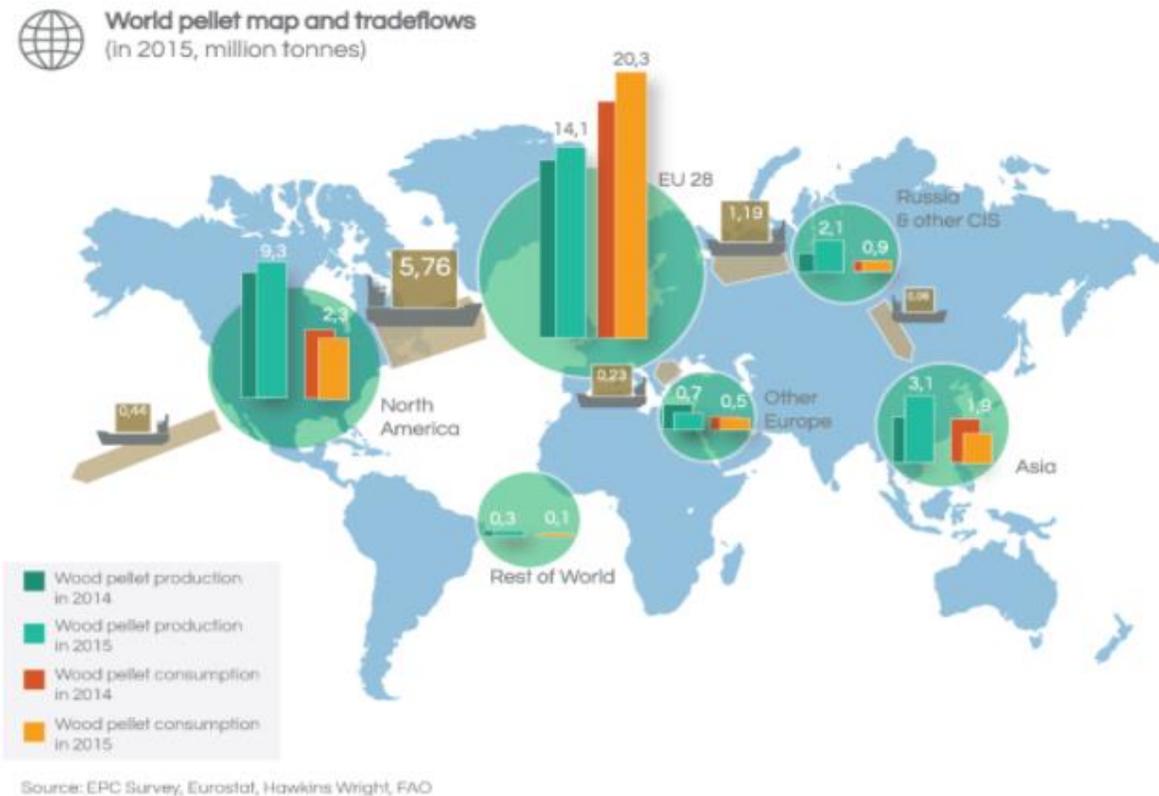


Figura 6. Mapa de flujo de importaciones y exportaciones - Producción y consumo de pellets de madera por región

Usos Internacionales de pellets de madera

Observando la Figura 7 se especifica en qué se divide el consumo para el cual se les da uso a los pellets de madera, siendo la generación de energía térmica un 64% del consumo mientras que la generación de energía eléctrica es tan solo un 36%. Además, la generación de energía térmica se divide, por un lado, en la calefacción para uso doméstico (42,2%), calefacción para procesos industriales (15,7%) y en plantas combinadas de producción de potencia y calor (6%). Siendo el uso doméstico el de mayor relevancia y al que se apuntará a satisfacer. Luego, en la Figura 8 se encontrará dividido como es el consumo de cada país con respecto a la energía térmica, siendo Italia el país con mayor consumo de los pellets de madera alcanzando 3,1 millones de toneladas anuales y donde el uso doméstico representa más de un 90% del total. Italia es el país europeo donde más desarrollado está el mercado de calderas para biomasa y el consumo de pellets como combustible. Luego, Alemania se encuentra en segundo lugar con un consumo que alcanza los 2,3 millones de toneladas anuales, con un alcance más equitativo al mercado de las industrias y doméstico y, en tercer lugar, Dinamarca, donde las industrias combinadas de generación de potencia y calor se llevan la mayor parte.

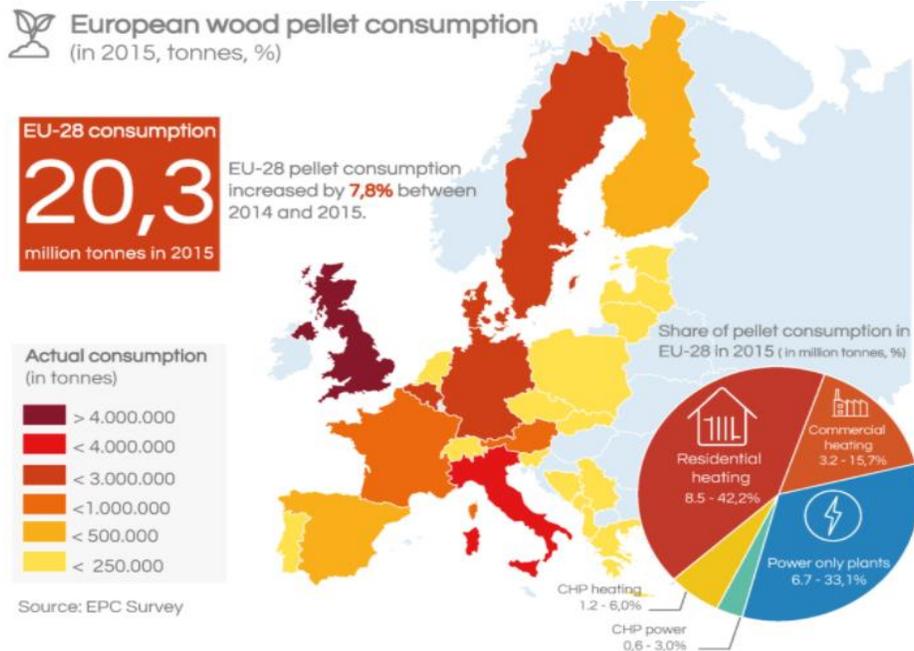


Figura 7. Consumo de pellets de madera y su uso

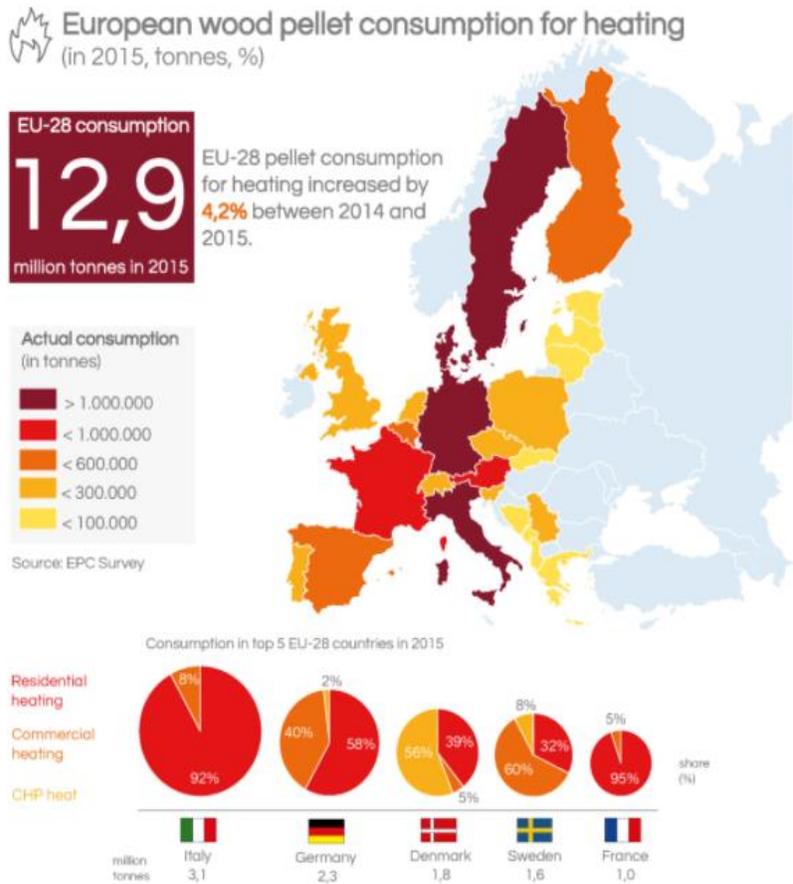


Figura 8. Consumo de pellets para generación de calor en Europa

Precio

En cuanto al precio de venta de los pellets de madera en el mercado global se considerará a la nueva fábrica como tomadora de precios del exterior. Actualmente, la tonelada de pellet de aserrín tuvo en 2016 un precio CIF de 171 euros comercializado en bolsas de 15 kg.

1.3. Competidores

1.3.1. Competencia a Nivel Local

A nivel nacional, hoy la fabricación de este producto está a cargo, fundamentalmente, de seis empresas. Ellas son Enrique Zeni & Cia SA, Lipsia SA, Lare SA, Zuamar SA, Maderas de la Mesopotamia SA y GP Energy SA¹⁹. Estas acaparan aproximadamente el 98 % de la oferta del mercado, hay otras de menor tamaño, pero con volúmenes muy inferiores al de las empresas mencionadas. La capacidad de producción actual en la Argentina es de 110.000 toneladas anuales, aunque sólo se está produciendo un tercio del total.

Enrique Zeni & Cia SA se dedica a la forestación, y posee variedad de productos disponibles en el mercado, entre los que se encuentran los pellets de madera. Su capacidad productiva de pellets es de 1.500 t/mes. Se encuentra ubicada en la provincia de Corrientes, sobre la Ruta Provincial 12 y a 600 km de Buenos Aires, está a una distancia relativamente cercana al puerto de Buenos Aires, punto fundamental para ellos dado que el 90% de su producción se destina a la exportación a Italia.

Lipsia SA tiene una planta productiva de pellets 4.500 t/mes y se encuentra ubicada en Puerto Esperanza, a un lado de la Ruta 12, a 1.200 km de Buenos Aires. También posee actividades forestales y se encarga del mercado de pellets cautivado en el Alto Paraná, centrándose en la venta domiciliaria y en todos los hoteles de la zona de Puerto Iguazú. Su estrategia de mercado consiste en una solución integral. Además del abastecimiento periódico de pellets, se encarga de la venta de las calderas y estufas para utilizarlos. Esto lo realiza mediante acuerdos con diferentes empresas de tecnología de calderas tales como Palazzetti, Oka fen, Pelltech y Heizomat.

Zuamar SA está ubicado en el Parque Industrial de Santa Rosa, en Concepción, Corrientes, a 890 km de Buenos Aires. La empresa está dedicada a la fabricación de pellets y de briquetas y apuntan tanto a la industria, como al mercado domiciliar y consumo masivo.

Maderas de la Mesopotamia SA es una de las industrias que conforman el London Supply Group y se encuentra en la zona franca de Puerto Iguazú, provincia de Misiones, a 1.280 km de Buenos Aires. Los pellets se venden en big bags para grandes consumidores o en bolsas de 2 kg para el consumo masivo veterinario y bolsas de 15 kg para los consumidores domésticos.

LARE SA es la empresa con mayor capacidad de producción, sin embargo, no trabaja a capacidad plena y actualmente se desconoce su producción. Está ubicada en Concordia, Entre Ríos, a 450 km de Buenos Aires. Cuentan con una estrategia centrada en mostrar la conveniencia económica del producto para la industria y también poseen su gama de productos de cama sanitaria.

¹⁹ Ver Mapa Anexo 1. Ubicación de plantas de competidores nacionales

GP Energy tiene una producción actual de 400 toneladas mensuales y se encuentra en Capioví, provincia de Misiones, a unos 1.100 km de Buenos Aires. Sus clientes principales (referidos al mercado energético) implican las fábricas de ladrillos cerámicos de la región.

1.3.2. Competidores a Nivel Internacional

El mayor productor mundial de pellets es la Unión Europea. Dentro de ésta, los países con mayor producción son Alemania, Suecia, Letonia, Estonia, y Austria. Otros grandes productores en el mundo son Norte América (Estados Unidos y Canadá), China, Oceanía y América del sur, como puede observarse en el Gráfico 2.²⁰

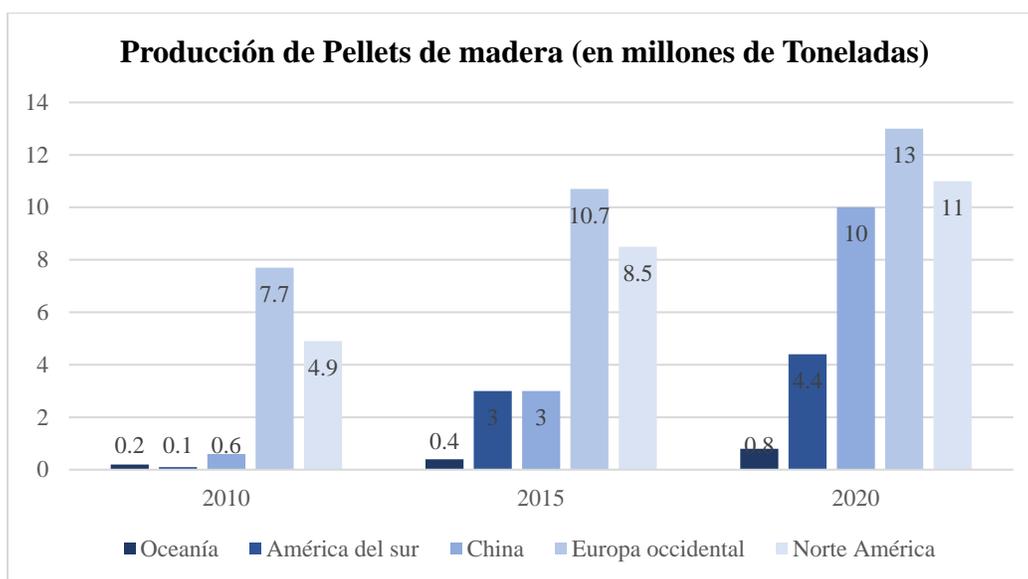


Gráfico 2. Producción de pellets de madera por región; 2010, 2015 y 2020 (proyectado).

Sin embargo, la conveniencia de exportar está fuertemente ligada al consumo local, dado que en la mayoría de los países productores es más rentable vender a nivel local. Esto es posible en los casos en donde existe una demanda insatisfecha que atender. Caso contrario, los productores decidirán exportar sus pellets. A continuación, se presenta el Gráfico 3²¹ en dónde puede compararse el consumo de pellets de madera por región, a nivel mundial.

²⁰ Statista (2015) Wood pellet production (million metric tons).

²¹ Statista (2015) Wood pellet consumption (in million metric tons)

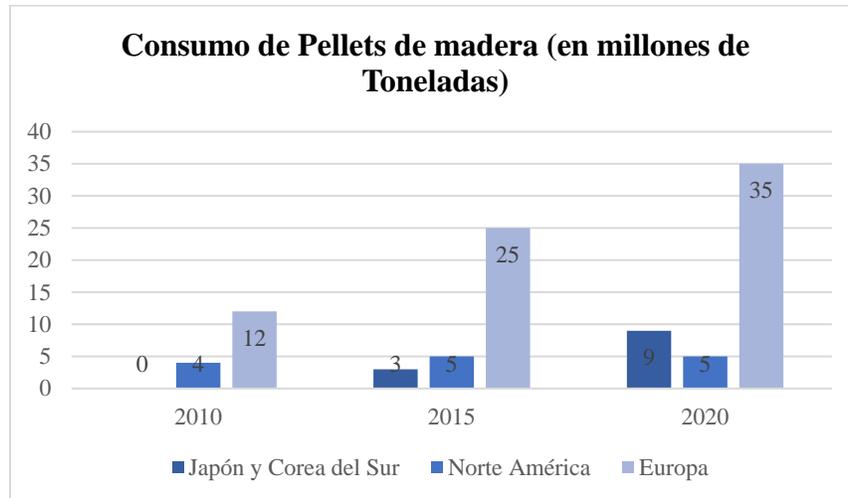


Gráfico 3. Consumo de pellets de madera por región alrededor del mundo; 2010, 2015 y 2020 (proyección).

Como puede verse, Europa es el mayor productor y también consumidor. Su consumo es mayor a su producción, por tanto, se ve la necesidad de apoyarse en las importaciones. Caso contrario es el que sucede en Estados Unidos, en donde su consumo es menor a su producción, por lo que, consecuentemente, exporta.

Las causas por las cuales Europa es el mayor consumidor de pellets de madera son muchas, de las cuales, se destacarán dos. Por un lado, el compromiso por reducir las emisiones de CO₂, lo que tuvo como consecuencia una serie de políticas en países de la Unión Europea que incentivan el uso de combustibles renovables. Por otro lado, los altos precios del gas y otros sustitutos de la biomasa hacen que los consumidores europeos busquen otras alternativas. El tipo de consumo (residencial o industrial) varía entre países de la Unión Europea²².

Como se mencionó anteriormente, en base a los consumos y producciones de cada país se pueden sacar conclusiones sobre el nivel de exportación (Gráfico 4 y 5²³) e importación de cada uno. A continuación, se muestran datos del 2015²⁴ sobre dichos aspectos de los principales países del mercado global.

²² Ver Figura 7. Consumo de pellets de madera y su uso

²³ Statista (2015) Export volume of wood pellets globally in 2015, by major country (in 1,000 metric tons)

²⁴ Statista (2015) Wood pellets imports in 2015 (in million metric tons)

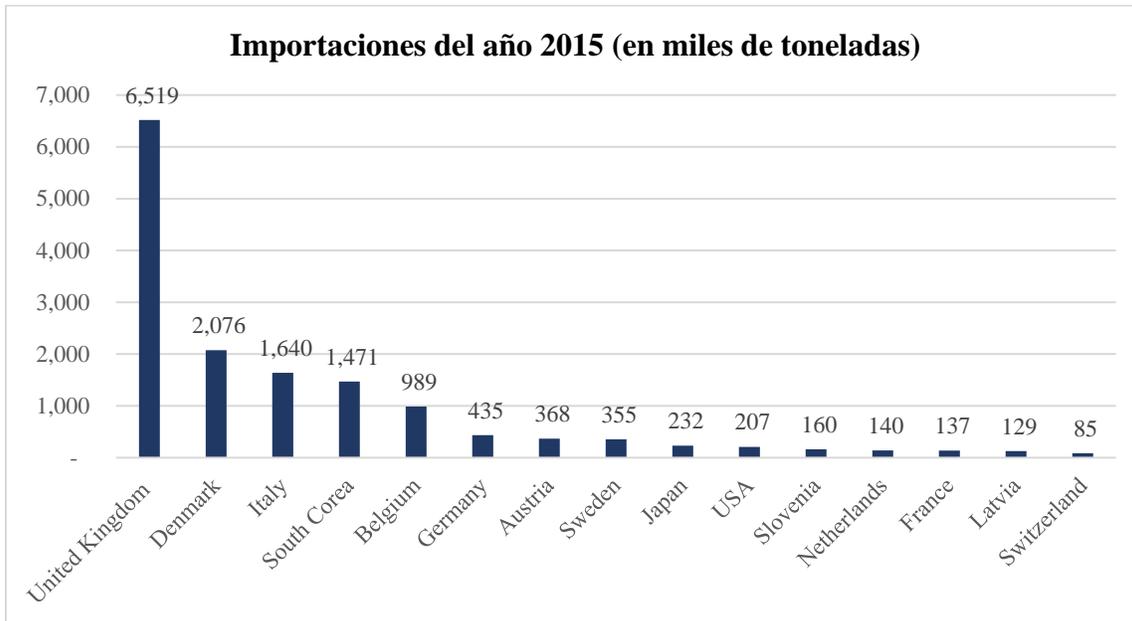


Gráfico 4. Principales países importadores de pellets de madera al 2015

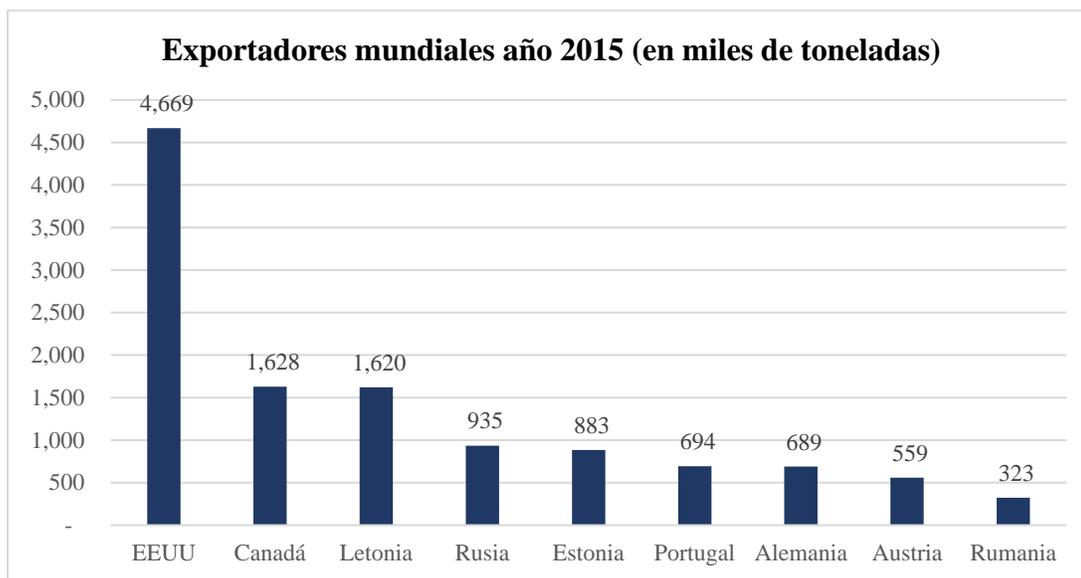


Gráfico 5. Principales países exportadores de pellets de madera 2015

Estados Unidos y Canadá orientan sus exportaciones fundamentalmente a la zona norte de Europa, tanto a Reino Unido como Dinamarca quienes son los principales importadores. Estos países utilizan mayoritariamente los pellets para consumo industrial y generación de energía eléctrica. En el caso de Italia, importa fundamentalmente de países dentro de la Unión Europea como lo son, en primer lugar, Austria, y luego se encuentran Alemania y Croacia. Esto sucede porque dentro de la UE la demanda no se puede considerar homogénea y hay países como Austria que tienen un bajo

consumo de pellets y exportan su excedente, casi en su totalidad, a Italia²⁵. Italia consume principalmente pellets para el uso doméstico de calefacción. Como se menciona anteriormente en la sección de Mercado Externo Potencial y se desarrollará a lo largo del trabajo, será Italia a donde se decidirá exportar por lo que habrá que tener en cuenta quienes son los principales exportadores a este país.

En primer lugar, cabe destacar que los países dentro de la Unión Europea cuentan con una evidente ventaja entre ellos debido a la cercanía geográfica y a acuerdos de comercio entre países, por lo que resulta relevante saber las capacidades de producción de cada país y la cantidad de productores en cada uno. A continuación, se detalla en la Figura 9 un mapa de Europa con información acerca de la capacidad de producción y la cantidad de plantas en operación al año 2013.

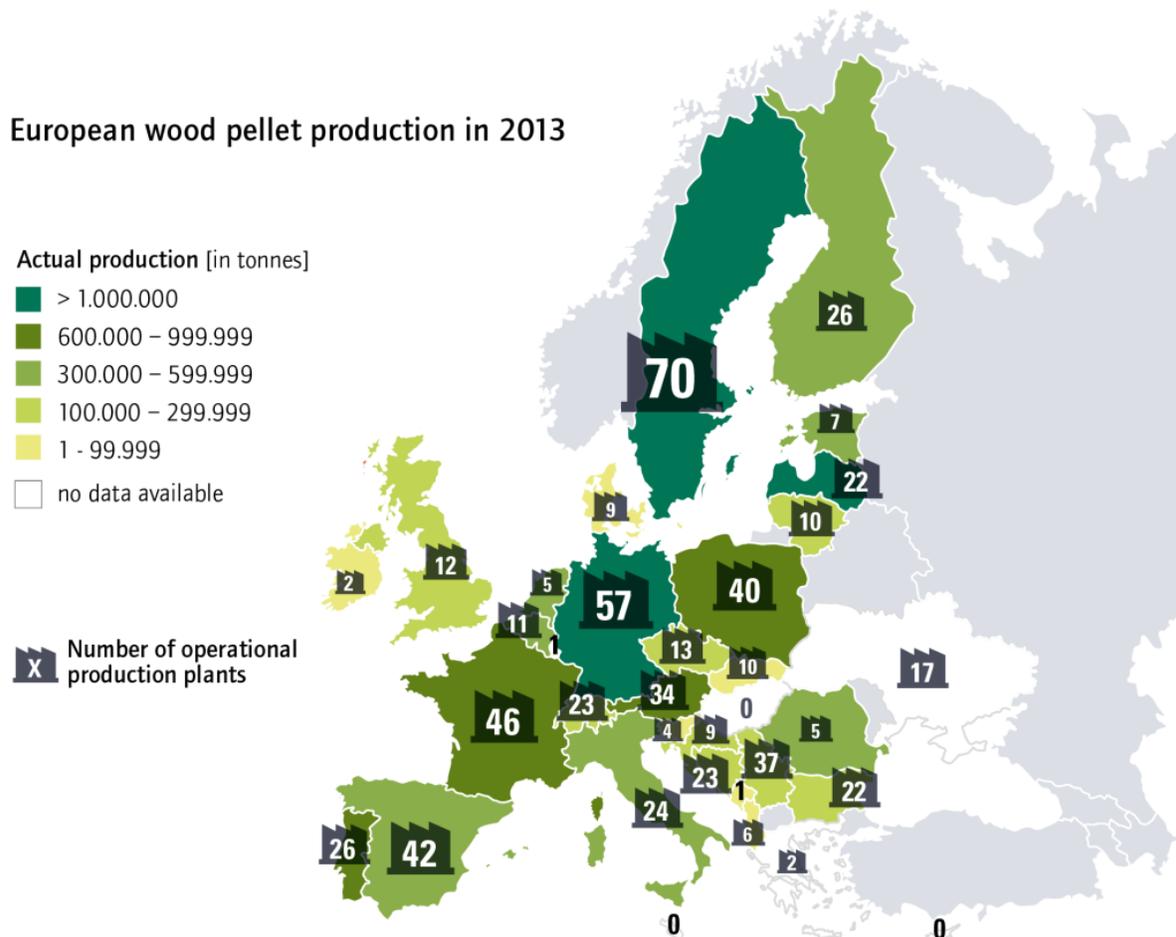


Figura 9. Principales productores con cantidad de plantas en operación de pellets de madera en 2013

Al poner el foco en Italia, se considerará competidor a cualquier país desde el cual este importe. Es en el Gráfico 6 se ve cuáles son los principales exportadores en los que se destaca, como se menciona antes, Austria, con un número que cuadruplica el del resto de los productores. La ventaja principal de este país es la cercanía entre ellos ya que son países limítrofes.

²⁵ C. Schlagitwei. (comunicación personal, 2 de mayo, 2017) – Propellets Austria

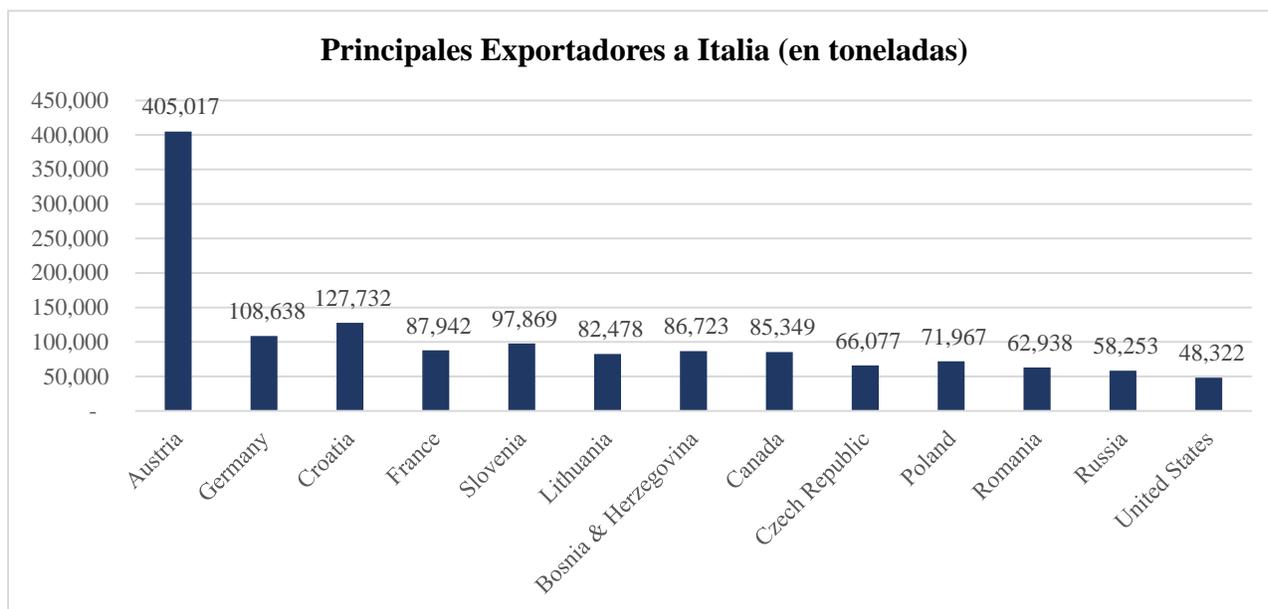


Gráfico 6. Principales exportadores Italia por toneladas, año 2015

1.4. Productos sustitutos

1.4.1. Productos Sustitutos en el Mercado Local

Los productos sustitutos de los pellets de aserrín son a grandes rasgos, cualquier elemento que se puede quemar y transformar su energía química en térmica. Esto se debe a que los pellets de madera son utilizados para quemar en calderas para generación de energía eléctrica o en calderas y estufas para calefacción. En Argentina hay dos grandes productos sustitutos en cuales centralizarse.

El primero es el gas licuado de petróleo (GLP), comúnmente conocido como garrafas de gas, utilizadas principalmente en las zonas donde la red de distribución de gas no está presente. En Argentina hay un total de 13 millones de hogares, de los cuales solamente 8,5 millones tienen acceso a la red de gas, lo cual significa que el 34,6% de los hogares consumen GLP para calefacción y cocina.

El GLP se vende en garrafas de 10, 12 y 15 kg y cilindros de 30 y 45 kg. Los cilindros se deben utilizar únicamente en exteriores mientras que las garrafas son para uso interior. Usualmente, se utilizan los cilindros en zonas de bajas temperaturas dado que contienen el gas propano que tiende a gasificarse a temperaturas menores a -45°C .

Las industrias consumen GLP a granel, se transporta hasta la planta de producción y luego se inyecta y guarda dentro de cilindros, comúnmente conocidos como chanchas.

Los poderes caloríficos del Butano y el Propano y sus temperaturas de gasificación se muestran en la Tabla 7.

Tipo de GLP	Poder Calorífico (kcal/kg)	Temperatura de gasificación (°C)
Butano (C ₄ H ₁₀)	12.300	Mayor a 0
Propano (C ₃ H ₈)	11.900	-45

Tabla 7. Poder calorífico y temperatura de gasificación del butano y el propano

Es importante destacar que los precios del GLP son elevados, con un aumento del 38,5% del precio rigiendo desde abril de 2017. A continuación, en la Tabla 8 se encuentran los precios de los distintos tamaños.

Tipo de contenedor GLP	Tipo de GLP	Precio (\$/unidad)
Garrafa 10 kg	Butano	134,38
Garrafa 12 kg	Butano	161,26
Garrafa 15 kg	Butano	201,58

Tabla 8. Precios de GLP para mayo 2017 (\$ ARS)

Los precios dentro de la Tabla 8 no tienen en cuenta los subsidios del Programa Hogar del Anses. Estos subsidios se otorgan a hogares de bajos recursos que residen en zonas sin servicio de gas natural por red o que no estén conectados a la red domiciliaria. El hogar debe percibir un ingreso menor o igual a dos veces el salario mínimo vital y móvil (tres si en el hogar reside un familiar discapacitado o se trata de viviendas sociales o comunitarias). Para los hogares que cumplen con las características, el precio final con IVA incluido es de 20 \$/unidad en las garrafas de 10 kg. Sin embargo, se limitan la cantidad de garrafas que se pueden obtener con el subsidio de acuerdo con la cantidad de personas viviendo en el hogar y la zona del país donde se habita.

En la industria no se dispone de subsidios sociales y por lo tanto el precio del GLP está regido por el precio que coloca el gobierno. Al precio de venta del productor, el distribuidor le agrega un margen de aproximadamente 50%. La mayoría de las pequeñas plantas deben comprar al precio del distribuidor dado que no tienen la escala para comprarle directo al productor. Actualmente el GLP es consumido en la mayoría de las industrias que están por fuera de la red de gas natural. Es necesario hacer una adaptación de quemadores a parrillas en las calderas industriales para pasar del quemar GLP a quemar pellets de madera.

El segundo producto sustituto es el fuel oil, no utilizado en el uso doméstico, pero uno de los favoritos para el uso industrial dado su bajo precio respecto del gas natural y del GLP. Este es un combustible líquido con alta viscosidad, que debe primero calentarse para poder ser introducido en las cañerías. Así como con el caso del GLP, el fuel oil se distribuye a las industrias en camiones, que cargan tanques de fuel oil a la entrada de la planta de producción.

El consumo de fuel oil ha incrementado significativamente desde el 2002, desde un 1% de uso dentro de los combustibles en Argentina hasta llegar a un 16% en el 2016 dado la baja de consumo en gas local y de importación.

Un posible producto sustituto que no está mencionado en las literaturas es la leña del bosque nativo. Actualmente hay muchas empresas que utilizan la leña del bosque nativo como insumo de energía, especialmente las que se ubican cerca de éste en Corrientes, Santa Fe y Misiones. Sin

embargo, la ley nacional Ley de Bosques prohíbe su tala no certificada. Dado que muchas industrias consumen la leña con un origen ilegal, se puede estimar que en algún momento deberán pasar a otro tipo de combustible. Dado que las calderas para quemar leña tienen una parrilla parecida a la que se requiere para el quemado de pellets, el paso de leña a pellets para estas empresas se puede dar sin requerir una gran inversión.

1.4.2. Productos sustitutos en el Mercado Internacional – Italia doméstico

Los productos sustitutos del mercado doméstico italiano son similares a los del mercado argentino. Los mayores sustitutos para la calefacción son el gas natural, el GLP, el gasoil y la leña. A continuación, la Tabla 9²⁶ con los precios por MWh de los sustitutos:

Productos	Costo (€/MWh)
Pellets de madera	53
Gas natural	62
GLP	191
Leña	37
Gasoil	191

Tabla 9. Costo por MWh de cada producto

El gas natural sigue siendo la fuente de energía más utilizada en el consumo doméstico, tanto para cocinar como en calderas y estufas. Dentro del consumo total de combustible para energía, el gas natural representa el 67%. Sin embargo, el consumo decayó a partir del 2010, consecuencia de inviernos más leves y de las iniciativas gubernamentales que fomentan la utilización de calderas más eficientes y más amigables con el medio ambiente. No obstante, entre 2014 y 2015 hubo un leve crecimiento del consumo de gas natural.

Como se puede ver en la Tabla 9, el costo del gas natural por MWh es 17% mayor respecto de los pellets de madera. Dada la baja en la actividad económica, producto de la crisis de 2008, el PBI per cápita de la población italiana ha bajado. Las tendencias de ahorro llevan a que más personas terminen pasándose a calderas y estufas de combustibles más baratos.

El GLP es otro de los productos sustitutos de los pellets de madera. En 2015 el consumo de GLP doméstico en Italia alcanzaba a 7 millones de familias. Sin embargo, es uno de los combustibles más caros para calefacción en Italia. Tal como se puede apreciar en la tabla anterior, el costo del GLP por MWh es el más alto de todos los combustibles, casi cuatro veces mayor que los pellets de madera. Entre los años 2014 y 2015 el consumo de GLP disminuyó en un 14,1%. Esto fue producto de un invierno más cálido y de la baja del poder adquisitivo. De acuerdo con el Ministerio de Desarrollo Económico de Italia, hay más de 700 municipios con redes de tubería de GLP que tienen un alcance de alrededor de 150 mil familias. El resto de las familias son abastecidas por garrafas u cilindros.

Otro producto sustituto en Italia es la leña. Su consumo es muy alto, especialmente en las zonas donde se puede obtener por medios propios. Dentro del consumo de leña, el 78% de las familias utilizan leña obtenida de la tala de árboles de distintas especies. La leña sigue teniendo un costo

²⁶ AIEL (2017) *Mercado Prezzi* Recuperado de 21 de mayo de 2017 <http://www.aiel.cia.it/mercato-prezzi.html>

inferior a los pellets principalmente por el hecho de que no lleva ningún proceso industrial. El factor más importante que genera que las personas sigan utilizando leña es su bajo costo. No obstante, la eficiencia de combustión de la leña está muy por debajo de los valores de los pellets debido a su alto nivel de humedad.

Por último, se presenta en la Tabla 10 la relación entre los pellets de madera con los productos sustitutos teniendo en cuenta el poder calorífico y su eficiencia en la combustión:

Pellets de Madera	Productos sustitutos
1000 kg pellets	500 litros fuel-oil
1 kg pellets	0,5 m3 gas natural
1 kg pellets	0,8 litros GLP

Tabla 10. Relación pellet con productos sustitutos

2. Definición de Negocio y Producto

2.1. Misión y Visión

2.1.1. Misión

Contribuir al cuidado del medioambiente ofreciendo a las fábricas y hogares una manera más sustentable y económica de generación de calor, poniendo a su disposición un producto confiable y de gran potencial.

2.1.2. Visión

Ser una empresa reconocida a nivel internacional en producción de pellets de biomasa por parte de nuestros clientes y todos los grupos de interés relacionados al negocio.

2.2. Definición de negocio

2.2.1. Decisión de localización de la planta²⁷

Para decidir una localización aproximada de la planta se comparan los beneficios de las tres provincias. Al no tener identificado el mercado al cual se apuntará, hay que analizar, cualitativamente, para los dos mercados, cuál será la alternativa más acertada para localizar la planta.

Como se mencionó anteriormente, el sector al que se apunta dentro del mercado local es el de las industrias que no tienen acceso a la red de gas natural, en el Norte de Santa Fe. Se identifican algunas variables que puedan afectar a los costos y a la disponibilidad de la materia prima a conseguir y se les da una puntuación cualitativa para estimar la relevancia de estas en el desempeño de la planta a instalar. La calificación se hará de 1 a 10 considerando que 10 es el que indica el valor más favorable para la ubicación de la planta y 1 el menos favorable.

Mercado interno

Cantidad de materia prima disponible – (20%)

Todas las regiones estudiadas tienen alta disponibilidad de materia prima, suficiente para satisfacer la demanda que se pueda alcanzar en las industrias de la región. Es por esto por lo que, si bien debe considerarse para el análisis, no representará un factor crítico.

Tipos de competidores – (10%)

Cantidad y tamaño de competidores que puedan querer acceder a la misma materia prima, esto disminuirá la disponibilidad para la fábrica que se quiere instalar.

Distancia de los aserraderos al cliente – (40%)

La distancia de los aserraderos limita la ubicación en la cual va a estar la planta. Por lo tanto, esto es sumamente importante en la distancia que hay que recorrer para entregar el producto final al

²⁷ Con el fin de obtener la localización aproximada de la planta, para los alcances del Estudio de Mercado, se decide realizar un estudio preliminar que luego se profundiza en el Estudio de Ingeniería.

cliente. El transporte terrestre es uno de los costos más altos para tener en cuenta. Se considera en este análisis la distancia que hay de las regiones con mayor cantidad de materia prima al Norte de Santa Fe, zona donde se encuentran la mayor cantidad de industrias

Estacionalidad de la producción de materia prima – (30%)

La estacionalidad, en este caso, afectará mucho a la producción dado que, hay menos materia prima en el momento de mayor demanda. En invierno, es la época en que más calor se necesita para los procesos de secado de las industrias por lo que será una razón importante para tener en cuenta.

Variables	Participación	Misiones	Corrientes	Entre Ríos
Disponibilidad de materia prima	20%	10	5	4
Competidores	10%	3	7	6
Distancia al cliente	40%	6	9	7
Estacionalidad	30%	3	2	2
Calificación	100%	5,6	5,9	5,1

Tabla 11. Cuantificación de variables para el análisis interno

Se explican a continuación los valores elegidos en la Tabla 11 en el análisis interno para cada una de las provincias.

Cantidad de materia prima disponible alude a la cantidad de aserrín generado en la región.

Misiones – 10: Tiene disponibles en 4 millones de t/año

Corrientes – 5: Tiene disponibles 1.9 millones de t/año

Entre Ríos – 4: Tiene disponibles 1.4 millones de t/año.

Tipos de competidores: el mayor puntaje será para aquella provincia que tenga la menor cantidad de competidores, teniendo en cuenta su relevancia.

Misiones – 3: Competidores cercanos: Lipsia, GP Energy y Maderas de la Mesopotamia. Grandes, conocidos y ya asentados en la región.

Corrientes – 6: Competidores cercanos: Zeni y Zuamar. Mientras el primero es conocido, este tiene su propio aserradero y se encuentra lejos de donde la región de Santo Tome. Zuamar es una empresa poco relevante en el análisis.

Entre Ríos – 7: Competidor cercano: LARE. Este tiene la mayor capacidad con respecto a los competidores, pero está produciendo a un tercio de su capacidad.

Distancia de los aserraderos al cliente: la puntuación más alta será en el caso de menor distancia con respecto al mercado potencial ubicado en el norte y centro de Santa Fe.

Misiones – 6: es la región más alejada del cliente potencial

Corrientes – 9: la región más cómoda será el noreste de Corrientes para alcanzar la zona de Santa Fe

Entre Ríos – 7: también alcanza la posible zona del centro de Santa Fe.

En cuanto la **Estacionalidad de la producción de materia prima** se ven más afectadas las regiones con menor cantidad de materias primas, ya que podrán presentar faltante con mayor rapidez. Es por eso por lo que la mayor puntuación será para Misiones, la zona con mayor disponibilidad de residuos forestales, y Corrientes y Entre ríos presentan una calificación menor.

Finalmente, se concluye que Corrientes, con una calificación cualitativa de **6,1**, debería ser la provincia en la cual es más beneficioso instalar la planta, en el caso de optar por el mercado local. La zona de Corrientes que se estudia se refiere al Noreste de su provincia en la región de Santo Tomé, que, como se mencionó antes, es la región donde se encuentra la mayor cantidad de materia prima.

Mercado externo

Cantidad de materia prima disponible – (35%) – La demanda del mercado internacional se considera infinita por lo que la cantidad de materia prima será importante al nivel de alcanzar una mayor parte del mercado y dimensionar la planta. Sin embargo, no es un factor determinante dado que no se tiene una demanda “mínima” que se necesitaría satisfacer. No se tendrá en cuenta para esto, el total de la provincia, sino que se considerarán los departamentos de estas con mayor disponibilidad y a un radio máximo de 70 km ya que la planta no tendrá acceso a la provincia en su totalidad. En Misiones se considera la región noroeste en los departamentos de Iguazú y Montecarlo, en Corrientes la región de Santo Tomé y en Entre Ríos la región de Colón, Concordia y Federación.

Tipos de competidores – (10%)

Cantidad y tamaño de competidores que puedan querer acceder a la misma materia prima, esto disminuirá la disponibilidad de esta para la fábrica que se quiere instalar.

Distancia de los aserraderos al puerto de Dock Sud – (50%)

La distancia de los aserraderos limita la ubicación en la cual va a estar la planta. Por lo tanto, esto es sumamente importante en la distancia que hay que recorrer para entregar el producto final en el puerto para poder ser exportado. En el estudio que se hará más adelante comparando los precios del mercado local y externo, se ve que gran porcentaje de los costos se lo lleva la parte logística.

Estacionalidad de la producción de materia prima – (5%)

La estacionalidad, en este caso, afectará muy poco a la producción dado que, como se mencionará más adelante, el destino a exportar es Italia, en el hemisferio norte. Es decir, que las estaciones se encuentran invertidas, por lo que, cuando aquí hay menos disponibilidad de materia prima, la demanda de pellets de madera será mucho menor.

Variables	Participación	Misiones	Corrientes	Entre Ríos
Disponibilidad de materia prima	30%	10	6	7
Competidores	10%	3	7	7
Distancia al puerto	45%	2	7	10
Estacionalidad	5%	3	2	2
Calificación	100%	5,9	5,65	6,7

Tabla 12. Cuantificación de variables para el análisis externo

En este punto, *Cantidad de materia prima disponible*, *Competidores* y *Estacionalidad* presentan los mismos valores que en el análisis para el mercado interno.

Distancia de los aserraderos al puerto de Dock Sud:

Misiones – 2: se halla a casi 1200 km, lo que genera costos logísticos muy altos para exportar

Corrientes – 7: se encuentra casi al doble de distancia que Entre Ríos

Entre Ríos – 10: se encuentra a aproximadamente 360 km del puerto

Se concluye que la calificación óptima, en el caso de optar por el mercado externo corresponde a la provincia de Entre Ríos y con un valor de **6,7**. El factor crítico fue la distancia al puerto, en la que esta provincia se veía ampliamente favorecida. La región de Entre Ríos considerada en el análisis fue la comprendida entre las zonas de Colón y Concordia, en donde se encuentra la mayor concentración de materia prima.

2.2.2. Mercado objetivo: Análisis comparativo

En este sector se analizan las alternativas para determinar en qué mercado vender el producto. Se toma una decisión en base al mayor beneficio que se pueda obtener según un análisis de los costos que afectan a cada uno de los mercados y al precio de venta ya establecido por cada uno de estos.

Análisis de la venta local

La ecuación que se utiliza para describir cómo se obtiene el valor de la ganancia G queda detallada aquí abajo:

$$G = P_{local} - C_{MP} - C_P - C_F \quad (1)$$

Siendo G , la ganancia calculada con P_{local} , referido al precio de venta local en planta, C_{MP} , el costo de obtención de la materia prima y su traslado hasta la fábrica, C_P , el costo de producción del pellet y C_F , los costos fijos de la fábrica. Todas las variables referidas al precio por tonelada de pellet.

Dentro de estas variables, la única que afectará en el análisis comparativo será el de P_{local} ya que C_{MP} , C_P y C_F son variables que se mantienen fijas en ambos escenarios.

Se fija P_{local} en un valor de 75 €/t²⁸ en la fábrica de pellets, estando el costo de transporte de producto terminado a cargo del cliente.

Análisis de venta al exterior

En cuanto a la posibilidad de exportar, se hace un análisis en base al precio FOB al cual se venderán los pellets y los costos diferenciales que implica la exportación: el flete a puerto, tasas arancelarias de la aduana para este producto y costo del manipuleo en el puerto. La ecuación (1) que se ha utilizado para el análisis local, no será la misma que la que se utiliza para analizar la ganancia de la alternativa de exportación:

$$G' = P_{FOB} - C_{MP} - C_P - C_F - C_T - C_A - C_M + R_{FOB} \quad (2)$$

Como se ve en la ecuación, la ganancia G' se calcula en base a distintas variables ya que el precio de venta va a cambiarse, siendo regido éste por el P_{FOB} , precio FOB de exportación y además de los costos de fabricación, se agregan también los C_T , costos de transporte de producto terminado al puerto, C_A , los aranceles aduaneros, C_M es el costo de manipuleo del producto en el puerto y R_{FOB} que es el reintegro por exportación.

Actualmente, el precio FOB al cual se venden los pellets de madera a Italia es de 120€²⁹ por tonelada de pellet y su variación a lo largo del año no es mayor a 10€ por tonelada.

En cuanto a los costos, el costo del flete a puerto es el más significativo ya que los aranceles de transporte terrestre en la Argentina son muy altos. Según datos de la Federación Argentina de Entidades Empresarias de Autotransporte de Cargas, se refleja la variación de precio según la distancia entre origen y destino. La empresa está localizada en la provincia de Entre Ríos a una distancia del puerto de Buenos Aires, ubicado en Dock Sud, de entre 350 y 400 km, y por lo tanto un precio de transporte de 36,93€/t³⁰.

Por otro lado, hay que tener en cuenta los valores de aduana, los cuales, según la posición arancelaria de los pellets de madera, denominado α , es del 2% del precio FOB del producto definiendo este en 2,40 €/T³¹. Por último, se toma el valor de manipuleo en el puerto como de 10,71 €/t³². Asimismo, de acuerdo con el Decreto 1011/91 del Ministerio de Producción, “las exportaciones de mercaderías manufacturadas en el país, nuevas sin uso, tienen derecho a obtener un reintegro total o parcial de los importes que se hubieran pagado en conceptos de tributos interiores en las distintas etapas de producción y comercialización”. Por lo tanto, la exportación de pellets de madera tiene un reintegro del 7% sobre el precio FOB.

Comparación entre venta al exterior y venta local

²⁸ Promedio de los precios actuales existentes en el mercado según comunicación personal con GP Energy, Zeni y Lare

²⁹ Datos FOB promedio abril 2017 para exportaciones a Italia. Fuente de información: Penta Transactions

³⁰ Valor extraído de Precios de transporte terrestre Argentina 2017 de Federación de Transportes Argentinos.

³¹ Extraído del perfil de mercado de aserrín y pellets realizado por Presidencia de la Nación.

³² Valor extraído del Anexo de Tarifario de Terminales del Río de la Plata

Para analizar cuál es el mercado más conveniente, se planteará a continuación cuál es el que da mayor margen. Se tomará como base el mercado local, y se calculará el precio FOB teniendo en cuenta este precio. Si el precio FOB' resulta menor que el precio FOB actual, se llegará a la conclusión que es más conveniente la exportación y el aumento de ganancia estará dado por la diferencia entre los dos valores de la siguiente forma:

$$P_{FOB} = P_{FOB'} \pm \Delta G \quad (3)$$

Por lo tanto, se plantea:

$$P_{FOB'} = P_{local} + C_T + C_A + C_M - R_{FOB'} \quad (4)$$

Teniendo un P_{local} de 75 €/t, un C_T de 36,93€/t, un C_A de 2% FOB, un C_M de 10,71 €/t y un $R_{FOB'}$ del 7% del FOB, se puede decir que:

$$P_{FOB'} = 117,64 \text{ €/t}$$

Por lo tanto, como:

$$P_{FOB} = P_{FOB'} + \Delta G \quad (5)$$

se puede decir que hay un aumento en la ganancia, se elige la opción de exportación.

Asimismo, cabe destacar que el mercado local no está desarrollado, por lo cual la demanda actual y futura resulta menor que la del mercado exterior. Por lo cual también es más conveniente exportar debido a que se podrá garantizar un volumen de venta.

Dado que se ha elegido la opción de exportación a Italia, se concluye del análisis previo, que será necesario localizar la fábrica en Entre Ríos.

2.2.3. Exportación: Marco Regulatorio de Aduana

Exportar - Salida de Argentina

Para poder exportar desde la República Argentina es necesario cumplir con una serie de requisitos. En primer lugar, se debe realizar el registro como Importador y Exportador ante la Dirección General de Aduanas (DGA)³³. Por otro lado, también es necesario estar inscripto ante la Dirección General Impositiva (AFIP-DGI), en la Dirección General de Aduanas (DGA), poseer CUIT y estar habilitado para ejercer el comercio al momento de solicitarla.³⁴

³³ Requisitos para solicitar dicho documento son registrar datos biométricos de la persona jurídica o humana, realizar Antecedentes Penales en el Registro Nacional de Residencia y acreditar Solvencia Económica.

³⁴ “¿Cuáles son los requisitos para importar y exportar en Argentina?” [Versión en línea] Disponible <http://www.sudamericanexport.com/despachantes-de-aduana/cuales-son-los-requisitos-para-importar-y-exportar-en-argentina/>, consultado 21/05/2017.

Importar - Entrada a Italia³⁵

Como exportador desde la Argentina, Italia cobrará un 10% de IVA, y no se presentan impuestos especiales adicionales.

Requisitos específicos (Código de Arancel Integrado Internacional: 44013100)³⁶

Control Fitosanitario:

En estos controles se puede prohibir el acceso a aquellas importaciones que se consideren peligrosas. Existe un listado oficial de cuáles son estos productos.³⁷ Los productos importados deben estar en el registro oficial de productos del país de entrada. Adicionalmente, los productos deben entrar por los puntos autorizados (los cuales incluyen al puerto de Livorno).

- Control de la madera y de producto de madera ilegal
- Se exige la trazabilidad de los productos importados.
- Embalaje (solo aplicable a productos de envasados)
- Regulaciones que rigen el empaquetado de los productos, como, por ejemplo, que el mismo contenga el peso del producto,
- CITES – protección de especies amenazadas

2.3. Definición del producto

El pellet de madera es un tipo de biocombustible sólido y orgánico producido a partir de la densificación de residuos de la industria maderera, como el aserrín. Se los fabrica a partir del prensado de aserrín donde la propia lignina hace de aglomerante, sin necesidad de algún tipo de pegamento adicional. Estos poseen un aspecto cilíndrico, de dimensiones que varían entre 6 y 12 mm de diámetro y no más de 38 mm de largo³⁸, densificado y homogéneo en cuanto a su textura y forma. Al ser tan pequeños, estos se comportan como un fluido con posibilidad de dosificar tanto como se crea conveniente, dándole más eficiencia a su uso.

Su composición es densa y dura, y el principal factor por el cual se producen es para reducir el gran volumen que tiene el aserrín. Al comprimirlo en formato de pellet aumenta su eficiencia calorífica y, como consecuencia de la disminución de volumen, se disminuyen los costos logísticos de transporte. Para optimizar el poder calorífico que tienen los pellets de madera, hay que asegurarse un residuo proveniente de madera de alta densidad y calidad, y un bajo contenido de humedad, no mayor al 12%.

³⁵ “Requisitos sanitarios y fitosanitarios” [Versión en línea] Disponible, http://exporthelp.europa.eu/thdapp/display.htm?page=rt%2Frt_RequisitosSanitariosYFitosanitarios.html&docType=main&languageId=es, consultado 21/05/2017

³⁶ El código “4401” abarca Leña; madera en plaquitas o partículas; aserrín, desperdicios y desechos, de madera, incluso aglomerados en leños, briquetas, "pellets" o formas similares. Este código (44013100) se reserva particularmente para los pellets.

³⁷ Official Journal of European Communities (2017) *COUNCIL DIRECTIVE 2000/29/EC*. Recuperado 21 de mayo de 2017 <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:169:0001:0112:en:PDF>, consultado 21/05/2017

³⁸ INTI - Instituto Nacional de Tecnología Industrial (2011) *Aspectos de la generación de calor por combustión de desechos foresto-industriales densificados*. Recuperado el 21 de mayo de 2017 https://www.inti.gob.ar/e-renova/erBI/pdf/Informe_pellets2011.pdf



Figura 10. Pellet de madera

2.3.1. Proceso de producción del pellet

Al finalizar el aserradero con el tratamiento realizado a la madera, la planta fabricante de pellets será la encargada de buscar su materia prima: el aserrín. El porcentaje utilizable de estos aserraderos es de un 6% de la masa total del tronco al que se la realiza la primera transformación en el aserradero. El aserrín debe estar totalmente limpio, ya que, si incluye corteza de árbol, por ejemplo, podría transportar arena, u hojas, que podrían contener cloro (por su contenido de clorofila) y producir daños en la caldera. Además, es de suma importancia comprender que el aserrín tiene una densidad relativamente baja que varía entre un 0,28 y 0,41 ton/m³, lo cual hace que el volumen sea el limitante en términos logísticos. Es por esto por lo que, al transportar aserrín desde los aserraderos, el traslado de este queda limitado por el volumen y no por su masa, lo que limitará la distancia entre los proveedores y la planta productiva sin posibilidad de exceder los 70 km de distancia³⁹. Este se transporta en camiones especiales que tienen cajas muy elevadas, pudiendo transportar entre 10 y 12 toneladas por camión, muy lejos del máximo asignado por ley de 25 toneladas.

Dentro de la planta, el aserrín se transporta de un lugar al otro gracias a un efecto Venturi que se realiza por la generación de vacío. Luego, para homogeneizar y mantener la materia prima de forma uniforme, debe pasar por un proceso de secado. Lo ideal sería para esto utilizar el calor residual de la planta de biomasa o una fuente de calor cercana. A continuación, se deposita en una cinta transportadora ancha que cuenta con rociadores de agua de caudal controlado. El agua agregada está entre 8 y 12 kg de agua cada 100 kg de materia prima y se utiliza para lograr un efecto de amalgamiento del pellet junto con la propia lignina de la madera. Esta primera parte se realiza en la llamada “zona sucia” del proceso de producción y finaliza con su almacenamiento.

Luego, el producto de la “zona sucia” es tomado por un sistema de aspiración en vacío que lo hace pasar por un filtro manga que logra descartar granos finos, y posteriormente serán reprocesados en la línea. Luego el aserrín pasa a una tolva desde la cual pasará a la máquina pelletizadora. La misma consiste en una serie de rodillos que comprimen el aserrín que entra y lo hace pasar por una serie de agujeros que le dan la forma de pellet. Finalmente, el pellet puede ir a granel y ser empaquetado en bolsas llamadas generalmente “Big Bags” que tienen un contenido neto de una tonelada.

³⁹ Costos logísticos de entrada serán analizados posteriormente, donde se justifica el radio máximo de distancia entre planta y proveedor en términos de rentabilidad.

2.3.2. Industria y uso de los pellets de madera

La industria de los pellets es una industria que está actualmente en desarrollo en la Argentina, pero ya bastante desarrollada y en alto crecimiento a nivel mundial. Es un producto que tiene diversos usos, por un lado, se lo utiliza como una alternativa al combustible fósil: un combustible fabricado a partir de biomasa de los árboles. Aunque este es su uso principal también tiene otros usos en el mercado de consumo masivo como cama sanitaria para mascotas y caballos.

Pellet de madera como combustible

El pellet de madera es un biocombustible, una alternativa limpia y renovable para la generación de calor y de energía. Mientras que antiguamente se utilizaba la madera para la calefacción, se dejó de hacerlo para reemplazar a este por combustibles más cómodos y eficientes, aunque más contaminantes. Para poder solucionar esto y volver a utilizar la leña, un combustible natural, había que encontrar alguna forma de que su uso se vuelva más eficiente. Es por esto por lo que surge la producción de pellets, con una densidad hasta 6 veces mayor a la que la leña puede transportar, en un mismo volumen, una cantidad mucho mayor de energía o capacidad calorífica: entre 4.000 y 5.000 kcal/kg. Este valor depende del material a partir del cual se fabrica y el porcentaje de humedad que contiene. Se identifican en la Tabla 13 algunos valores básicos de los pellets de madera.

Característica	Unidad	Valor
Poder Calorífico Inferior	[kcal/Kg]	4.538
Poder Calorífico Superior	[kcal/Kg]	4.500-4.800
Humedad	[% en peso]	8 - 10%
Densidad Unitaria	[g/cm ³]	1,4
Densidad aparente	[Kg/m ³]	600 - 700
Cenizas e Impurezas	[% en peso]	<0,4% y <5% de finos
Emisiones MP₁₀	[Kg/ton]	2,1 - 4,4 Kg/ton
Emisiones CO₂	[Kg gas/Kg combustible]	1,65

Tabla 13. Valores característicos de pellets de madera

Sin embargo, no es esta la única ventaja que tiene el pellet de madera sobre los combustibles fósiles o la leña. A continuación, se identificarán un número de ventajas del pellet de aserrín en su uso como combustible:

Menor emisión de CO₂ a la atmósfera

Se suele decir, de los combustibles generados a partir de biomasa, que tienen una emisión de dióxido de carbono casi neutra ya que el CO₂ que emiten es el mismo que absorben y emiten a lo largo de su vida en el proceso de la fotosíntesis. A diferencia de los combustibles fósiles, el carbono

que estos puedan emitir será el absorbido en un ciclo natural contemporáneo, mientras que los otros estarán emitiendo carbono absorbido hace millones de años, teniendo un impacto significativamente mayor en el conocido efecto invernadero.

Tamaño pequeño y manipulable

Se manipula como si fuera un fluido, se optimiza su almacenamiento y las dosificaciones pueden ser pequeñas y controladas logrando que el quemado sea eficiente y homogéneo.

Baja relación precio-poder calorífico

Comparativamente con otros combustibles, el pellet de madera es mucho más barato que el a fuel oil y el GLP en la relación entre el precio y la cantidad de energía térmica capaz de suministrar. Es por esto por lo que, aunque haya que hacer una alta inversión en una caldera, se tiene un período de repago corto en comparación.

Combustible eficiente y limpio

En la Figura 11⁴⁰ se compara el uso de biomasa como combustible donde se visualiza los beneficios que tiene con respecto a otros materiales orgánicos. El porcentaje que contiene de humedad es de los más bajos, lo que hace que su poder calorífico aumente dado que, si no, se pierde parte del calor otorgado al pellet en evaporar el agua que contiene. Además, el porcentaje de cenizas y sulfuro que generan suciedad y son capaces de producir daños, es muy bajo para los pellets, haciendo de él un combustible fácil de limpiar.

Biomasa	Humedad	BTU/lb	Cenizas	Sulfuro
Alfalfa (Hoja y tallo)	12.25%	6934 - 7729	7.94% - 9.06%	0.195% - 0.22%
Maiz (Grano)	12.06%	7199 - 8097	3.78% - 4.30%	0.33% - 0.375%
Maiz (Chala)	13.43%	6924 - 8100	1.13% - 1.23%	0.11% - 0.13%
Maiz (Marlo)	7.12%	7369 - 7911	2.16% - 2.32%	0.04% - 0.04%
Maiz (Tallo)	9.14%	7057 - 7768	6.18% - 7.64%	0.035% - 0.04%
Pellets de maderas duras	7.08%	7955 - 8573	0.34% - 0.36%	0.01% - 0.01%
Avena	12.49%	7143 - 8242	3.17% - 3.58%	0.135% - 0.16%
Porotos de Soja	10.25%	8783 - 10230	5.19% - 6.22%	0.29% - 0.33%
Caña de azúcar	9.70%	6597 - 7345	3.80% - 4.31%	0.14% - 0.16%
Cascara de semilla de girasol	8.65%	8474 - 9654	2.86% - 3.13%	0.14% - 0.15%
Trigo	10.38%	7159 - 8063	2.08% - 2.28%	0.2% - 0.22%

Figura 11. Comparación de humedad, capacidad calorífica y residuos obtenidos de los distintos tipos de biomasa

En conclusión, es importante destacar el hecho de que los pellets de madera se hacen en base a residuos de la industria forestal, lo que no genera un impacto negativo en el ambiente, sino que, al contrario, se evita que estos sean quemados al aire libre sin ningún tipo de fin. La demanda de este producto se encuentra en alto crecimiento a nivel mundial dado a la marcada tendencia de optar por energías alternativas a la hora de generar energía térmica o eléctrica, tanto dentro de las industrias como así también en el uso doméstico.

⁴⁰ INTI - Instituto Nacional de Tecnología Industrial (2011) *Aspectos de la generación de calor por combustión de desechos foresto-industriales densificados*. Recuperado el 21 de mayo de 2017 https://www.inti.gob.ar/e-renova/erBI/pdf/Informe_pellets2011.pdf

Otros usos

El pellet de madera no solo es útil como combustible, sino que también tiene grandes beneficios en su uso como cama para mascotas. Este uso nació a raíz de la falta de las clásicas piedritas provenientes del Sur del país, y en la búsqueda de una alternativa se encontró que los pellets de madera tenían grandes beneficios como su reemplazo, comenzando a competir así en el mercado de consumo masivo también. Aunque en este proyecto no se considerará el pellet de madera para este uso, se mencionarán las principales ventajas de los pellets de madera como una opción factible para el uso en animales.

Alta capacidad de absorción

Al absorber la orina de los animales, el olor se neutraliza y se evita la aparición de enfermedades e insectos. Además, por su bajo porcentaje de humedad y capacidad de absorción dura más tiempo antes de tener que retirarlo.

Biodegradable

Al ser un material orgánico se puede desechar por el inodoro o como abono para las plantas sin que éste contamine.

2.3.3. Pellet de Madera como Commodity

A lo largo del estudio de prefactibilidad que se realizó se considerará al pellet de madera como un commodity. A pesar de que todavía no está considerado entre los commodities oficiales por falta de madurez de algunos de los mercados, el producto da señales de una posible incorporación en el futuro. A continuación, se detalla un relevamiento de las principales características del producto y las razones por las cuales se lo puede concebir como un commodity.

La primera característica que debe tener un commodity es que es un producto homogéneo. Esto significa que tiene una carencia de diferenciación o especificación, de manera tal que cuando un comerciante se refiere al producto, hay uniformidad en las características esperadas. Asimismo, los commodities deben tener la posibilidad de clasificarlos en grados, de modo tal que no haya que probar su calidad cada vez que entra un nuevo productor. En el caso de los pellets de madera, el mercado está cubierto de certificaciones que aseguran determinada capacidad calorífica. Algunas de ellas son la ENplus, Pellet Gold y a CANplus y las características que evalúan son diámetro, longitud, humedad y densidad para poder determinar el poder calorífico. Entonces, en este caso, existe homogeneidad de la calidad del pellet dentro de cada certificación, siendo imposible diferenciar dos productores con la misma certificación. A igual características y precio, la decisión de compra no varía de un competidor a otro.

Por otro lado, los productos que típicamente se consideran en este grupo tienen la característica de tener cierto nivel de durabilidad. Esto es así porque se suelen firmar contratos futuros, generalmente de más de un año. Si los productos perecen antes del año este tipo de contratos anuales no serían viables. En cuanto a los pellets, pueden ser utilizados en tanto no entren en contacto con la humedad. Caso contrario, se verá afectado su poder calorífico.

Otra característica de los commodities es la fluctuación de sus precios, que genera gran especulación en los precios. Los precios históricos para pellets muestran una importante fluctuación entre periodos⁴¹.

Finalmente, la última característica que debe ser tomada en cuenta para poder considerar a los pellets de madera como commodities es la posibilidad de que hay un comercio abierto sobre los precios del producto. A nivel internacional, el precio de los pellets lo dicta el mercado. Esto significa que el precio se establece a partir del equilibrio de la oferta y la demanda. Al existir gran número de ofertantes y de demandantes, no existe un jugador más importante en el mercado que pueda dirigir los precios. Este tipo de mercados se los denomina de competencia perfecta. Aquellos productores que quieren introducirse en el mercado de pellets deberán ser tomadores de precios, para poder resultar competitivos.

Es por todo esto, que se considera al pellet de madera como un commodity. Por tanto, en los subsiguientes análisis se hará referencia al pellet bajo esta concepción.

2.3.4. Certificación ENplus

La certificación ENplus, gobernada por “European Pellet Council,” se basa en el estándar de la norma ISO 17225-2 que describe las especificaciones de los pellets de madera. Se divide a los pellets en tres calidades (A1, A2 y B) para el uso no industrial en base a su origen. Los pellets de madera para uso residencial deben cumplir las especificaciones dentro del estándar A1. En función a los estándares de la norma, la compañía certifica el Supply Chain del pellet, desde su producción hasta su punto de venta. Esto se debe a que dentro de las especificaciones se hace referencia a cualidades tales como la humedad, y por lo tanto la misma debe ser asegurada en el punto de venta dado que el pellet puede humedecerse durante su transporte o almacenamiento.

La certificación fue diseñada en el 2010, y desde su implementación creció hasta ser reconocida internacionalmente. Certifica un total de 8 millones de toneladas de pellets y representa el 70% de la producción de pellets para usos domésticos. Actualmente se encuentran certificados un total de 374 productores de 41 países distintos, incluyendo cuatro productores brasileños y un productor chileno. Aunque no hay productores argentinos registrados en esta certificación, la mayoría de los países europeos cuentan con productores certificados por lo que es necesaria esta certificación, de modo tal que se pueda vencer una de las barreras de entrada al mercado internacional.

En la Figura 12⁴² obtenida de la página oficial de ENplus se tienen los valores umbral a los que los pellets de madera, para obtener la certificación deben acatarse:

⁴¹ Ver Gráfico 10. Datos históricos de los precios de pellets mensuales de Austria de 1999 a 2017

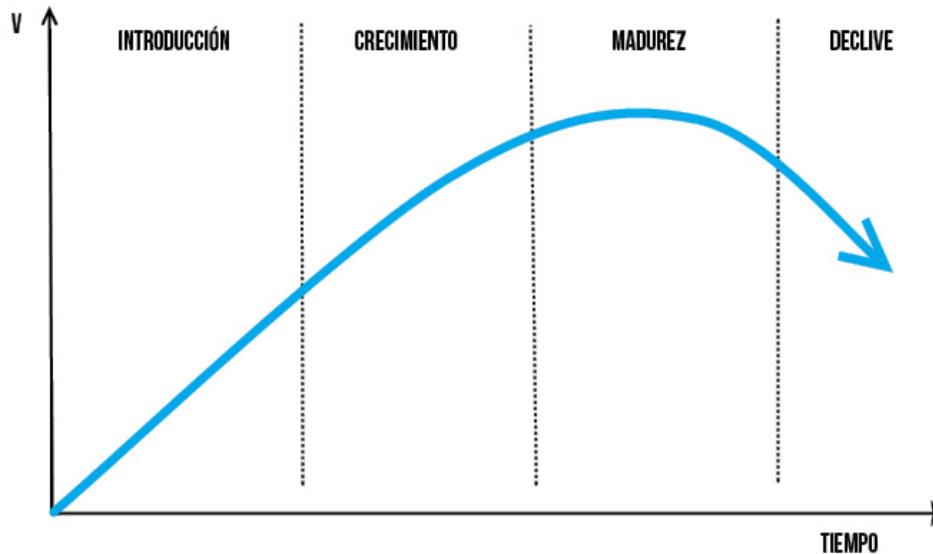
⁴² ENplus (2015) *Schema per la Certificazione di qualita del pellet di legno*. Recuperado 21 de mayo de 2017 http://www.enplus-pellets.eu/wp-content/uploads/2015/07/ENplusHandbook_part3_V3.0_PelletQuality_IT.pdf

Propiedad	Unidad	ENplus A1	ENplus A2	ENplus B	Norma de ensayos ¹¹⁾
Diámetro	mm	6 ± 1 u 8 ± 1			ISO 17829:
Longitud	mm	3,15 < L ≤ 40 ⁴⁾			ISO 17829:
Humedad	% en masa ²⁾	≤ 10			ISO 18134
Cenizas	% en masa ³⁾	≤ 0,7	≤ 1,2	≤ 2,0	ISO 18122
Durabilidad mecánica	% en masa ²⁾	≥ 98,0 ⁵⁾	≥ 97,5 ⁵⁾		ISO 17831-1
Finos (< 3,15 mm)	% en masa ²⁾	≤ 1,0 ⁶⁾ (≤ 0,5 ⁷⁾)			ISO 18846
Temperatura de los pellets	°C	≤ 40 ⁸⁾			
Poder calorífico neto	kWh/kg ²⁾	≥ 4,6 ⁹⁾			ISO 18125
Densidad aparente	kg/m ³ ²⁾	600 ≤ BD ≤ 750			ISO 17828
Aditivos	% en masa ²⁾	≤ 2 ¹⁰⁾			-
Nitrógeno	% en masa ³⁾	≤ 0,3	≤ 0,5	≤ 1,0	ISO 16948
Azufre	% en masa ³⁾	≤ 0,04	≤ 0,05		ISO 16994
Cloro	% en masa ³⁾	≤ 0,02		≤ 0,03	ISO 16994
Temperatura de deformación de las cenizas ¹⁾	°C	≥ 1200	≥ 1100		CEN/TC 15370-1
Arsénico	mg/kg ³⁾	≤ 1			ISO 16968
Cadmio	mg/kg ³⁾	≤ 0,5			ISO 16968
Cromo	mg/kg ³⁾	≤ 10			ISO 16968
Cobre	mg/kg ³⁾	≤ 10			ISO 16968
Plomo	mg/kg ³⁾	≤ 10			ISO 16968
Mercurio	mg/kg ³⁾	≤ 0,1			ISO 16968
Níquel	mg/kg ³⁾	≤ 10			ISO 16968
Cinc (Zn)	mg/kg ³⁾	≤ 100			ISO 16968

Figura 12. Valores umbral con los cuales deben cumplir los pellets para obtener la certificación ENplus

- 1) Las cenizas se producen a 815°C
- 2) Según se recibe
- 3) Base seca
- 4) Un máximo del 1% de los pellets puede tener más de 40 mm de longitud; no se admiten pellets de más de 45 mm de largo
- 5) En el punto de carga de la unidad de transporte en el centro de producción
- 6) En la puerta de la fábrica o cuando se carga el camión para entregas a usuarios finales
- 7) En la puerta de la fábrica, cuando se llenan bolsas de pellets o bolsas grandes selladas
- 8) En el último punto de carga para entregas en camión a usuarios finales (Entrega de carga parcial y Entrega de carga completa)
- 9) Equivale a ≥16.5 MJ/kg según se recibe
- 10) La cantidad de aditivos en la producción se limitará al 1.8% en masa y la cantidad de aditivos de post producción (p.ej. aceites de recubrimiento) se limitará al 0.2% en masa de los pellets
- 11) Mientras no se publiquen las normas ISO mencionadas, los análisis se realizarán conforme a las normas CEN correspondientes-

2.4. Ciclo de vida del producto



2.4.1. Pellets de madera en la Argentina

En Argentina, este biocombustible todavía es desconocido, poca gente tiene noción de lo que es biomasa, y, especialmente, pellets de madera. Es un producto que necesitará alta inversión para hacerse conocer, para presentar cuáles son sus beneficios como combustible alternativo al GLP al cual muchos están acostumbrados, además de contar con una ventaja no menor: estar altamente subsidiados. Actualmente en Argentina se están fomentando los proyectos de generación de energía en base a recursos renovables a través de planes como el Plan RenovAR o proyectos como Probiomasa, lo cual es una gran ventaja para comenzar a concientizar sobre esta posibilidad, pero todavía es un mercado de difícil comprensión y proyección a futuro. Para ingresar en el mercado de las industrias, hay que desarrollarlo, posicionándose en un lugar estratégico respecto del cliente y de proveedores. Esto permite penetrar con un precio bajo suficiente como para competir con los sustitutos y dar a conocer los altos beneficios con los que cuenta este combustible. Hoy en día, existen algunas industrias que utilizan este tipo de combustible, especialmente en la región del Noreste del país. En cuanto al ciclo de vida del producto, se puede establecer al producto entre su etapa de introducción y de crecimiento. Este no es el caso del pellet para uso doméstico que tiene un mercado casi inexistente. Es un mercado que se denomina latente, pero por su naturaleza requiere de un alto desarrollo. Esto significa que el pellet de madera para uso doméstico se encuentra en su etapa de introducción, a nivel nacional

2.4.2. Pellets de madera en el mercado mundial

Los pellets de madera se encuentran, a nivel mundial en etapa de crecimiento pronunciado. Mientras que en el año 2000 la producción de pellets fue de 2 millones de toneladas, actualmente se encuentra en un valor cercano a los 30 millones de toneladas de producción anual.⁴³ Se proyecta un crecimiento de la demanda aún mayor para los próximos años alcanzando los 50 millones de toneladas en 2020, siendo casi el 50% demandado por Europa Occidental. Los países en Europa

⁴³ Statista - Global Production of wood pellets 2000-2015

están, actualmente, con una producción mucho más baja que su nivel de consumo por lo que necesitan satisfacerse de importaciones. Por esto, se puede concluir que el producto está en crecimiento a nivel mundial.

A los fines del estudio realizado, se puede decir que la demanda insatisfecha es mucho mayor que la capacidad de la planta a instalar⁴⁴. Entonces, es válido establecer que cada tonelada puesta en el exterior se va a vender. Se considera una estrategia tomadora de precios internacionales para penetrar el mercado mundial, además de una certificación que haga de los pellets producidos, aptos para ser vendidos en los países de Europa para uso doméstico, principalmente.

⁴⁴ Dicha capacidad será establecida en función de la disponibilidad de materia prima, dado que la demanda se la considera infinita en comparación.

3. Análisis estratégico

3.1. Análisis de Porter

Como primer estudio del Mercado del negocio se realizó un estudio de las cinco Fuerzas de Porter que juegan un papel importante. El objetivo de este estudio es estudiar la viabilidad del negocio y las complejidades futuras del mismo.

Las fuerzas de Porter son:

- Poder de Negociación de los Proveedores
- Poder de Negociación de los Clientes
- Amenaza de Nuevos Competidores
- Amenaza de Productos y Servicios Sustitutos
- Rivalidad entre los Competidores Existentes

3.1.1. Poder de Negociación de los Proveedores - Alta

La materia prima, como se ha mencionado anteriormente en el proceso de producción de los pellets de madera, proviene de los residuos de la industria forestal, como la tala o raleo de los bosques, o los desperdicios de los aserraderos. Los aserraderos, por ejemplo, tienen un 60% del tronco inicial que no se utiliza, y, aunque parte del residuo se utiliza económicamente en las plantas de celulosa y tableros, todavía hay gran parte de él que está en desuso. El volumen de residuos estimado para el 2011 estaba cerca de los 2,4 millones de toneladas⁴⁵, y aunque es una cantidad enorme como materia prima potencial para la planta de fabricación de pellets de madera, hay que tener en cuenta tres restricciones muy importantes. Estas son, por un lado, la dependencia que va a tener la producción de pellets con la industria forestal, porque si ellos reducen su producción, sus residuos también disminuyen, lo que afecta directamente a la fabricación de los pellets. Por el otro lado, la cercanía que se debe mantener con los proveedores por el alto costo que implica el transporte de materiales como el aserrín. Finalmente, la imposibilidad de utilizar una materia prima sustituta en la fabricación genera una dependencia mayor de los aserraderos.

Dependencia de la industria maderera

El resultado de que la materia prima del proceso sea un residuo de otra industria, genera como resultado la dependencia del desempeño y desarrollo de la industria forestal en la Argentina. La tala de árboles para la obtención de materia prima de los pellets de madera no es una opción viable ya que deja de ser rentable y, en el caso de que lo fuera, pierde la esencia de combustible renovable.

Actualmente, el volumen de desperdicios que se produce por esta industria es muy alto, sin embargo, un decrecimiento grande en la producción impactaría directamente en la capacidad de producir los pellets. Esto le da al proveedor un alto poder de negociación a su favor ya que, los precios variarán mucho según el volumen de residuos del cual ellos quieran deshacerse.

Cercanía de los aserraderos

⁴⁵ Dato proporcionado por el INTI

También, es importante destacar la necesidad que tiene la planta de estar cerca de quienes proveen la materia prima. Como se explicó anteriormente, el aserrín es un material que tiene alto volumen y bajo peso, por lo que, aunque hay camiones que cargan hasta cerca de 25 toneladas, el limitante, en este caso, es el volumen, por lo que, estos camiones deben ir casi a mitad de carga másica, con un total de 10-12 toneladas por camión. La logística de abastecimiento, el almacenamiento y el manipuleo del aserrín conlleva un alto costo y, es por esto por lo que, reduciendo la distancia a un máximo de 70 km con respecto a la localización de donde se genera la materia prima, se van a reducir gran parte de los gastos.

Materia Prima Sustituta

Para producir un pellet de calidad, no son triviales las características de la materia prima, sino que se debe utilizar un residuo homogéneo, con el menor porcentaje de humedad posible y sin restos de corteza. Es por esto por lo que este punto se torna también a favor de los proveedores, ya que los requerimientos de materia prima serán críticos para el productor de pellets, que debe abastecerse con un producto de calidad y se verá condicionado a las decisiones y voluntad del proveedor.

Por lo tanto, dado que son dos los limitantes muy fuertes, uno en relación con asegurar el abastecimiento de la planta y otro con respecto a la localización, la nueva planta de fabricación de pellets debe situarse en un lugar estratégico con respecto a los proveedores. Ellos tienen un poder muy alto de negociación sobre la fábrica dado que, no solo los precios fluctúan correspondiendo a la cantidad de residuos que ellos generen, sino que una vez localizados, por cuestiones de distancias, los proveedores serán únicamente los que estén cerca (máximo 70 km). Como consecuencia, hay que analizar con seguridad la ubicación de la planta, donde no solo haya muchos aserraderos capaces de proveer la materia prima, sino que haya pocos competidores disputando por el mismo material. Es importante, además, que se genere un vínculo estrecho entre la fábrica de pellets y su proveedor, de forma tal de asociarse con el mismo. Es importante generar un trabajo basado en confianza y fidelidad, asegurando así el abastecimiento de aserrín de calidad y en tiempo.

3.1.2. Poder de Negociación de los Clientes - Media

En cuanto a los clientes, consideraremos a tales como los distribuidores, puesto que en la concepción del negocio se vende a los mismos, y no a los consumidores finales en Italia. El acuerdo con los distribuidores en el puerto de Livorno (Italia) es de vital importancia para la subsistencia del negocio, puesto que, sin ello no sería posible vender el producto en el destino.

Sin embargo, la existencia de muchos distribuidores en el puerto de destino dispuestos a comprar el producto genera que su poder de negociación baje. Esto es así ya que, al estar asociado a varios distribuidores, se puede garantizar la compra del volumen mínimo de producto para que el negocio sea rentable. Gracias al hecho de que hay alta demanda (y en alza) se puede esperar que esta tendencia se mantenga de esta forma en el mediano y largo plazo.

3.1.3. Amenaza de Nuevos Competidores - Alta

La industria bioenergética representa un 10,3 % de la producción total energética mundial. Es la energía renovable más utilizada mundialmente, además de ser parte de un mercado en crecimiento que, sin lugar a duda es llamativo a nuevos competidores. Hay varios factores que influyen en la posibilidad de un nuevo competidor en el negocio. A continuación, se detallan los principales aspectos a considerar como *barreras de entrada* del negocio.

Inversiones en maquinaria

El proceso de producción de pellets requiere como componente principal una prensa para transformar el aserrín seco en pellet. Una prensa de alto nivel cuesta alrededor de 500.000 dólares y es capaz de producir 2.500 toneladas mensuales de pellets. Internacionalmente esta inversión es alcanzable y, por lo tanto, no presenta una barrera de entrada importante a la industria.

Diferenciación del producto

El pellet de aserrín puede clasificarse en función de sus características. Sin embargo, estas están bien definidas y el pellet en sí es considerado un commodity. Por lo tanto, nuevas empresas no tienen que realizar una inversión para diferenciar su producto.

Costo de materia prima

A nivel local, los aserraderos consideran el aserrín como un desecho, a menos que ellos mismos inviertan en una fábrica de pellets. Dado que hay pocos aserraderos con capacidad de producción de pellets, la materia prima para el proceso es de fácil obtención y de bajo costo. En términos internacionales, hay precio de venta para el aserrín. Sin embargo, el mismo es relativamente barato. La obtención de materia prima no representa una barrera alta de entrada.

Economías de escala

Tienen un gran impacto en la industria. El mercado argentino es dominado por tres empresas; Lipsia, Zeni y Lare. En función a su capacidad productiva se le facilita el acceso a la materia prima ya que pueden obtener un acuerdo de “partnership” con aserraderos o ser ellos mismos los dueños del aserradero. A nivel internacional, una mayor cantidad de producto exportado permite mejores acuerdos con navieras y distribuidores, lo cual implica una reducción en la estructura de costos y por ende una mayor ganancia. La imposibilidad de tener grandes economías de escala inicialmente puede dificultar la entrada de nuevos competidores, debido a un aumento de sus costos. Esto representa una barrera de entrada alta.

Políticas

Varios países, en especial europeos, han adoptado políticas que favorecen el uso de energías renovables, ayudando a la inversión inicial necesaria para la adquisición de calderas de pellets. Tal es el caso en Italia donde existe un decreto llamado “Conto Termico” que reparte 900 millones de euros por año para incentivar el cambio de calderas a pequeñas empresas. Estas políticas pueden favorecer la entrada a nuevos competidores

Países del sudeste asiático

Actualmente, existe un importante desarrollo de la industria de pellets de madera en Asia. Países como Tailandia, Indonesia y China, han aumentado de manera considerable su producción en los últimos años. Hoy en día esta producción es destinada a satisfacer el mercado local y regional, exportando principalmente a Japón y Corea del Sur. Sin embargo, gracias al clima y vegetación de estos países, existe una gran capacidad de producción que todavía no está siendo aprovechada. Si llegase a haber mayor producción que consumo en la región, estos países podrían volcarse a importar a la región europea. Nuevos competidores en el mediano plazo podrían ser la entrada de países de la región del sudeste asiático.

En conclusión, el mercado de pellets de madera presenta un gran atractivo debido a su potencial y accesibilidad económica. Forma parte de una tendencia global de uso de energías sustentables que se encuentra en crecimiento. La facilidad de acceso a diversos mercados internacionales facilita la entrada al negocio y asegura un retorno a la inversión. Si se presentan las características geográficas que faciliten la obtención de materia prima, las barreras de entrada para nuevas empresas son moderadas, y el acceso a la industria es accesible.

3.1.4. Amenaza de Productos y Servicios Sustitutos - Alta

Los productos sustitutos de los pellets de madera son las fuentes alternativas de energía. En cuanto a los principales sustitutos, en términos de uso residencial, el principal competidor es el gas metano. En las residencias, esta fuente de energía sigue siendo la más popular hoy en día. Sin embargo, como se detalla a lo largo de este documento, la utilización de esta fuente de energía está perdiendo popularidad de manera abrupta debido a los incentivos (principalmente, gubernamentales), para promover el uso de combustibles renovables. Además, el precio de este insumo resulta mucho menos económico que los pellets de madera. Por lo que este tipo de productos sustitutos (no renovables), presenta una amenaza cada vez más baja para los pellets de aserrín.

Previo al desarrollo mundial de la biomasa y el incentivo por parte de la Unión Europea (por la firma de acuerdo como el Protocolo de Kyoto), el competidor del gas natural era la energía eléctrica. Hoy en día sigue manteniéndose como un fuerte competidor y se mantiene como sustituto de la biomasa. En los últimos años, el consumo de biomasa creció por encima del consumo de electricidad.⁴⁶ Actualmente, Italia es el segundo país con mayor impuesto a la energía de la Unión Europea, superado solamente por Dinamarca. Históricamente, los precios del gas natural y de la electricidad han sido similares. El gas natural a lo largo de los años, por lo general ha resultado más caro, con excepción de algunos años que son contados.⁴⁷

Por otra parte, el GLP, el fuel oil y el diésel son posibles fuentes de energía que sustituyen el uso de pellets de madera. Estos se consumen en menor proporción. Son combustibles que también tienen un precio más alto que la biomasa. Su ventaja con respecto a los pellets es que el mercado

⁴⁶ Ver Gráfico Anexo 2. Consumo Energético para uso doméstico por tipo de producto energético. Referencias de izquierda a derecha: metano, biomasa, energía eléctrica, GPL, Diésel, otros. Fuente: Ministero Dello Sviluppo Economico (Ministerio De Desarrollo Económico de Italia), enero 2016.

⁴⁷ Ministero Dello Sviluppo Economico (2016) *La Situazione Energetica Nazionale nel 2015*. Recuperado 21 de mayo de 2017
http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/Situazione_energetica_nazionale_2015.pdf

que los consume ya tiene calderas e instalaciones para ese tipo de producto. En general, aquellos que decidan comenzar a utilizar pellets de madera, deben realizar una inversión inicial para tener las calderas pertinentes.

Finalmente, el sustituto más relevante para el análisis de Porter son la leña y los chips. Estos productos se caracterizan por no estar regulados (es decir, no tienen la posibilidad de ser certificados), por lo que tienen una distribución del poder calorífico heterogénea, y en general, menor al de los pellets. Sin embargo, al ser productos prácticamente sin procesamiento industrial (a diferencia de los pellets que deben ser secados y peletizados), su costo resulta menor al de los pellets. Esto los hace ver más atractivos a los ojos de los consumidores domésticos finales. Este sustituto presenta una amenaza relativamente alta para el mercado de los pellets de madera, puesto que, si el precio del pellet aumenta en gran medida, serán fácilmente reemplazados por los chips o leña dado que no es necesario un cambio de las instalaciones (inversión), para pasar de un combustible a otro.

3.1.5. Rivalidad entre Competidores Existentes - Bajo

Competidores a Nivel Internacional

Debido a la naturaleza del mercado de pellets en Italia (y a nivel internacional), el precio del producto lo establece el mercado. La existencia de un gran número de productores en diferentes países genera una situación de competencia perfecta. Esta se caracteriza por un precio fijado por el mercado, en donde ningún productor es tan grande como para tomar una parte tan importante del mercado y dirigir la estrategia de precios. Gracias a esta situación se puede establecer que el poder de los competidores a nivel internacional es bajo.

A modo de comentario se menciona que los principales importadores a Italia son Austria y Alemania. Estos países presentan una ventaja competitiva obvia en cuanto a su cercanía al país de destino. Sin embargo, esta característica no generaría rivalidad en cuanto al negocio propuesto.

Barreras de salida

La ubicación de la planta se escoge estratégicamente en función de la obtención de materia prima. En base a esto, la adaptación o venta de la misma para cumplir otro propósito presenta grandes complicaciones lo que implica altos costos de salida. Algunos costes pueden ser recuperados tales como la inversión en maquinaria que puede ser vendida para la fabricación de distintos tipos de pellets.

3.2. Análisis de las 5 C

3.2.1. Compañía

La planta debe ser capaz de producir pellets que cumplan con los estándares de la norma ISO 17225-2, y por lo tanto es crucial realizar la correcta instalación de la misma y la adecuada capacitación del personal a trabajar en el proceso productivo. A su vez, se debe asegurar que el resto de la logística, es decir la distribución de producto terminado desde fábrica hasta comprador, cumpla con estándares de transporte que no deterioren el producto terminado.

En cuanto a la imagen de marca, debido a la naturaleza de commodity del producto, no existirán importantes diferenciaciones. La principal validación de excelencia y calidad con la cual se contará será la certificación *ENplus*, para poder ingresar al mercado italiano de manera competitiva.

3.2.2. Colaboradores

La cadena de valor del negocio de exportación de pellets se puede separar en cuatro etapas de colaboración fundamentales por parte de agentes externos.

Obtención de materia prima

Crucial para la rentabilidad del negocio. Los colaboradores en este caso serían los aserraderos de la zona a instalar la planta, en Entre Ríos. El aserrín es un insumo que tiene mucho volumen y poco peso, y, consecuentemente, su logística de entrada a planta resultará uno de los costos más importantes. Es por esto por lo que la alianza con los aserraderos de la zona es de crucial importancia para la rentabilidad del proyecto. Así como una ubicación estratégica en cuanto a ellos.

Flete terrestre

Al apuntar al mercado externo, se debe mantener una buena relación con la empresa de transporte que lleve los pellets de madera desde la planta al puerto. El margen de ganancia de la empresa depende en grandes medidas del costo de transporte, y por lo tanto es necesario establecer una relación comercial con la compañía de transporte para evitar fluctuaciones imprevistas del precio del mismo.

Flete marítimo

El transporte internacional se hace puerto a puerto contratando una empresa naviera. Una buena relación comercial con la empresa facilita las operaciones en el puerto, asegurando el correcto traslado de la mercadería.

Distribuidor

La demanda es establecida por los distribuidores italianos a quienes se les exporta el producto terminado. Es el único contacto con el mercado externo, y por lo tanto se requiere trabajar en conjunto para determinar la proyección de ventas del producto y así producir acorde. Asimismo, con la intención de evitar la dependencia de un sólo distribuidor, se establecerán relaciones comerciales con más de un distribuidor en el puerto de llegada.

3.2.3. Clientes

Los clientes son las distribuidoras en Italia. Las mismas se encargarán de hacer llegar el producto al consumidor final, los usuarios de pellets domésticos. El objetivo es satisfacer los requerimientos del consumidor final en términos de producto, ya que no sufre alteraciones desde la venta al distribuidor hasta la compra por parte de los usuarios.

El segmento de consumidores finales que se atacará es el de consumidores residenciales ubicados en Italia. La segmentación del mercado se detallará en el análisis de Segmentación que se realizará posteriormente.

Para uso doméstico en Italia, el pellet se comercializa en bolsas de 15kg. Para ser reconocido de calidad, debe contar con especificaciones técnicas establecidas por la norma ISO 17225-2. Para establecer que se cumple la norma se debe certificar la cadena de valor del pellet. La certificación más reconocida internacionalmente es la certificación ENplus. La misma garantiza la calidad del pellet y punto de referencia para la compra del mismo para el consumidor doméstico en Italia.

3.2.4. Competencia

Los productores de pellets de madera residentes en Italia representan el 9% del consumo del país.⁴⁸ En consecuencia la competencia será en su mayoría por parte de importadores. El principal importador es Austria, seguido por Alemania.

Debido a que el negocio propuesto estaría destinado al abastecimiento energético, es pertinente hacer una mención acerca de la competencia que se generará a raíz del mercado de productos sustitutos. Los principales actuantes son el gas natural de red, el GLP y el aceite de calefacción. La utilización de GLP y aceite de calefacción surge de la ausencia de la red de gas en ubicaciones determinadas. En Italia resulta más económica la calefacción en base a biomasa en la mayoría de los casos, inclusive en aquellas zonas donde hay acceso a la red de gas.

Dentro de la biomasa se destacan cuatro productos en el mercado italiano, la leña, la cáscara de maní, chips de madera y el pellet de madera. En los últimos años, la venta de calderas de los cuatro productos a incrementado. Sin embargo, las calderas en base a pellet de madera son las más vendidas por un amplio margen. Desde el 2009 hasta el 2013 sus ventas incrementaron en un 256%, mientras que aquellas de las demás fuentes no superan el 50%. Si bien hay competencia, el mercado presenta una amplia preferencia hacia las calderas de pellets de madera.

3.2.5. Contexto

En lo pertinente al contexto italiano, el mismo se encuentra en crecimiento. En el año 2008 debido a la crisis financiera mundial, el mercado vio un decaimiento. Sin embargo, para el año 2015 presentó un incremento en el PIB per cápita de 0,7% con respecto al año anterior. A su vez, también se han registrado crecimiento en consumo, inversiones, exportaciones, producción y principalmente importaciones (incremento del 6,7% año 2014-2015).

El mercado de pellets italiano es de los principales mercados mundiales, destacándose como el principal consumidor europeo de pellets para usos residenciales. Esto se debe en gran medida al

⁴⁸ AIEL (Assoiaziones Italiana Energie Agroforestali) (2014) *Development of the Italian Pellet Market*, Annalisa Paniz. Recuperado el 21 de mayo del 2017 https://www.pellet.org/images/DAY%202-%2005%20-%20WPAC%202014%20-%20ANALIZE%20PANIZ%20-%202014-11-19_Vancouver_Paniz.pdf

apoyo del interés del gobierno en las fuentes energéticas renovables. Esto se evidencia con políticas tales como la norma “Conto Térmico” y la regulación “Ristrutturazione Edilizia” que ayudan a financiar la compra de calderas en base a energías renovables para los hogares y las industrias. Actualmente el consumo italiano es abastecido principalmente por importaciones, representando más del 80% del mismo. La creciente demanda de fuentes renovables para la generación de calor genera un mercado sumamente atractivo para productores de pellets de todo el mundo.

La industria no presenta grandes cambios tecnológicos. Actualmente los mejores productores de prensas son los dinamarqueses con máquinas capaces de producir 2.500 toneladas de pellets por mes. Existe la opción de adquirir máquinas de peores capacidades productivas, tales como las chinas, a menor valor.

A nivel nacional, la falta de inversión en medios de transporte ferroviarios y fluviales limita los canales de distribución al transporte carretero. El mismo implica elevados costes debido a la baja densidad de los materiales a transportar, ya sean materia prima o producto terminado.

3.3. Análisis FODA

En esta sección se analizan en detalles los cuatro parámetros del FODA: Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas. A partir de su análisis es que saldrán algunas estrategias para tener en cuenta para tener mejor llegada a todos los colaboradores en la cadena, y principalmente, a los consumidores finales.

ANÁLISIS INTERNO	
Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Ubicación estratégica de la planta con respecto a proveedores:</u> al estar en el noreste de Entre Ríos se asegura la disponibilidad cercana de materia prima • <u>Ubicación con respecto al puerto:</u> Entre Ríos es, entre las posibles localizaciones, la más cercana al puerto, lo que disminuye altamente los costos de flete de transporte de producto terminado. • <u>Producto en el mercado:</u> la consideración del pellet como commodity en el mercado internacional hace que las barreras de entrada a este mercado sean bajas sin necesidad de una estrategia de diferenciación. • <u>Producto sustituto renovable:</u> al ser una fuente de energía renovable, el producto está posicionado en el mercado europeo como una alternativa de generación de energía con incentivos económicos y se acerca a consumidores con mayor conciencia del impacto climático. • <u>El proceso productivo del pellet de madera:</u> la materia prima es un desperdicio de otra industria, lo que lo hace barato y fácil de conseguir, dado que ellos buscan descartarlo y si es posible comercializarlo. Además, en cuanto al proceso, se considera eficiente y con pocas pérdidas: la principal pérdida es por la humedad que contiene la materia prima. • <u>Capacitación de operarios:</u> el proceso productivo del pellet de madera requiere un bajo grado de capacitación de la mano de obra. 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Alta dependencia de los aserraderos de la zona:</u> Se limitará la cantidad de proveedores posibles a los que se encuentren dentro de un radio de 70 km de distancia. Al no ser su fuente principal de ingreso, se depende fuertemente de su voluntad para vender el aserrín. • <u>Dependencia del rendimiento de la industria forestal:</u> al ser un residuo de otra industria se depende de que tan alto es su nivel de producción para obtener la materia prima para el pellet. No es rentable, ni ambientalmente aceptable, la tala de árboles simplemente para la producción de pellets. • <u>Altos costos logísticos:</u> los costos de transporte se llevan un gran porcentaje de los costos, tanto en el traslado de materia prima como de producto terminado. • <u>Precio del pellet europeo industrial:</u> la venta al exterior solo es posible en el formato para la venta en el uso doméstico ya que el precio es mayor que el de la venta en industrias. • <u>Certificación para venta al exterior:</u> la necesidad de una certificación ENplus hace que se deban cumplir ciertos requisitos obligatorios a tener en cuenta en la cadena productiva del producto.

ANÁLISIS EXTERNO

Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • <u>Europa mayor consumidor que productor</u>: esto hace que haya países dentro de Europa dispuestos a importar de otras regiones del mundo dado que su capacidad productiva no es capaz de satisfacer la alta demanda. • <u>Alto crecimiento en el consumo de pellets a nivel mundial</u>: se proyectan crecimientos a largo plazo en el consumo de pellets de madera, se puede entrar a las transacciones mundiales de este producto dado que cada vez aparecen más consumidores nuevos. • <u>Exención de aranceles</u>: para la importación de equipos hasta 31/12/2017. Obtener equipos de mayor calidad. • <u>Incentivos fiscales para energías renovables en el exterior</u>: muchos países europeos tienen incentivos fiscales para la compra, en uso doméstico, de calderas aptas para la quema de este combustible. • <u>Consumo doméstico alto en Europa</u>: dentro de la Unión Europea el consumo doméstico y la generación de energía térmica forma la mayor parte de los usos que se la da al pellet de madera. En total es cerca de un 65% del mercado doméstico, mientras que en países como Italia el mercado doméstico alcanza un 95% del total. • <u>Posibilidad de que se abra un mercado local</u>: como alternativa para el mercado internacional se puede considerar la posibilidad de la producción de pellets para un mercado argentino cada vez más enfocado en el desarrollo de las fuentes de energías renovables • <u>Proyecto y legislaciones a favor de la biomasa a nivel local</u>: enfoque del gobierno en la generación de energía por fuentes renovables podría alcanzar mejores incentivos y promover educación sobre la importancia del uso de estas fuentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Costos inestables y crecientes de transporte</u>: es poco predecible cuanto puede crecer el precio del transporte, esto podría afectar la rentabilidad del negocio. • <u>Industria Forestal en decrecimiento</u>: las extracciones de árboles y el volumen de ventas en la industria están levemente decrecientes desde 2014 con una mayor caída en 2016 aunque se espera que sea reversible. • <u>Oferta en alto crecimiento</u>: puede generar una baja en el precio del pellet de madera que haga que la venta al exterior no sea rentable. • <u>Inviernos de mayores temperaturas</u>: comparado a otros años, los inviernos en Europa fueron más calurosos lo que generó un crecimiento menor en la demanda de pellets de madera. • <u>Estacionalidad en el uso de pellets en el mercado doméstico</u>: en los meses de invierno europeos, diciembre, enero y febrero, se marca un aumento en la demanda dado que se requiere mayor calefacción.

3.3.1. Conclusiones

A partir de un análisis interno y externo, breve pero claro de la posición en que se encuentra la nueva empresa, surgen posibles estrategias a implementar. Se identifican entonces como estrategias ofensivas, reactivas, adaptativas y defensivas que resumen el perfil de la estrategia que la compañía deberá adoptar.

Estrategias Ofensivas (Fortalezas – Oportunidades)

- Al ser un producto generado a partir de fuentes renovables y encontrarse posicionado como un commodity a nivel internacional, el alto crecimiento de la demanda hará que sea fácil entrar a este mercado, asegurando las ventas al exterior.
- Al haber un mercado exterior más desarrollado y un mercado local muy poco desarrollado con un valor del aserrín muy bajo, es importante utilizar esta ventaja como una ventaja competitiva a la hora de aprovechar los bajos costos. Esto hará que el margen de ganancia sea mayor, siendo capaces de reinvertir lo ganado para hacer una empresa que venda a mayor escala.
- Aprovechamiento de las exenciones arancelarias para conseguir equipos de alta calidad y eficiencia del exterior. Esto aumentará eficiencias en el proceso de producción y disminuirá costos en desperdicios y capacitaciones, que ya son bajos. Podrá ser la posibilidad del desarrollo de una estrategia competitiva en el caso de apuntar en un futuro al mercado local.
- Teniendo una ubicación estratégica con respecto a los proveedores, al puerto (puerta al mercado externo) y a potenciales consumidores locales, se puede utilizar el alto crecimiento que padecen actualmente los pellets en el mercado internacional para que la empresa alcance un mercado seguro y rentable los primeros años. En estos años, además, dedicarse a desarrollar el mercado local, para que, en un futuro, tener la posibilidad de enfrentar el mercado local como una de las empresas mejores posicionadas, con trayectoria y flexibilidad al cambio.
- Asociación y utilización de proyectos como Probiomasa, que parte del Ministerio de Agroindustria de la Nación para educar y fomentar el uso de pellets de madera para la generación de energía, desarrollando un mercado local cada vez más demandante de fuentes renovables y baratas de energía. La asociación abre la posibilidad de promoción pública del producto en diferentes eventos o trabajos generados por esta entidad.

Estrategias Defensivas (Debilidades – Amenazas)

- Se busca una asociación fuerte con el encargado de transporte, principalmente, del producto terminado al puerto. Sus fluctuaciones y posibles aumentos en el costo podrían afectar a la rentabilidad del negocio, por eso es importante trabajar como socios y no considerarlos empleados.
- Se debe generar una asociación fuerte también en la cadena de abastecimiento dado que, hay que tener certeza de que, aunque la industria de la madera no crezca por unos años, el

volumen de materia prima necesario estará disponible. Para esto se deberá pagar un costo relativamente mayor por la materia prima para poder alcanzar el volumen necesario de producción.

Estrategias Reactivas (Fortalezas – Amenazas)

- En cuanto a la estacionalidad en la demanda, se aprovecha la capacidad de almacenaje del producto para cubrir la variación en las ventas. Se deben tener en cuenta consideraciones de que el almacenaje se realice con el producto ya embalado en ambientes secos para que sea menor la posibilidad de pérdida que se pueda generar por el agua.

Estrategias Adaptativas (Debilidades – Oportunidades)

- Las oportunidades presentadas para el contexto italiano permiten llegar un mercado que ya está desarrollado y adaptado al uso de los pellets, pero para alcanzar al mismo se necesita certificar la producción de tal manera que el producto alcance el estatus del pellet ya distribuido en la región.

4. Segmentación del mercado externo⁴⁹

4.1. Segmentación geográfica

Se va a estudiar el mercado de pellets a nivel global y, el primer parámetro importante para lograr diferenciar los mercados potenciales es identificar las zonas que presenten mayor dependencia externa de este producto. La dependencia energética varía notablemente según la región del planeta. Es por eso por lo que se decide iniciar el análisis con una segmentación geográfica del mercado de pellets, como se observe en la Figura 13⁵⁰

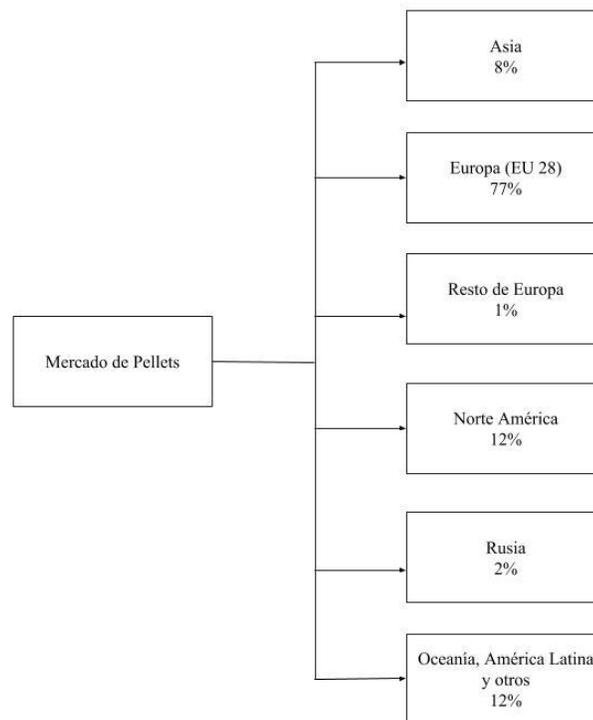


Figura 13. Segmentación Geográfica del mercado de pellets, con sus respectivos porcentajes de participación del consumo de pellets en el mercado global

4.1.1. Norteamérica

En Norteamérica ha surgido un mercado en los últimos años como respuesta a la demanda europea. El consumo interno en Estados Unidos y Canadá no es suficiente para la capacidad instalada, y en las proyecciones mostradas en el Gráfico 7, puede verse que la tendencia de consumo sube muy lentamente en comparación con otras regiones del mundo. Esta tendencia pudo haber sido

⁴⁹ Se desarrolla la Segmentación del Mercado Interno en el ANEXO pag 97

⁵⁰ WPAC Annual Conference (2016), John Bingham. *The global Outlook for pellet Market*. Recuperado el 21 de mayo del 2017. <https://www.pellet.org/wpac-agm/images/2016/JohnBingham-The-global-outlook-for-wood-pellet-markets.pdf>.

modificada de haberse implementado el Clean Power Plan, pero bajo la administración de Donald Trump esta opción se vio relegada. Es por eso por lo que su principal actividad es la de exportación, es decir que, no hay mercado para iniciar la actividad en esta región.

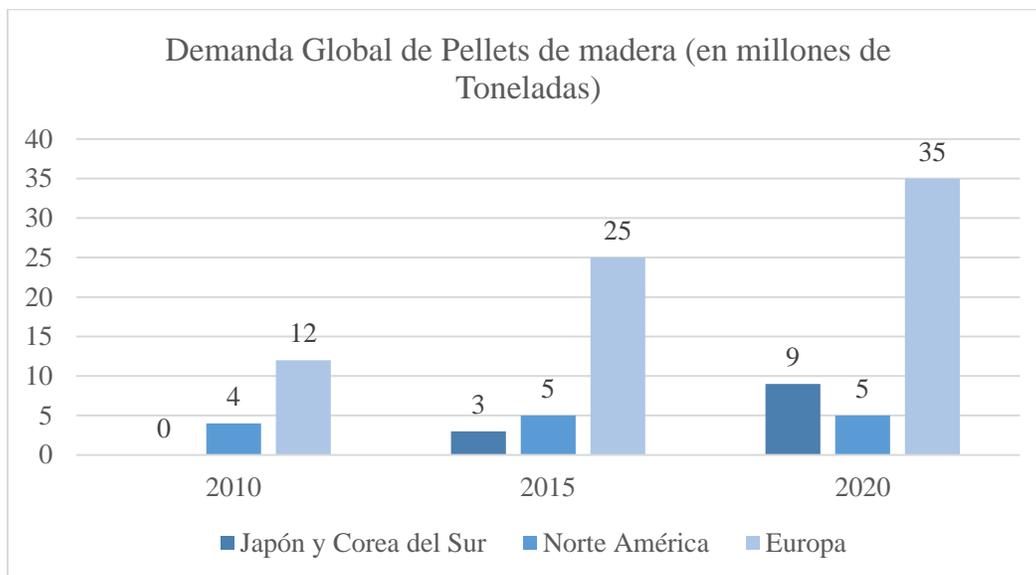


Gráfico 7. Demanda global de pellets de madera

4.1.2. Asia⁵¹

En el caso de la región asiática, hay una dependencia energética muy acentuada, sobre todo en Japón y Corea del Sur. Estos países son los que han registrado mayor número de importaciones de pellets para uso industrial en los últimos años provenientes de Estados Unidos, Canadá, China⁵², Tailandia, Indonesia y Vietnam⁵³. Si Japón continúa con la misma tasa de conversión⁵⁴ a esta tecnología, se prevé grandes demandas en el futuro⁵⁵. Lo que estimula este crecimiento es el mix de energía que el gobierno ha seleccionado para el año 2030 y los objetivos de emisión de dióxido de carbono, que obliga a cada industria a reducir sus emisiones. Corea del Sur es el principal importador de la región y ha iniciado un compromiso para ampliar su inversión en energías renovables.

⁵¹ Wood Pellet Association of Canada. a (2017) *The Voice of Canada's Growing Pellet Sector*. Recuperado 21 de mayo del 2017. <https://www.pellet.org/wpac-news/global-pellet-market-outlook-in-2017>

⁵² Se debe mencionar que China tiene una limitada cuota de espacio forestable, aunque si tiene mucha tierra para uso agrícola. La dificultad de los pellets con productos provenientes de esta actividad es el daño que pueden hacerle a las calderas por diferencias importantes con los pellets de madera.

⁵³ Biomass Magazine (2016) *Asian Wood Pellet Producer & Market Snapshot*. Recuperado 21 de mayo de 2017 <http://biomassmagazine.com/articles/13880/asian-wood-pellet-producer-market-snapshot>.

⁵⁴ Esta está impulsada por la nueva política que aplica una tarifa FIT (Feed in Tariff) a las plantas independientes de generación que opten por opciones renovables. U.S. Industrial Pellet Association. (2016). *Industrial Wood Pellets in Japan Market Drivers and Potential Demand*. Recuperado de 21 de mayo de 2017 <http://www.futuremetrics.info/wp-content/uploads/2016/11/Japan%20Markets%20-%20William%20Strauss%20-%20FutureMetrics%20-%20USIPA%202016.pdf>

⁵⁵ Eurostat (2017) *Your key to European statistics*. Recuperado 21 de mayo de 2017 <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

Tailandia tiene varias políticas que promueven la producción y uso de energía renovable y actualmente se encuentran implementando el Plan de Desarrollo de Energías Alternativas (2015-2036). Tiene el potencial para generar una importante cantidad de pellets anuales, incluyendo los provenientes de la agricultura y los de desechos forestales. Los productores del país apuntan a no realizar desarrollo de mercado, sino solo encargarse de vender a un distribuidor en los mercados de Corea del Sur y Japón. El consumo local también ha aumentado significativamente, pero solo en el ámbito industrial.

Indonesia también ha aumentado su producción, y la mayor parte de la misma está destinada a exportación, fundamentalmente a Corea del sur. En 2015, 76.000 toneladas fueron exportados y 61.000 solo a Corea del Sur. Hay una fuerte planificación de aumentar la capacidad productiva, buscando abastecer el mercado asiático.

China creció significativamente desde 2013 hasta 2014 llegando a 370.000 toneladas de producción, de los cuales 165.654 toneladas fueron exportadas. En 2015 las exportaciones bajaron a 52.000 toneladas y se debió en gran parte a que Vietnam gano competitividad y les quito gran parte del market share de Corea del Sur y las exportaciones realizadas, solo fueron a Japón.

En Malasia la producción también aumentó considerablemente en los últimos años, en 2014 produjeron 180.000 toneladas, de las cuales 170.000 fueron exportadas a Corea del Sur. Son nuevos en el mercado y sus principales competidores se encuentran en Tailandia, Indonesia y Vietnam.

4.1.3. Oceanía

Oceanía es un mercado en desarrollo, su consumo es de 60,000 toneladas anuales, el cual es ampliamente inferior a su capacidad instalada. Para el 2020 se pronostica un posible aumento a 130.000 toneladas, siendo aún un número muy inferior al de producción local, por lo que se busca la llegada a los crecientes mercados asiáticos.

4.1.4. América Latina

Los mercados más importantes de América Latina se encuentran en Brasil, Chile y Argentina. Brasil y Chile desarrollan sus mercados internos mientras se centran en la exportación, principalmente hacia Europa (y en menor medida a Asia). Sin embargo, la venta interna se ve dificultada por la presencia de subvenciones y la falta de desarrollo de mercado y estímulos estatales.

4.1.5. Europa

Europa es el principal productor, consumidor e importador de este producto. La tendencia ha sido la de un rápido crecimiento, tanto en la demanda de pellets para uso industrial como la demanda para uso doméstico. Este fenómeno se vio impulsado por los incentivos del gobierno, que buscan llegar a cumplir su desafío de reducción en las emisiones de dióxido de carbono. Por otro lado, los altos precios de los servicios domésticos incentivaron a la población a buscar alternativas más económicas. Es por eso por lo que, en los países en los que se establecieron políticas que incentivarán el desarrollo doméstico y facilitaran la transición, hay un mayor consumo.

Luego del análisis de las diferentes regiones, se descartan aquellas opciones en las que se presente un exceso en la capacidad con respecto a la demanda de la zona, es el caso de Norteamérica, Oceanía y Latinoamérica. Las zonas significativas para el análisis son entonces Europa y Asia, y son las que concentran los mayores valores de dependencia externa de este recurso, como puede verse en el Figura 14⁵⁶.

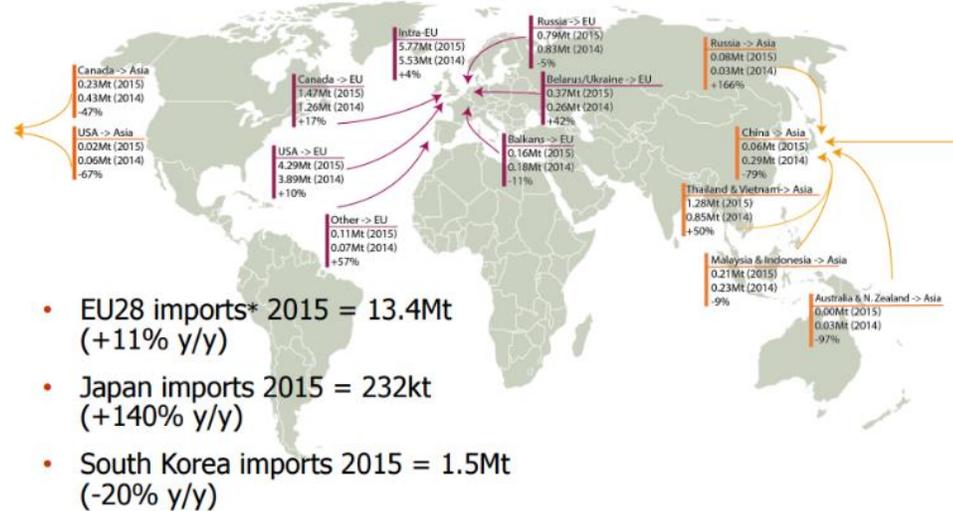


Figura 14. Intercambio global de pellets de madera

4.2. Segmentación por usos en Regiones de interés

Para lograr interpretar las tendencias de cada región, se debe tener en cuenta que hay dos posibles mercados para el pellet de madera, según su uso (la industria y el uso para calefacción). De esto surge la segmentación por usos que se observa en el Figura 15.

⁵⁶ Eurostat (2017) *Your key to European statistics*. Recuperado 21 de mayo de 2017 <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

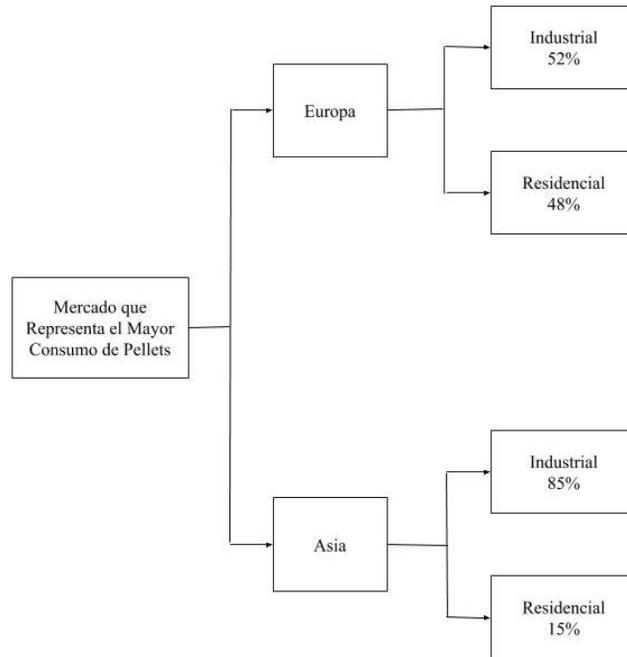


Figura 15. Segmentación por usos de las regiones de interés

La demanda originada por la industria está influenciada, en gran parte, por las políticas de estado para la reducción de emisiones de dióxido de carbono. En cambio, la demanda a raíz del uso para calefacción está relacionada con la temperatura en los meses fríos del año.

El consumo europeo es el mayor del mundo, con 23 millones de toneladas anuales. El 50% es consumido por la industria y el restante 50% para uso doméstico. Estos valores se dan si se considera la totalidad del conjunto de todo el continente, pero varía notablemente entre países, como puede verse en el Figura 16.⁵⁷

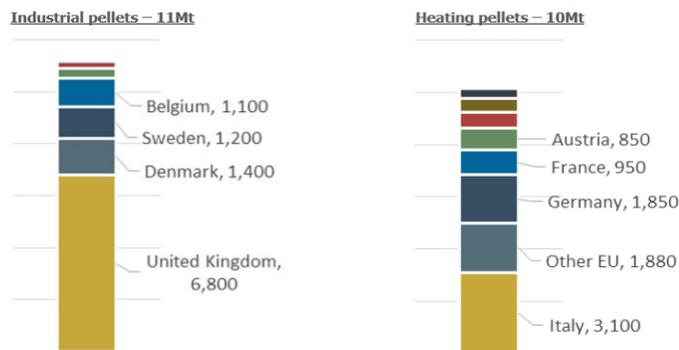


Figura 16. Demanda de pellets de madera en Europa, año 2015.

⁵⁷ Hawking Wright (2016) *The Global Outlook for Wood Pellet Markets*, John Bingham. Recuperado 21 de mayo del 2017 <https://www.pellet.org/wpac-agm/images/2016/JohnBingham-The-global-outlook-for-wood-pellet-markets.pdf>

En el caso de Asia, el consumo está centrado en la industria y las proyecciones de aumento de la demanda también están centradas en este sector. Asia está consumiendo dos millones de toneladas, de las cuales un 15% está destinado a consumo doméstico y un 85% a usos industriales.

El precio industrial y el precio domestico varían considerablemente. El precio final para el consumidor doméstico al 2016 en Alemania es de 47 €/MWh, ⁵⁸y cada tonelada de producto certificado posee 4,6 MWh, por lo que el precio final sería 216€/t, en el caso de Italia el valor es de 65€/MWh o 299€/t (siendo uno de los valores más altos dentro de Europa).

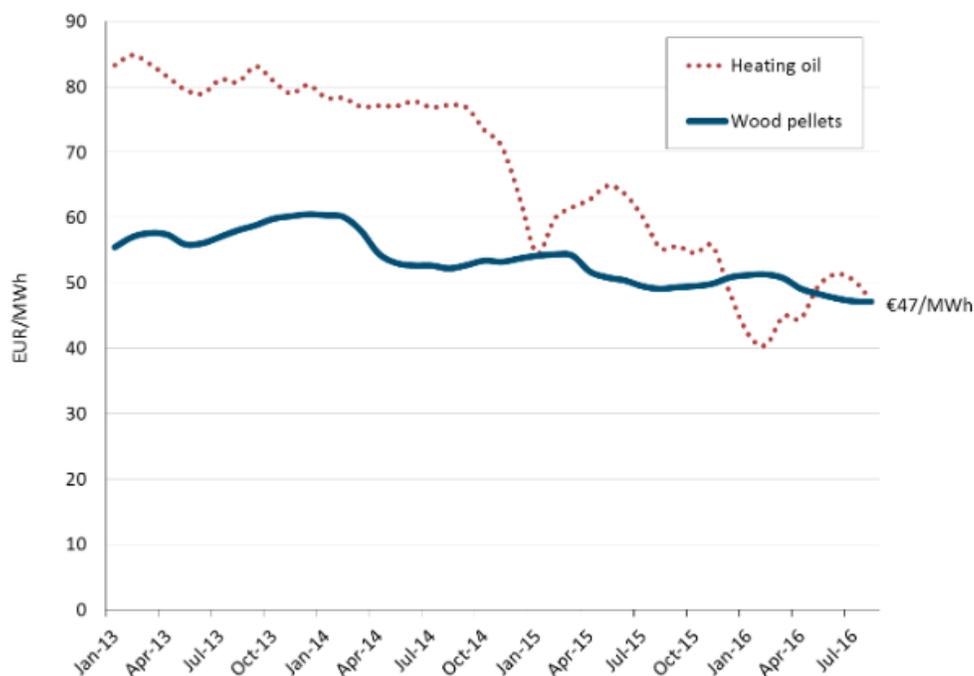


Figura 17. Precio del aceite para calefacción (rojo) y de los pellets de madera.

⁵⁸ USDA Foreign Agriculture Service (2016) *The Italian Wood Pellet Market*, Ornella Bettini. Recuperado el 21 de mayo del 2017 https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/The%20Italian%20Wood%20Pellet%20Market%20_Rome_IItaly_8-11-2016.pdf

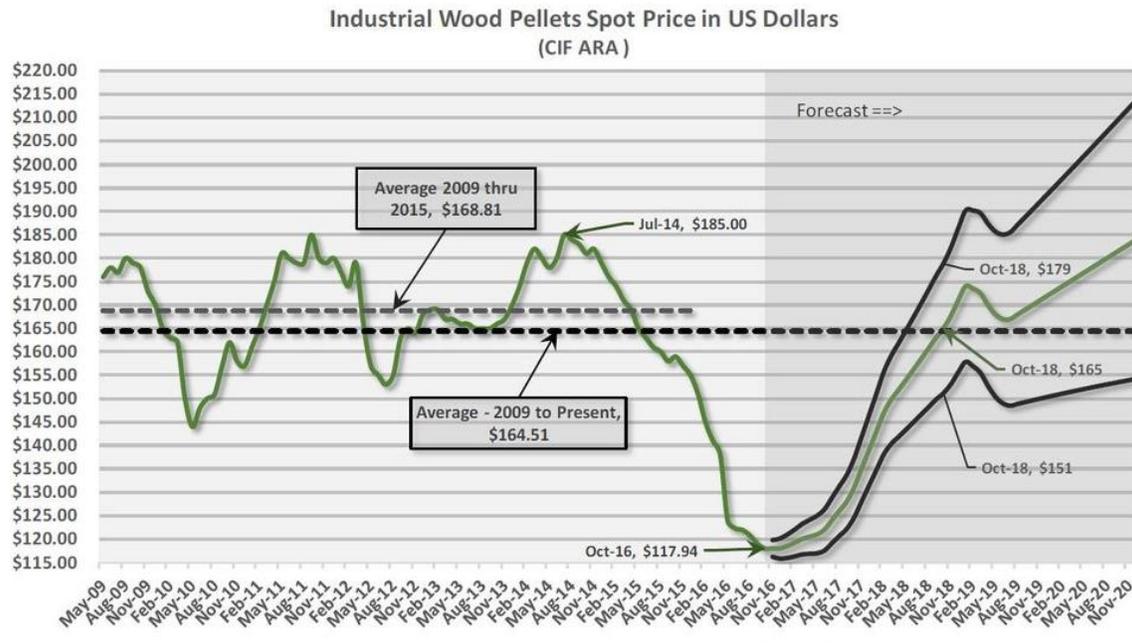


Figura 18. Precio industrial del Pellet en Europa en dólares americanos

En cuanto al precio industrial, se ve en la Figura 18⁵⁹ que el valor al año 2016 es de 118 €/t. El valor FOB Buenos Aires al que se puede vender el producto, teniendo en cuenta los costos, es de 120 €/t, resultando imposible apuntar al mercado industrial.

Se observa en la Figura 17 y Figura 18 que los precios industriales siempre tienden a menores valores que los domésticos (incluso en las regiones de precios inferiores, como Alemania). Se establece entonces como objetivo, los mercados que estén centrados en usos domésticos, es por eso por lo que no se tendrá en cuenta a Asia para el análisis⁶⁰. También puede descartarse ciertas regiones de Europa que solo utilizan el pellet para fines industriales, como en el caso de la región norte. Los países con mayor consumo para calefacción son los que se muestran en el Figura 19⁶¹.

⁵⁹ U.S. Industrial Pellet Association. (2016). *Industrial Wood Pellets in Japan Market Drivers and Potential Demand*. Recuperado de 21 de mayo de 2017 <http://www.futuremetrics.info/wp-content/uploads/2016/11/Japan%20Markets%20-%20William%20Strauss%20-%20FutureMetrics%20-%20USIPA%202016.pdf>

⁶⁰ También se considera para esta simplificación, la gran distancia de estos mercados que afectan el costo del producto y la gran competitividad que presentan los mercados de Vietnam, China y Malasia que preparan su producción para lograr exportar a los futuros grandes demandantes, Corea del Sur y Japón.

⁶¹ Hawking Wright (2016) *The Global Outlook for Wood Pellet Markets*, John Bingham. Recuperado 21 de mayo del 2017 <https://www.pellet.org/wpac-agm/images/2016/JohnBingham-The-global-outlook-for-wood-pellet-markets.pdf>

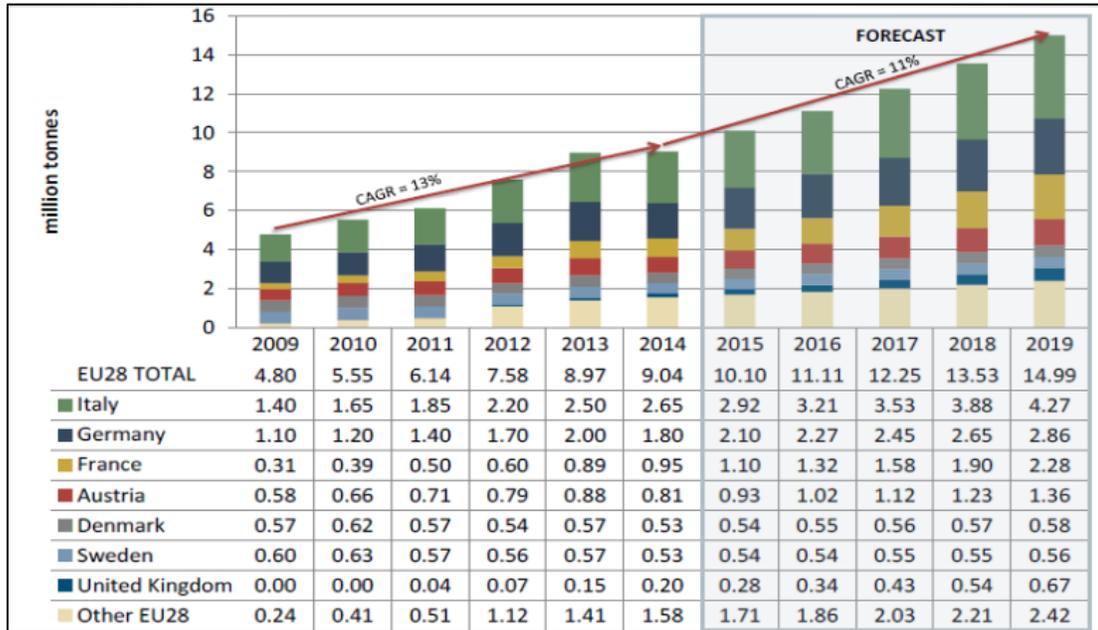


Figura 19. Demanda europea de pellets para calefacción por país y proyección

El mayor consumo doméstico se presenta en Italia, en gran medida impulsado por los altos costos de los servicios energéticos⁶², y que hace que el pellet represente un beneficio económico considerable para la población. Esto explica el gran crecimiento que pudo verse en los últimos años.

4.2.1. Mercado Italiano ⁶³

El mercado italiano consume actualmente 3,5 millones de toneladas anuales (se espera llegue a 5 millones de toneladas en el año 2020), siendo el 96% para uso doméstico, entre estufas (81%) y calderas domésticas (15%), como se ve en el

⁶² Según el Ministerio de Desarrollo Económico de Italia, Italia es el segundo país de Europa 28 con mayor Alícuota fiscal para el consumo energético y el tercero en recaudación estatal proveniente de este sector. Ministerio Dello Sviluppo Economico (2016) *La Situazione Energetica Nazionale nel 2015*. Recuperado 21 de mayo de 2017 http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/Situazione_energetica_nazionale_2015.pdf

⁶³ AIEL, (2017) *Agriforenergy. Mercati &Prezzi*. Recuperado 21 de mayo 2017 https://dl.dropboxusercontent.com/u/111513989/Rivista/Anno2017/n1_2017/prezzi_1-2017.pdf

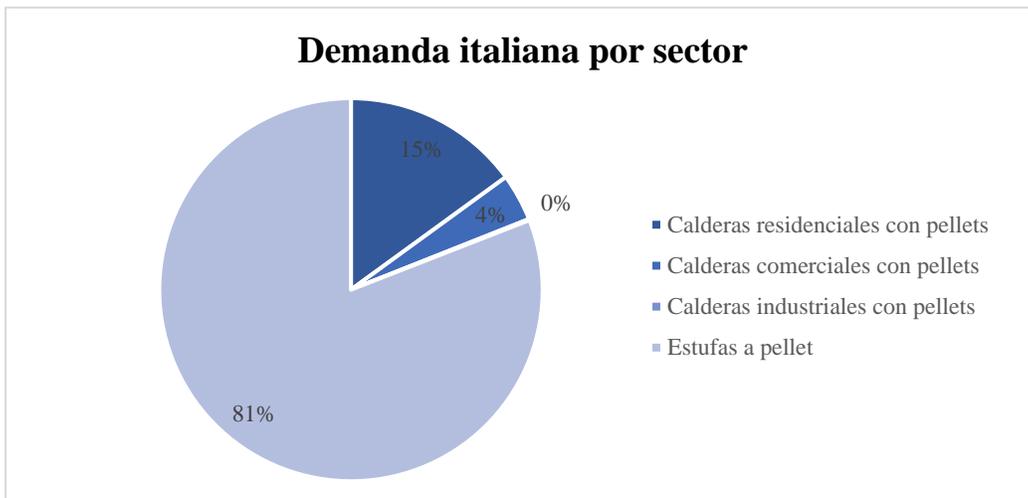


Gráfico 8. Demanda italiana por sector (2015)

El pellet en Italia ofrece una forma económica de calefacción y la diferencia en los precios se observa en el Gráfico 9⁶⁴.

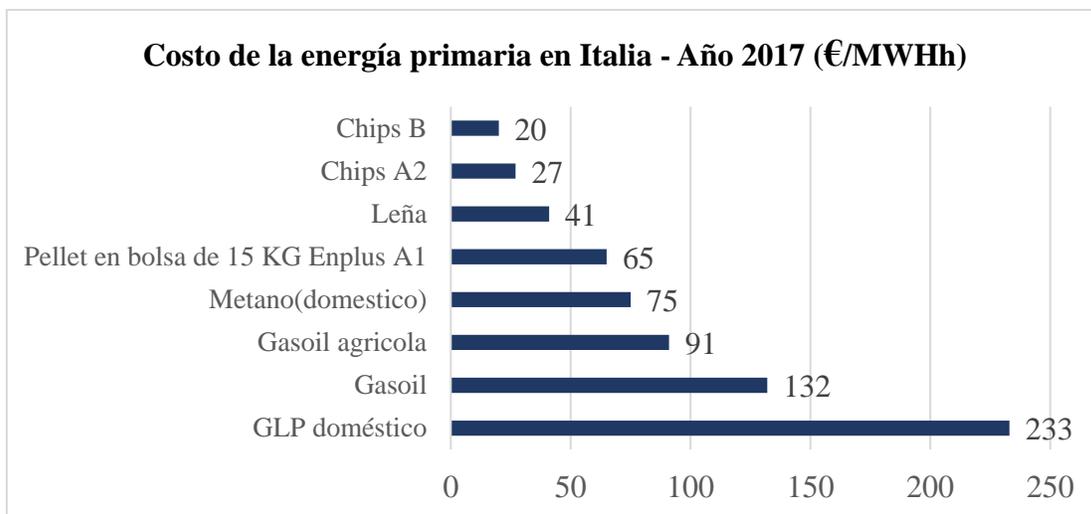


Gráfico 9. Costo de energía primaria en Italia.

Cabe aclarar que el menor costo está dado en los chips de madera, sin embargo, para el uso doméstico se prefiere el pellet, que permite una mayor duración de los equipos. El menor costo de este tipo de combustibles impulsó el crecimiento del mercado de pellets para calefacción de

⁶⁴ Fuente: AIEL (Asociación Italiana de Energía Agroforestal). Elaboración propia.

hogares. La mayor parte de la venta se realiza en bolsas de 15kg y su distribución es a través de diversos medios tales como mayoristas, minoristas y hasta ferreterías.

Existen dos políticas gubernamentales que apoyan al desarrollo del mercado. En primer lugar, la “*Ristrutturazione Edilizia*” establece un 50% de descuento en las expensas de compra e instalación de calderas de pellets. Esta política se mantendrá vigente hasta después del año 2020. En segundo lugar, existe un “*Feed-In Tariff*” llamado “*Conto Térmico*” que apoya a pequeños emprendimientos, distribuyendo 900 millones de euros anuales para mejorar el uso eficiente de la energía e impulsar la producción de energía en base a medios renovables. El decreto se basa en el reemplazo de calderas tradicionales (excluyendo aquellas a base del gas natural) por calderas preparadas para quemar fuentes de energía renovables tales como el pellet de madera. Se introdujo en el año 2012, y en mayo del 2016 se reestructuró para favorecer aún más el cambio.⁶⁵

La certificación *ENplus* se encuentra en rápido crecimiento, marcando un punto de referencia importante para tener en cuenta para la venta de pellets en el mercado italiano. La certificación asegura la calidad del pellet, tomando como base normas ISO, desde su producción hasta su venta final.

Del total, solamente 15% es abastecido por la industria local, el resto del consumo es importado, la mayoría desde países europeos, destacándose Austria, Alemania y Croacia. Canadá y Estados Unidos representan la importación desde Norteamérica, que no alcanza cantidades similares a aquellas de sus competidores europeos. También se registran importaciones desde Nueva Zelanda.

4.3. Conclusiones

El mercado italiano resulta de particular interés para el estudio, por ciertos motivos. El hecho de que el 96% de su consumo sea de tipo doméstico hace factible la comercialización, ya que presenta un mayor precio de venta. Por otro lado, el pellet de madera es un producto de fácil deterioro a la hora de transportarlo ya que, de entrar en contacto con mucha humedad o agua líquida, pierde su poder calorífico, por lo que, el transporte en bolsas de 15 kg para venta domestica mitiga este problema. Entonces, transportar los pellets en bolsas plásticas les da más protección y, por tanto, menos posibilidad de pérdidas durante el transporte marítimo.

Por otra parte, el mercado italiano de pellets de madera tiene la característica de depender fuertemente de la importación ya que la demanda excede ampliamente la producción local, como puede verse en el Figura 20⁶⁶. La demanda creciente del producto representa una oportunidad de negocio para el caso de estudio.

⁶⁵ Proyección de la instalación de calderas de pellets de madera hasta el 2024 elaborada por la Asociación Italia de Energía Agroforestal (AIEL) Ver Gráfico Anexo 3. Consumo comparado con

⁶⁶ AIEL (Assoiaziones Italiana Energie Agroforestali) (2014) *Development of the Italian Pellet Market*, Annalisa Paniz. Recuperado el 21 de mayo del 2017 https://www.pellet.org/images/DAY%202-%2005%20-%20WPAC%202014%20-%20ANALIZE%20PANIZ%20-%202014-11-19_Vancouver_Paniz.pdf

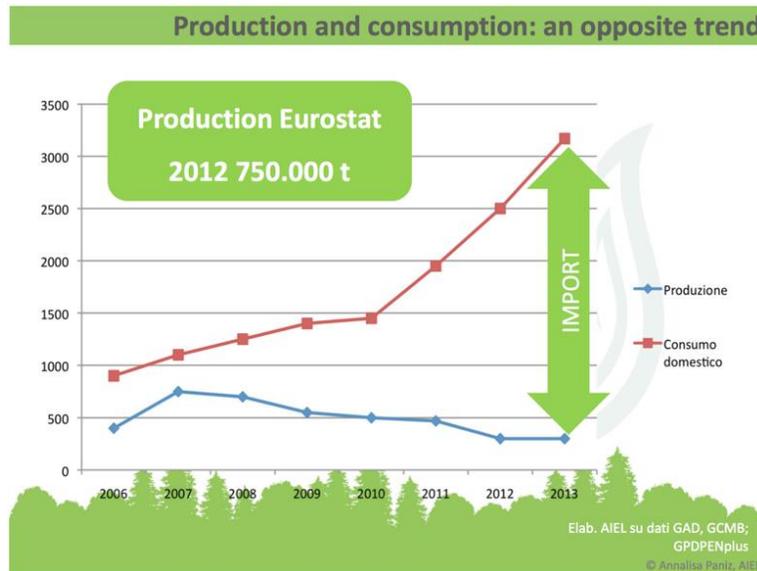


Figura 20. Producción y consumo de Italia

5. Posicionamiento

El posicionamiento implica la acción que realiza la empresa para dar una imagen distintiva dentro de la mente del mercado meta.

Al ser considerado un commodity, el posicionamiento de un producto de este tipo y la profundidad de su análisis no será de alta relevancia. En la estrategia comercial se definirán algunos conceptos para tener en cuenta para asegurar una óptima llegada al cliente.

5.1. Estrategia comercial

Como estrategia comercial se pone como prioridad la relación con los distribuidores. Para poder alcanzar la mayor cantidad de consumidores de pellets de madera potenciales y de la mejor manera, resulta vital la asociación con los distribuidores. Estos van a ser los verdaderos clientes del negocio, ya que serán quienes compran el producto para luego hacerlos llegar a los distintos minoristas o mayoristas de Italia. En el análisis de las 4P, se detalla más sobre quiénes son los principales actores y las razones por las cuales comprarían pellets exportados desde Argentina.

5.2. Análisis de las 4P

A pesar de que en la actualidad los pellets de madera no entran en la categoría oficial de commodities, estos pueden ser concebidos como tales al análisis estratégico del producto y de la empresa. La justificación de esta interpretación del producto se encuentra detallada en la sección de “Producto” de este documento. A nivel internacional, los pellets son considerados un commodity.

Como consecuencia de esta premisa, el análisis de las 4P (Producto, Precio Plaza y Promoción) no requerirá gran profundidad, por lo que no se considera de especial relevancia para el estudio de

prefactibilidad. Para comenzar, el análisis de la Promoción quedará descartado ya que se entiende que cuando un producto se comporta como un commodity no requiere de promoción o publicidad para llegar al cliente. El resto de los parámetros se analizan a continuación.

5.2.1. Producto

Los pellets de madera pueden diferenciarse, uno de otro, según la materia prima a partir de la cual fueron producidos. No solo es importante qué parte del tronco se toma, sino también, por supuesto, qué especie de árbol es la que se utiliza en el aserradero y, por lo tanto, la que genera el aserrín. En Entre Ríos, el árbol con mayor superficie implantada es el Eucalipto, aunque también cuenta con una porción de pino cultivado. Esta provincia, además, exporta entre un 30 y 40% de esta última especie desde Corrientes. Las características diferenciales de este tipo de leña, ya mencionadas en la sección de Sector Foresto Industrial en la *Tabla 2* son las que afectarán al pellet fabricado en comparación con los pellets de otros competidores europeos o del resto del mundo.

Sin embargo, la certificación a la que se hace referencia previamente, la Certificación *ENplus*, estandariza los requisitos que deben cumplir los pellets para considerarse competitivos asegurando un bajo porcentaje de humedad y cenizas generadas, y un alto poder calorífico. En la *Figura 12. Valores umbral con los cuales deben cumplir los pellets para obtener la certificación ENplus* se encuentran esos valores que deben alcanzar los pellets certificados por lo que, se hacen cada vez más similares disminuyendo la posibilidad de diferenciar un pellet de otro en el momento de la elección. Cabe mencionar que es posible agregar ciertos aditivos a los pellets para mejorar sus propiedades de quemado, principalmente, aunque la *ENplus* contempla esto sin permitir que el porcentaje de aditivos en el pellet sea mayor a 2. Esta certificación no es obligatoria, sin embargo, al encontrarse estandarizada en Europa, con gran cantidad de productores adheridas a ella, si un productor no está certificado, se encuentra en clara desventaja. Por lo tanto, se considera un importante requerimiento de competitividad la obtención de este certificado. Se establece que el producto a comercializar estará regido bajo esta certificación.

5.2.2. Precio

El precio es un factor para el que tampoco cabe un análisis profundo dado que al comportarse como un commodity y ser un producto poco diferenciable, se toma el precio del mercado. Al existir una competencia casi perfecta del mercado, los productores de pellets de madera deben establecer su precio como tomadores de precio. De esta misma forma se realizará para el análisis de prefactibilidad. El estudio histórico de precios y las proyecciones para los próximos años se realizarán en detalle en la sección de Proyecciones de este informe.

5.2.3. Plaza

Una de las partes más importantes de la estrategia comercial de la empresa tiene que ver con quienes serán los compradores de los pellets. A la luz de nuestro negocio estos serán los distribuidores (y no el consumidor final). Así como existen certificaciones que garantizan cierta calidad para los productores de pellets, existen certificaciones análogas para los distribuidores. Se elegirá trabajar con aquellos distribuidores que cuenten con la Certificación *ENplus* al igual que los pellets que se comercializarán. Esto es así para contar con la ventaja competitiva de calidad para la llegada del producto al consumidor final. En la *Tabla 14*⁶⁷ se detallan los distribuidores a

⁶⁷ AIEL, (2017) *Agriforenergy. Mercati &Prezzi*. Recuperado 21 de mayo 2017 https://dl.dropboxusercontent.com/u/111513989/Rivista/Anno2017/n1_2017/prezzi_1-2017.pdf

los que se busca apuntar, y en la Figura 21 la distribución de localización de los mismos. Se hace una selección de los distribuidores que más cerca se encuentren del Puerto de Livorno, a donde llegarán los pellets exportados, y con ellos se buscará generar una asociación tal que se pueda alcanzar la mayor cantidad de consumidores potenciales.

Región Italiana	Distribuidores
Toscana	GPE S.R.L.
Emilia Romagna	Adriacoke Srl
	Lloyd Ravenna Spa
	Ricci Pietro Srl
	Salati E Montepietra Srl
Umbria	Eco Pellet Group SpA
	P-Trade Srl
Lazio	Interwest Srl

Tabla 14. Distribuidores por región

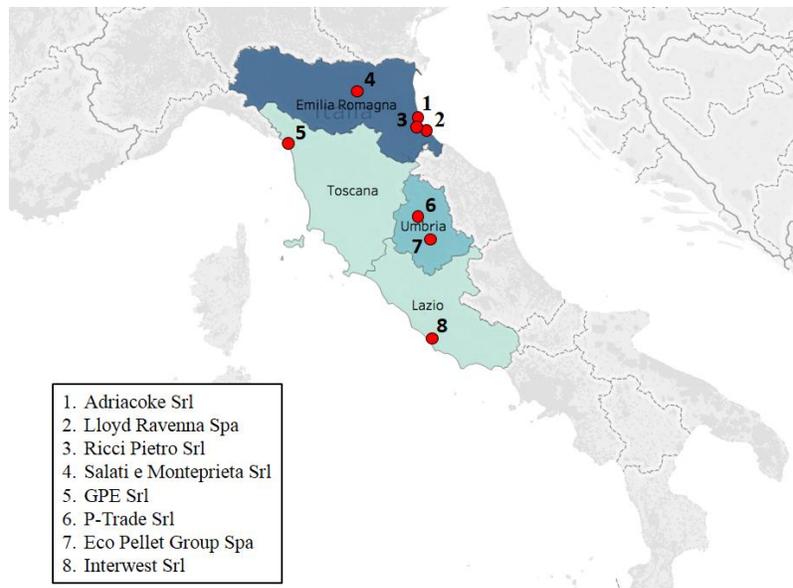


Figura 21. Mapa de distribuidores por región

5.3. Estrategia de Precio

Con respecto a la estrategia de precio se deberá analizar primero los factores externos que afectan al precio, y luego de esto se intentará reducir al mínimo los factores internos que afectan la ganancia ligado a los costos logísticos, costos de materia prima o de fabricación.

5.3.1. Factores externos

Como se mencionó, debido a la naturaleza del producto, se lo puede analizar como un commodity. En consecuencia, se tomará una estrategia de precios en cuanto al valor percibido del producto, de forma tal de alinearse al precio que fija el mercado. Como se ha mencionado anteriormente, se considera que el mercado es el más parecido al de competencia perfecta. Por esto es por lo que la premisa de que disminuyendo el precio se podría aumentar la cantidad vendida, no es válida dado que la cantidad a vender no la define la demanda sino la cantidad de materia prima con la que se cuenta. En contraste, si se estudia la posibilidad de aumentar el precio, el producto pierde competitividad debido a la carencia de posibilidad de diferenciarse.

En cuanto a normativas y certificaciones se tendrán en cuenta para ingresar al mercado todo lo relacionado con la materia aduanera para hacer posible la exportación y la obtención de la certificación antes mencionada para ingresar al mercado.

5.3.2. Factores internos

Es por esto que la estrategia para mejorar la rentabilidad estará centrada en la reducción de los costos. El factor de mayor peso en la estructura de costos son los gastos logísticos de materia prima y de producto terminado. Esto se debe a que la comercialización para que el negocio sea rentable requiere movimiento de grandes cantidades, sumándole también el pobre cubicaje que posee la materia prima. Se plantea entonces, una asociación con las empresas logísticas, en las que se puede obtener un precio diferencial, resultado de la gran cantidad de camiones requeridos mensualmente y de la condición de la alta demanda del cliente.

Otra estrategia que afecta los costos, es la decisión de pagar una tarifa mayor a la habitual a los proveedores de materia prima, ya que es de fundamental importancia asegurar el suministro de grandes cantidades de aserrín.

La ventaja diferencial que se intenta alcanzar con esta planta es la de crear relaciones con los colaboradores de la planta tal que se pueda asegurar la llegada del producto a los clientes: los distribuidores italianos. Es por esto que esto que los antes mencionados serán los factores más relevantes a considerar dentro de la cadena de distribución.

6. Proyecciones

6.1. Análisis de Precio

De acuerdo con el plan de negocios, el producto será exportado al puerto de Livorno, Italia. Se venderá a distribuidores que luego pondrán el producto en manos de las cadenas de supermercado, en donde se venderá al consumidor final.

Debido a que la producción de pellets en Italia no logra satisfacer el consumo, Italia debe importar la mayor parte de los pellets de madera que consume⁶⁸. El consumo de Italia paso de 472.000 toneladas en el 2009, a 1.2 millones de toneladas en el 2013. En cuanto a su producción se mantuvo constante con una leve tendencia decreciente. En el 2012 la producción local de pellets estaba en apenas 750.000 toneladas anuales.

⁶⁸ Ver Gráfico Anexo 3. Consumo comparado con . Fuente: AIEL

Como se mencionó anteriormente la mayor proporción del mercado de pellets de madera en Italia, se destina a uso doméstico, por esto se puede establecer que el precio competitivo será el del consumidor final puesto en góndola. Este será el precio que se analizará.

El mayor exportador de pellets de madera a Italia dentro de Europa es Austria.⁶⁹ Al 2015, Austria representaba el 25% de la importación a Italia. Siendo su principal proveedor en la región, Austria debe vender sus pellets en el mercado italiano de una manera que puedan competir. Los datos históricos que se muestran anteriormente corresponden a estos precios. Es por esto, que el análisis de precios se puede establecer a partir de esta información.

Además, dado que en Austria la producción excede al consumo⁷⁰, este exporta casi la totalidad de su excedente a Italia⁷¹. Este, fija sus precios en base al precio de compra en Italia.

Para el distribuidor es inviable económicamente comprar el producto a un precio no competitivo. Este precio será fijado por el precio que percibe el consumidor final. Como el principal importador es Austria, se utilizaron los precios que fija Austria para la venta al consumidor final en el mercado italiano.

Se obtuvieron los datos históricos de pellets⁷² de madera:

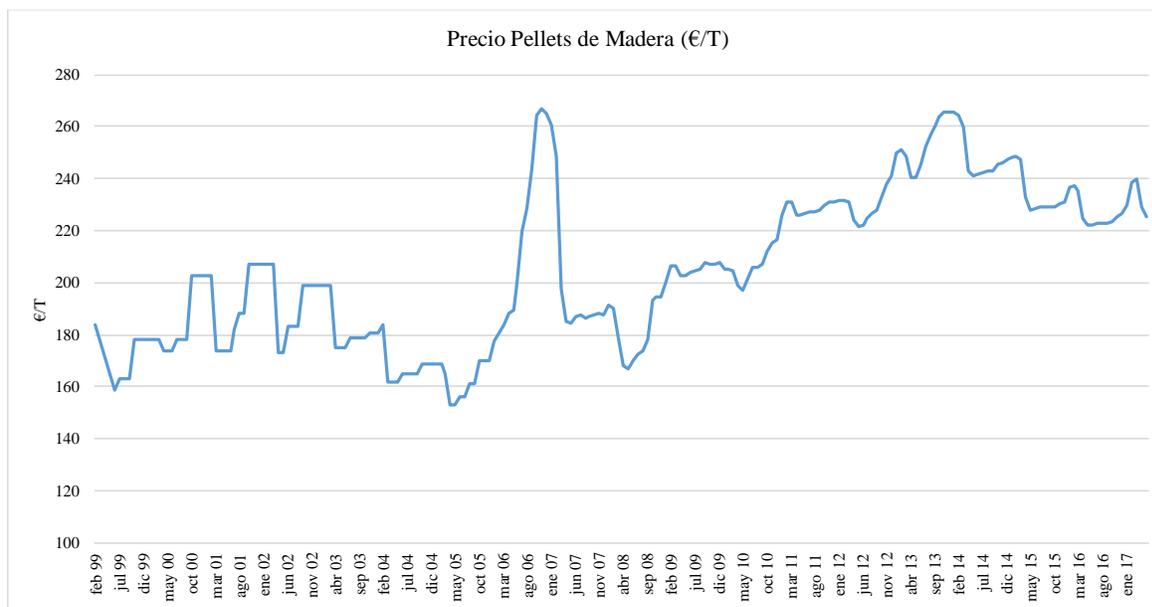


Gráfico 10. Datos históricos de los precios de pellets mensuales de Austria de 1999 a 2017

⁶⁹ Ver Gráfico Anexo 4. Mercado de importación Italia Información provista por Global Agricultural Information Network.

⁷⁰ Ver

Gráfico Anexo 5. Consumo y producción en Austria Datos provistos por Propellets (Austria), elaboración de Propellets.

⁷¹ C. Schlagitwei. (comunicación personal, 2 de mayo, 2017) – Propellets Austria

⁷² Elaboración propia a partir de Data provista por contacto en Propellets (Austria). Ver Tabla Anexo 1. Tabla de precios Históricos de pellets Parte I

En cuanto al análisis de proyección de precios es indispensable entender la naturaleza del producto. Los pellets de madera son productos sin diferenciación entre los distintos productores. Existen distintas certificaciones, garantizando las diferentes calidades de producto en base a su poder calorífico. Sin embargo, dos pellets provenientes de distintos productores con la misma certificación no serían posibles de diferenciar uno del otro. Adicionalmente, a nivel internacional, los pellets poseen un precio que está establecido por el mercado y no presenta variaciones importantes entre países. Es por esto, que se puede establecer que los pellets de madera tienen un comportamiento que se asemeja al de un commodity, como puede ser el café, por ejemplo. Por lo tanto, se decidió seguir adelante con un análisis de precio basándose en la concepción del producto como un commodity. Se proyectaron los precios de los pellets hacia 10 años en base a una regresión a la media o Mean Reversion, metodología típicamente utilizada para commodities. Para ello, fue necesario comprobar la teoría de Random Walk. Esta teoría se basa en que las fluctuaciones de precios no contienen información útil que pueda predecir su comportamiento futuro.

6.1.1. Verificación Random Walk

Este tipo de modelización toma como supuesto que la variable (en este caso el precio) en un período determinado es función de la variable en el período anterior, más un error aleatorio. Matemáticamente esto se puede expresar como:

$$Y_t = Y_{t-1} + E_t$$

En donde Y es el precio, E el error y t el período determinado.

Para establecer que el error es aleatorio con distribución normal se tuvieron que probar una serie de aspectos. En primer lugar, la correlación entre E_t y E_{t-k} debe tender a cero. Para el estudio se consideraron errores hasta cuatro períodos anteriores. Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

E_t con respecto a	Coefficiente de Correlación
E_{t-2}	0,28
E_{t-3}	0,27
E_{t-4}	0,26

Tabla 15. Resultados del estudio de correlación de los errores.

Se tomó la conclusión que estadísticamente, la correlación entre E_t y E_{t-k} es baja y se acepta para la continuación del análisis.

El siguiente punto por controlar es la existencia de una correlación fuerte entre Y_t e Y_{t-1} . El valor del coeficiente de correlación es de 0.97, valor sumamente aceptable. Se presenta una gráfica Y_t vs. Y_{t-1} , para mostrar existencia de una fuerte correlación entre ambas:

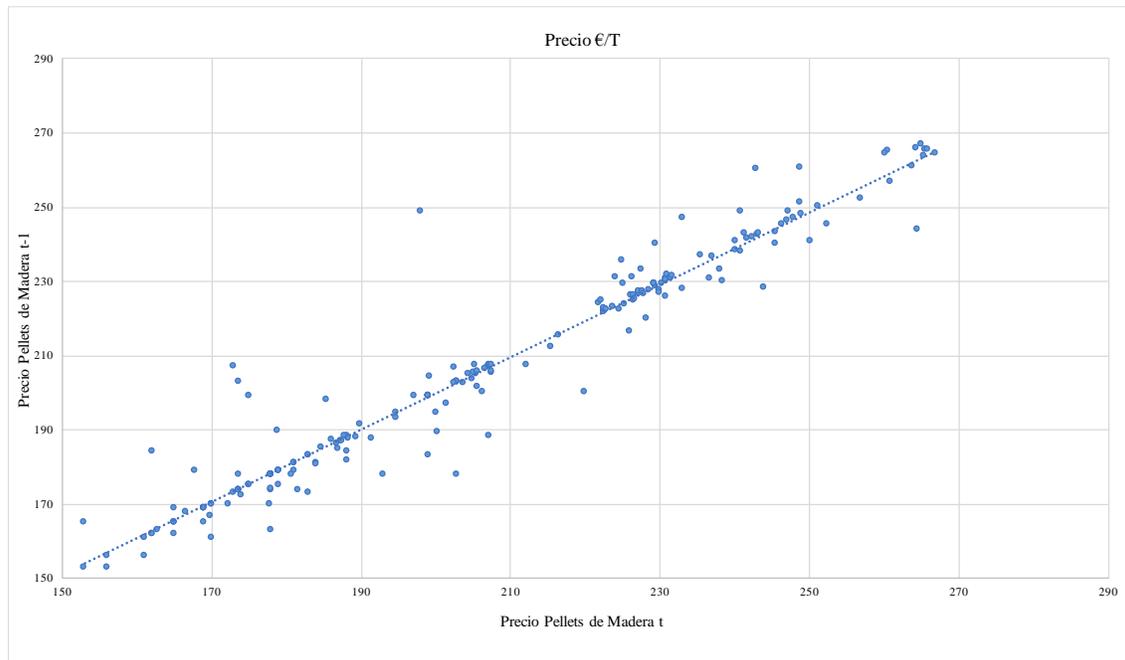


Gráfico 11. Precio de Pellets de Madera período contra período anterior. Elaboración propia.

Finalmente, hay que asegurar la aleatoriedad del error para poder aceptar la hipótesis de Random Walk. Para esto es importante considerar la distribución de la frecuencia del error y su media. Para considerar al Error como aleatorio este debe tener una distribución normal con media tendiendo a cero.

La media del error es de 0,29, con los cual está dentro de los límites aceptables. En cuanto a la frecuencia del error se realizó una gráfica para mostrar su tendencia a normal. La misma se muestra a continuación:

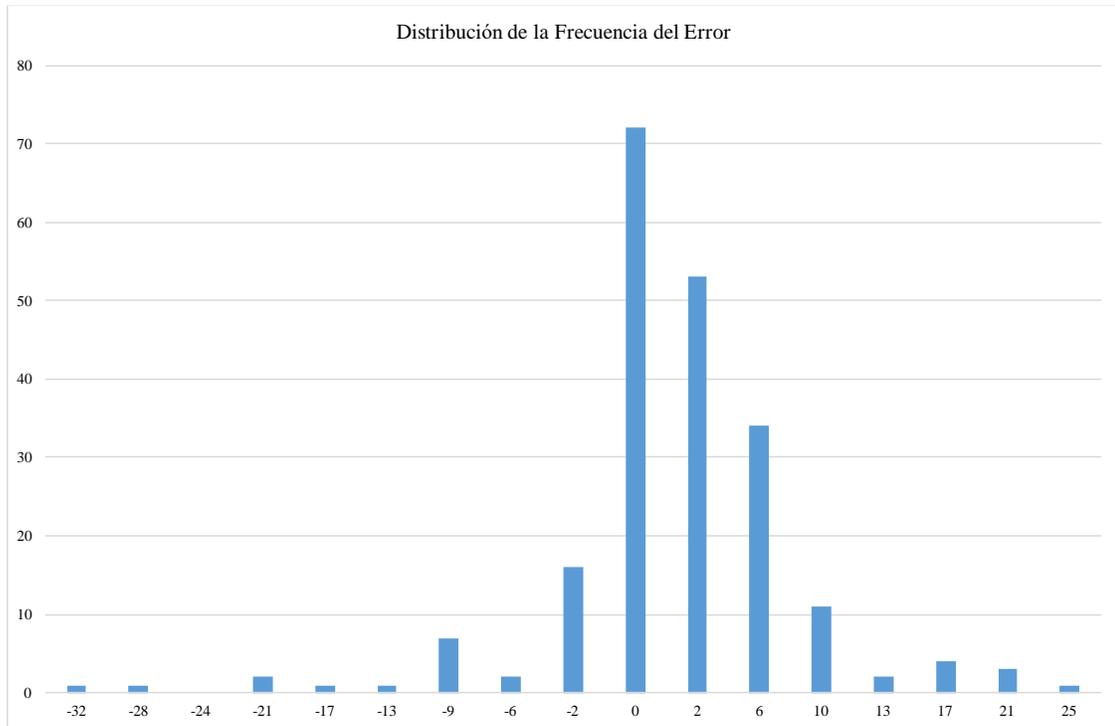


Gráfico 12. Distribución del error

En la luz de estos análisis se procedió a establecer la proyección del error en relación al análisis de la validación de la hipótesis de Random Walk. Los resultados obtenidos se muestran en el Gráfico 13⁷³ siguiente:

⁷³ Elaboración propia. Ver en Proyección Precio/Random Walk

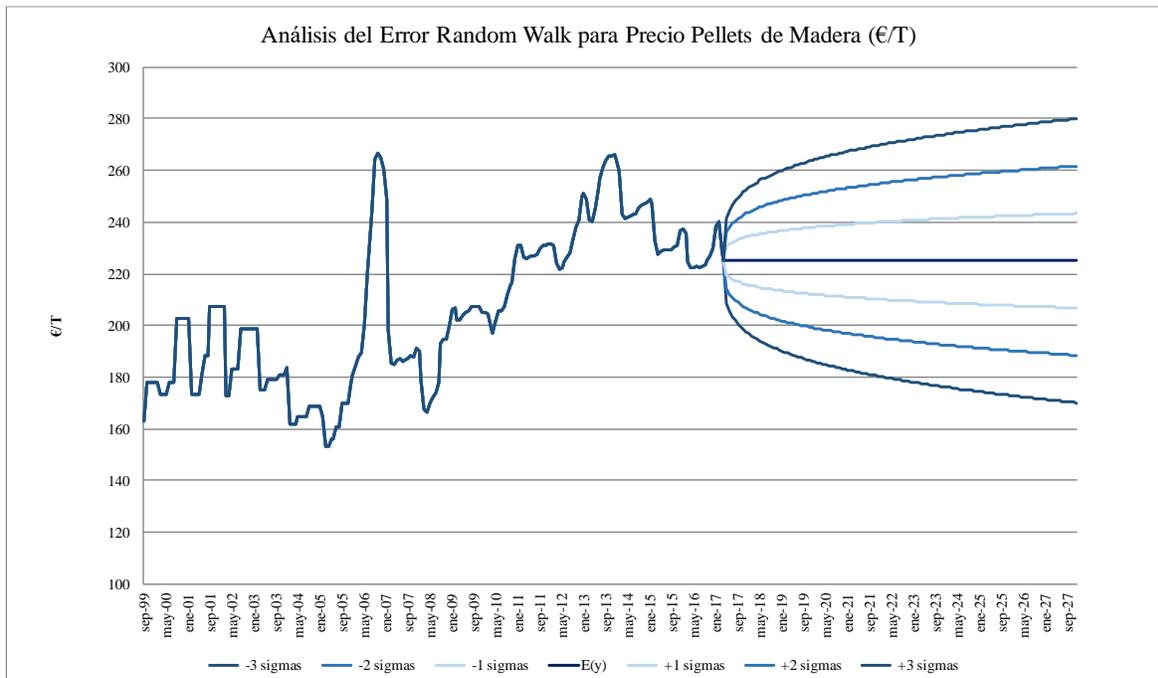


Gráfico 13. Proyección del Error con variación +/-3 sigma, +/-2 sigma, +/-1 sigma y su valor esperado.

6.1.2. Método de Regresión a la Media o Mean Reversion

Una vez terminado el análisis Random Walk se procedió a realizar las proyecciones mediante el método de la regresión a la media. En este método se realiza el supuesto de que los precios de los pellets de madera tenderán a la media histórica.

Para esta metodología se tienen ecuaciones pertinentes para el cálculo del valor esperado y de la varianza, de forma tal de realizar el gráfico de la proyección de precio. Estas ecuaciones son las siguientes:

$$E[y(t)] = M + (y(0) - M) e^{-\eta t}$$

$$\text{Var}[y(t)] = \left(\frac{\sigma^2}{2\eta}\right)(1 - e^{-2\eta t})$$

En donde:

- M es el valor de la media de los precios históricos
- σ es el valor del desvío estándar de los precios históricos.
- t es el período
- η es un coeficiente que se calcula como $\eta = -\ln(1 + \beta)$; en donde β es el coeficiente que acompaña a la variable independiente en la regresión lineal entre lineal $Y_t - Y_{t-1}$ y Y_{t-1} .

Entonces, se procedió a calcular la regresión lineal $Y_t - Y_{t-1}$ vs. Y_{t-1} para calcular β . Los resultados obtenidos son:

$$\beta = -0,0352$$

$$\eta = 0,0359$$

Finalmente se calculó el valor esperado y la varianza. Se graficó la proyección con una desviación de $\pm 1 \sigma$, $\pm 2 \sigma$ y $\pm 3 \sigma$ para poder garantizar una probabilidad del 99,7%. A continuación, se muestran los resultados obtenidos:

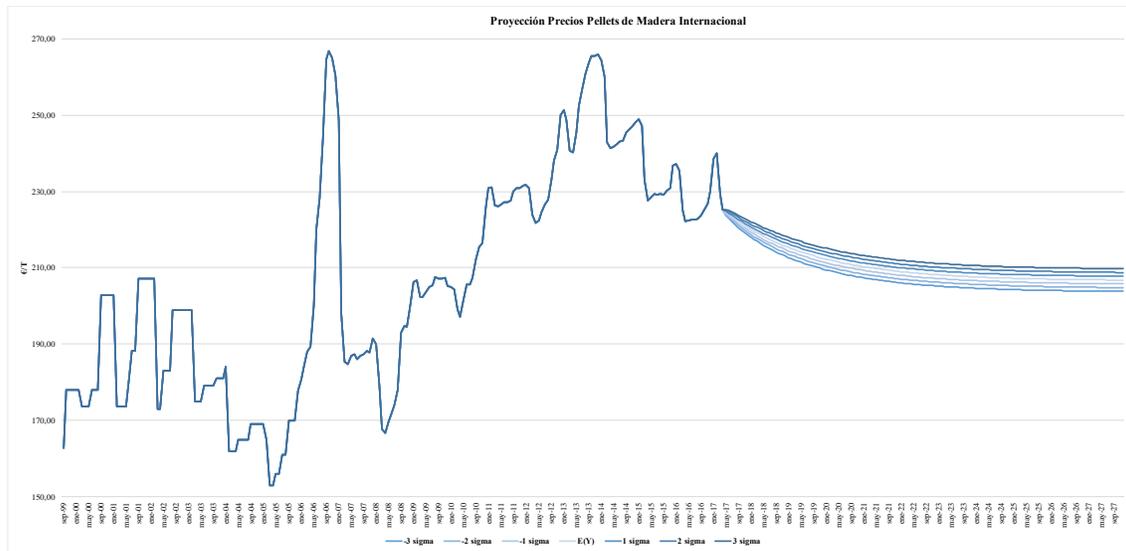


Gráfico 14. Proyección Precio de Pellets de Madera.

Como puede apreciarse en el Gráfico 14, los precios al consumidor final de los pellets de madera tienden a estabilizarse en 207 €/T.

6.1.3. Precio de venta al distribuidor

Tal como se ha mencionado anteriormente, es necesario definir el precio de venta al cliente, que será el distribuidor. Hay que tener en cuenta los gastos que tendrá que afrontar el distribuidor para llegar al consumidor final. Por lo tanto, basados en el precio proyectado se encontrará el precio CIF, que se asume es el precio al cual el distribuidor comprará.

Los costos a los cuales tendrá que incurrir el distribuidor son de transporte, todos sus costos fijos y variables y además un margen de ganancia para éste y para los puntos de venta. Se utilizará un porcentaje de acuerdo a datos actuales que será calculado a continuación.

Producto (código arancelario)	4401.310.000
Año	2016
Socios	Argentina
País Destino	Italia
Importación Valor a la EU (€)	403.382
Importación Volumen a la EU (kg)	2.358.000
Importación CIF unitario (€/t)	171,29

Tabla 16. Valores CIF y volúmenes importados en Italia.

De acuerdo al Gráfico 14 el promedio de precios al consumidor final de 2016 fue de 226,89 €/T. Como se puede observar en la Tabla 16, ⁷⁴el precio promedio CIF unitario de pellets de madera para 2016 fue de 171,29 €/T. La diferencia entre ambos precios se considera que se la queda el distribuidor. Por lo tanto, el distribuidor se queda con 55,60 € por cada tonelada que vende. Esto representa un mark up del 32,5% sobre el precio CIF. Para el análisis, se tomará entonces como constante el porcentaje del mark up del distribuidor lo cual resulta coherente siguiendo las líneas de los comportamientos de los distribuidores actuales.

Por lo tanto, tomando el precio estabilizado proyectado anteriormente, se llega a que el precio de venta CIF será de **156,27 €/T**.

6.2. Análisis de Demanda

La demanda de pellets de madera en Italia ha estado creciendo desde la incorporación de estufas de biomasa en el mercado doméstico. Un gran motivador para el cambio fue un incentivo fiscal decretado por el ministerio de energía italiano⁷⁵. En este decreto se proponía un cambio de estufas de bajo rendimiento por calderas y estufas de biomasa de alta eficiencia. El mismo puede ser solicitado por personas particulares y administraciones públicas. Los incentivos variaban de acuerdo a la eficiencia de la nueva caldera elegida y podían llegar hasta un 40% de su instalación. En mayo de 2016 se actualizó el decreto⁷⁶, en el cual se agregan a los beneficiarios las empresas y los incentivos llegan hasta el 65% para calderas y estufas de biomasa.

Por este incentivo y el aumento de los precios de combustibles en Italia el mercado de pellets de madera doméstico italiano es el más grande de Europa y por lo tanto el más llamativo para el plan de negocios.

⁷⁴ Fuente: Comisión Europea, ExportHelp Desk.

⁷⁵ Conto Termico. Diciembre de 2012.

⁷⁶ Conto Termico 2.0. Mayo de 2016.

A continuación, se representa el mercado italiano doméstico⁷⁷:

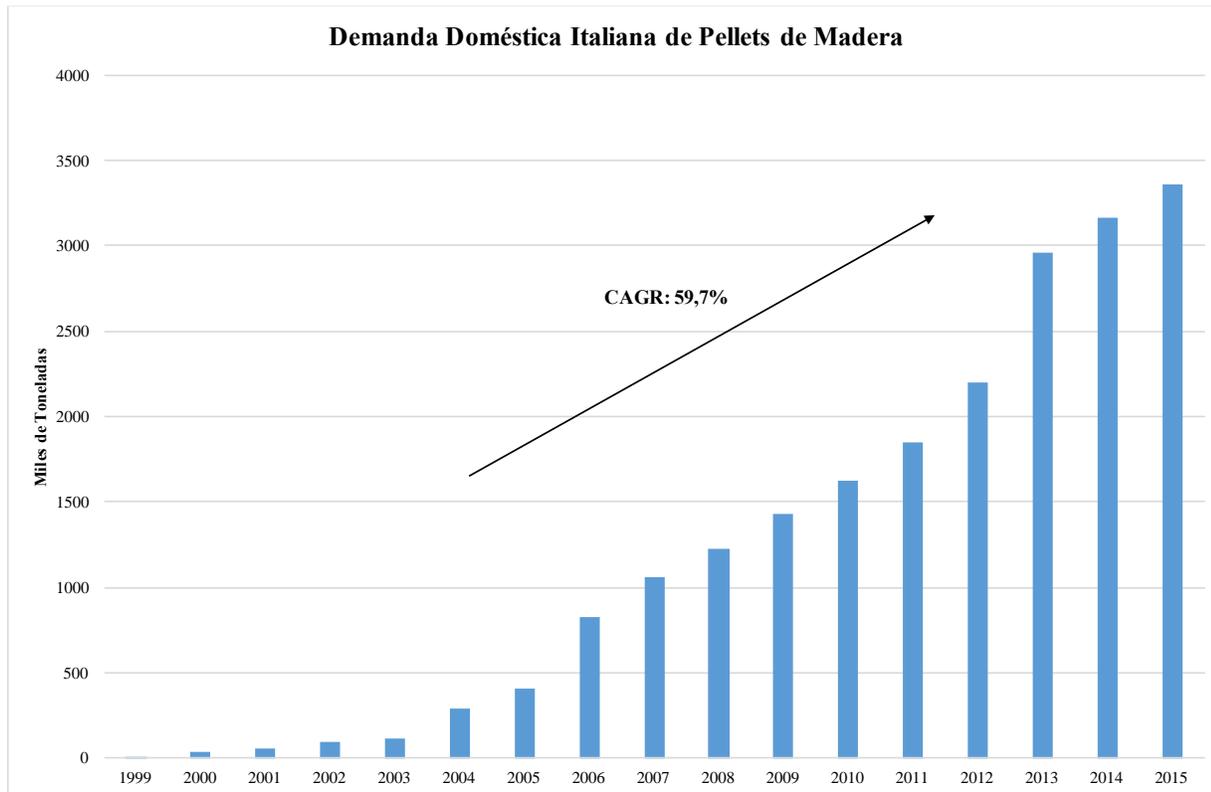


Gráfico 15. Consumo doméstico de pellets de madera.

Observando el Gráfico 15 se puede apreciar el rápido crecimiento en la demanda de pellets de los últimos 16 años. La demanda creció a un ritmo de 59,7% de 1999 a 2015. Este crecimiento se vio apalancado por los incentivos mencionados anteriormente y por el alto costo de la energía eléctrica doméstica en Italia. A partir de 2008, con la crisis económica mundial, Italia ha sufrido una caída del PBI per cápita, de 40.640 € en 2008 a 29.993 € en 2015⁷⁸. Al bajar el poder adquisitivo de la población, se tiende a disminuir el consumo y optar por productos de bajo costo. Dado que los pellets de madera son más baratos que el gas natural y la energía eléctrica, y dado que la conversión a estufas y calderas de pellets estaban incentivadas por el ministerio de energía, el consumo de pellets se vio favorecido.

6.2.1. Validación de la demanda

Para estimar la demanda futura de pellets en Italia se realizó un estudio para encontrar variables que expliquen y se ajusten adecuadamente a la demanda actual de pellets de madera. Las variables

⁷⁷ Ver Tabla Anexo 3. Tabla de demanda actual de pellets de madera residencial en Italia Fuente: AIEL (Associazione Italiana Energie Agroforestali)

⁷⁸ PBI per cápita de Italia, World Bank, mayo 2017

que se tuvieron en cuenta para el análisis fueron: el precio del fuel-oil en Italia, el precio de GLP⁷⁹, precio de la electricidad en Italia, población italiana, el tiempo y el consumo del año anterior.

A priori, el coeficiente que acompaña la variable explicativa “población” debe ser positivo, ya que es coherente pensar que a medida que aumenta la población, más personas necesitan consumir energía para calefacción y por lo tanto mayor consumo de biomasa. También se considera que los coeficientes que acompañan a las variables explicativas tiempo y consumo del año anterior deben ser positivos; a mayor consumo del año anterior, mayor será el consumo del año a estimar dado que más personas utilizaron biomasa y se puede asumir que es por su cambio a estufas y/o calderas de pellets de madera. En el caso del precio del fuel-oil, del GLP y de la electricidad, ambos coeficientes también deben ser positivos ya que, si aumenta el precio del producto sustituto, se puede asumir que más personas consumirán biomasa.

Las diferentes regresiones se evaluaron tomando distintas combinaciones entre variables explicativas. Los primeros criterios estadísticos utilizados para descartar las regresiones que no explicaban el comportamiento de la demanda fueron el Cp, el DET, el S² y el R².

Los resultados del análisis de variables ANOVA mostraron que la población italiana, el tiempo y el consumo del año anterior eran las variables explicativas que mejor se ajustaban al consumo de pellets de madera residencial en Italia. Sin embargo, a la luz de los criterios estadísticos de decisión mencionados, la regresión que mejor predecía el comportamiento era aquella que sólo contenía dos de estas tres variables mencionadas: la población y el consumo del año anterior.

A continuación, el resultado elegido del análisis:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0,993
Coeficiente de determinación R ²	0,986
R² ajustado	0,984
Error típico	144,721
Observaciones	17,000

Tabla 17. Estadísticas de la regresión

	<i>Coeficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inf 95%</i>	<i>Sup 95%</i>	<i>Inf 95,0%</i>	<i>Sup 95,0%</i>
Intercepción	-7816,876	3432,919	-2,277	0,0390	-15179,754	-453,997	-15179,754	-453,997
Población de Italia	0,137	0,059	2,308	0,0368	0,010	0,265	0,010	0,265
Consumo año anterior	0,884	0,096	9,172	2,70E-07	0,677	1,090	0,677	1,090

Tabla 18. Resultados de la prueba Fisher

⁷⁹ Precio Mont Belvieu, TX. Fuente: IHS Market

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	21109929	10554965	503,960	9,057 E-14
Residuos	14	293217	20944		
Total	16	21403146			

Tabla 19. Coeficientes y probabilidad de las variables explicativas

En la Tabla 19 se puede observar los coeficientes de las variables explicativas población de Italia y consumo del año anterior. Ambos coeficientes son positivos y, por lo tanto, coherentes con la hipótesis inicial de que, a mayor número de personas, mayor demanda residencial y que depende del consumo del año anterior ya que se asume que ya se convirtieron a calderas y estufas de pellets.

Asimismo, la probabilidad para rechazar la hipótesis nula de que la variable explicativa no aporta información es menor a 0,05 por lo tanto, no existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula y decir que las variables no aportan información. El valor crítico de Fisher es de 9.057E-14 y el R² ajustado es de 0,984. Por las razones mencionadas, se aceptan las variables explicativas población de Italia y consumo de pellets de madera del año anterior, y se utilizarán para proyectar la demanda futura.

Comentario de la población italiana

La población de Italia está en decrecimiento debido a una baja tasa de natalidad lo cual provoca que la media de edad de la población sea actualmente de 45 años y se prevé que con el tiempo aumente a 50. Sin embargo, Italia ha sido elegida por inmigrantes, los cuales terminan aumentando la cantidad de habitantes. En 2015 el 22,7% de los inmigrantes a Italia fueron ciudadanos de otros países miembros de la Unión Europea, y por lo tanto un 66,6% fueron ciudadanos de países no miembros⁸⁰. Se estima un aumento en la inmigración de ciudadanos provenientes del norte de África debido al crecimiento de movimientos extremistas en las zonas⁸¹.

6.2.2. Proyección de demanda doméstica italiana

Teniendo en cuenta las proyecciones de la población de “Organization for Economic Co-Operation and Development” (OECD)⁸² y los resultados obtenidos del análisis de varianza, se proyectó la demanda residencial de pellets de madera.

La fórmula de la regresión lineal utilizada es:

$$Demanda_i = -7816,876 + 0,137 * Población \text{ (en miles)}_i + 0,884 * Demanda_{i-1}$$

⁸⁰ Eurostat. Inmigración por ciudadanía

⁸¹ Italy Overwhelmed, New York Times, diciembre 2016

⁸² Ver Tabla Anexo 5. Población italiana histórica y proyección a 2040. Fuente: Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD)

A continuación, los resultados de la proyección:

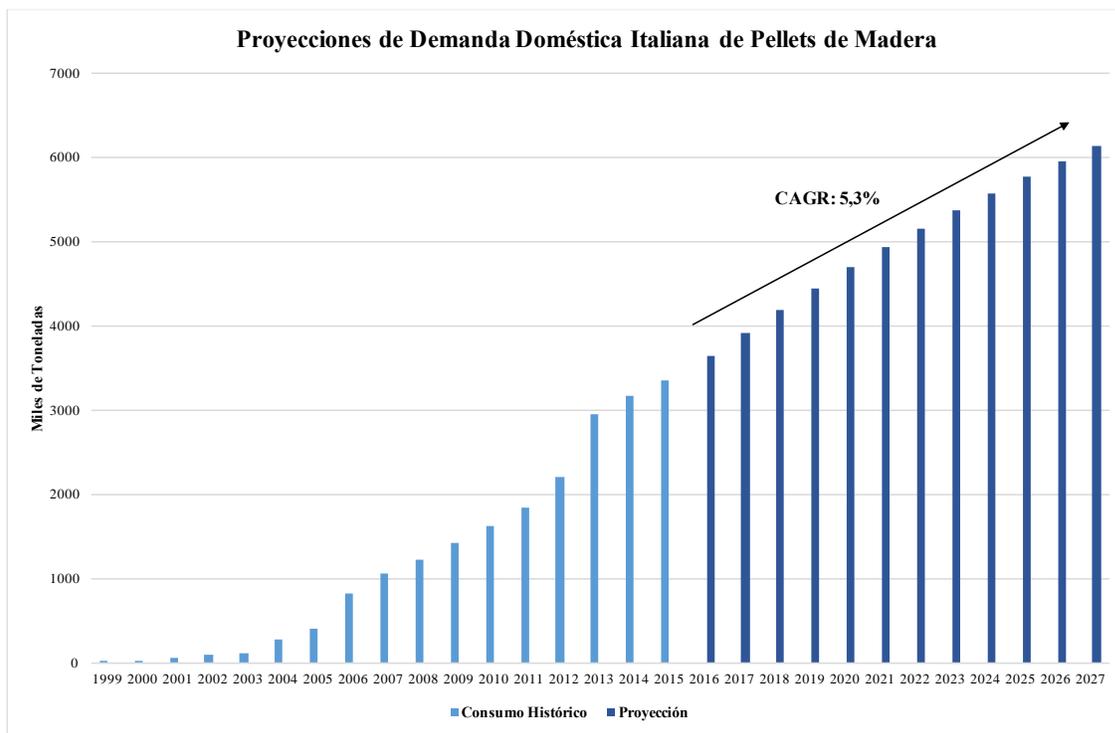


Gráfico 16. Proyección de demanda residencial de pellets de madera en Italia.

El Gráfico 16⁸³ muestra la proyección de demanda de pellets doméstica en Italia hasta 2027. Como se puede observar, la demanda tiene un crecimiento anual compuesto de 5,3% por lo cual se puede asumir que el boom de cambios en estufas y calderas ya ha pasado. La proyección pronostica en 2020 una demanda aproximada de 4.700 miles de toneladas de pellets de madera. El pronóstico de USDA Foreign Agricultural Service para la demanda de pellets en Italia es de 5.000 miles de toneladas en 2020⁸⁴ y, por lo tanto, es posible decir que la proyección estimada está alineada con dicho estudio.

Cabe destacar que los volúmenes de demanda doméstica de pellets de madera superan ampliamente la capacidad de producción italiana. En 2013 el 9%⁸⁵ de la demanda italiana fue abastecida por producción local y se estima que continúe dentro de estos valores a futuro. Esto

⁸³ Ver Tabla Anexo 4. Tabla de proyección de demanda de pellets de madera residencial en Italia

⁸⁴ USDA Foreign Agriculture Service (2016) *The Italian Wood Pellet Market*, Ornella Bettini. Recuperado el 21 de mayo del 2017 de: https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/The%20Italian%20Wood%20Pellet%20Market%20_Rome_Iталy_8-11-2016.pdf

⁸⁵ AIEL (Assoziaciones Italiana Energie Agroforestali) (2014) *Development of the Italian Pellet Market*, Annalisa Paniz. Recuperado el 21 de mayo del 2017 https://www.pellet.org/images/DAY%202-2005%20-%20WPAC%202014%20-%20ANALIZE%20PANIZ%20-%202014-11-19_Vancouver_Paniz.pdf

significa que, con los valores actuales y el ritmo de crecimiento esperado de la demanda, Italia seguirá dependiendo fuertemente de las importaciones para poder abastecerse.

6.3. Análisis de Capacidad Productiva

Como se ha mencionado anteriormente, se considera que el mercado al que se apunta tiene una capacidad de demanda ilimitada en comparación con la escala del proyecto, con lo cual la demanda no será el limitante en la capacidad de la planta a instalar. En cambio, la cantidad a producir se deberá estimar en base a la materia prima disponible. Se ha decidido que Entre Ríos es la provincia en donde se localizara la planta, dado que el aserrín generado como residuo por los aserraderos alcanza un total de aproximadamente 200.000 toneladas anuales distribuido en tres regiones. Estas se encuentran al Noreste de la provincia y son los distritos de Federación, Concordia y Colón.

La producción total de aserrín está a cargo de 230 aserraderos distribuidos por estas tres regiones, de los cuales, el 50% son aserraderos pequeños con una capacidad de producción máxima de 2.000 toneladas anuales. Sin embargo, un 8% del total de aserraderos maneja volúmenes producción mayores a 3.000 toneladas mensuales de madera (15% del total se convierte en aserrín). Se han podido identificar, por lo tanto, tres aserraderos localizados, dos en Concordia y uno en Colón, de tamaño relativamente grande, capaz de satisfacer la materia prima necesaria para producir 1.100 toneladas de pellets mensuales.

En primer lugar, se encuentra el Aserradero Los Cipreses localizado cerca de la Ruta 14 a pocos kilómetros del centro de Concordia. Este procesa alrededor de 5.000 toneladas mensuales de rollizos de Eucalipto y uno de sus desechos es el aserrín, apto para ser comercializado. Se estima entonces que tiene disponible 600 toneladas de aserrín mensuales para vender como materia prima para la fabricación de pellets. Además, a unos 50 km de Concordia, en el pueblo de Nueva Escocia, se podrá encontrar al aserradero Abedul S.A. que maneja volúmenes menores, generando cerca de 300 toneladas de aserrín mensuales.

Por último, a otros 50 km del centro de Concordia, en Ubajay, departamento de Colón se ubica uno de los aserraderos más grandes de esta región que produce 700 toneladas de aserrín gracias a su alto nivel de producción de maderas aserradas.

Hasta aquí se pueden garantizar unas 1.600 toneladas de aserrín como materia prima. Sin embargo, como se mencionó, existe una capacidad productiva en la región mucho mayor, que representa 200.000 toneladas de aserrín anual lo que implican 16.500 toneladas mensuales. Al conocer cuál es la disponibilidad de materia prima y en qué regiones se maneja, se estima que como mínimo se podrán asegurar 600 toneladas más de aserrín, es decir, 2.200 toneladas de aserrín total de materia prima. Debido a la naturaleza informal del negocio y a que estas toneladas adicionales mencionadas provienen de aserraderos más pequeños, no se conoce su locación exacta ni la capacidad productiva de cada uno. Esto es así debido a que estos datos no se encuentran disponibles en el Censo Foresto-Industrial. Sin embargo, se puede estimar que un camión difícilmente no complete su capacidad dado que, por el volumen que ocupa el aserrín, estos podrán cargar un máximo de 10-12 toneladas. Por esto, mientras todos los aserraderos se encuentren a distancias parecidas dentro de un radio no mayor a 70 km (por la concentración de aserraderos en la misma región esto es factible) la diferencia de costos en relación a la locación de los aserraderos será muy baja. Finalmente, se trabajará con una cantidad de materia prima inicial para la producción de 2.200 toneladas.

La forma en que se asegurará la planta este suministro de materia prima será mediante la asociación de la fábrica con los aserraderos. Esta asociación será una relación de ganancia mutua dado que, para ellos el aserrín es un desecho del cual quieren deshacerse, y para la fábrica es la materia prima esencial para su producto. Al obtener un rédito económico de esto, pero no ser su principal fuente de ingreso, el proveedor se encuentra en una posición de negociación mayor que el productor de pellet, por esto es que para asegurar el volumen necesario se pagará por el aserrín un porcentaje negociable con cada aserradero, del costo actual publicado por el INTA-Concordia. Con la asociación con estos planteada, se podrá obtener, de manera inicial, una entrada de materia prima a planta de 2.200 toneladas de aserrín para producir los pellets de madera.

Como se ha mencionado anteriormente, el aserrín generado por los aserraderos representa un total de un 15% del volumen de madera tratada, siendo de este porcentaje un 6% correspondiente a aserrín seco, y el restante 9% aserrín húmedo. En base a cálculos, relacionados con la densidad de cada uno, y la relación que hay entre la materia prima que se ven en la Tabla 20⁸⁶, se puede saber el total de pellets de madera a producir por la planta. Los cálculos realizados se especifican luego de la tabla que se ve a continuación:

	Humedad	Factor	Producto Húmedo	Producto seco	Unidad
Densidad			270	150	Kg/m ³
Peso aserrín		100%	1840	1122	Kg
Materia seca	0%	50%	920	920	Kg
Producto pellet	8%	54%	1000	1000	Kg

Tabla 20. Parámetros en comparación entre aserrín seco, húmedo y un pellet de aserrín.

Siendo X la cantidad de materia prima disponible y Q la cantidad de pellets que se pueden obtener, se utiliza la siguiente ecuación para calcular Q :

$$Q = X \cdot P_s \cdot \frac{\alpha_s}{\alpha_t} + X \cdot P_h \cdot \frac{\alpha_h}{\alpha_t} \quad (1)$$

Siendo:

P_s : toneladas de pellets producidos a partir de 1 tonelada de aserrín seco.

$$P_s = 0,891 \frac{\text{ton de pellets}}{\text{ton de aserrín seco}}$$

P_h : toneladas de pellets producidos a partir de 1 tonelada de aserrín húmedo.

⁸⁶ Aldunate Vidal, J.J. (2015) *Plan de Negocios para una Fábrica de Pellets de Madera en Chile*. Memoria para Optar al Título de Ingeniero Civil Industrial no publicada. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

$$P_h = 0,543 \frac{\text{ton de pellets}}{\text{ton de aserrín húmedo}}$$

α_s : porcentaje de aserrín seco de la producción

α_s : 6%

α_h : porcentaje de aserrín húmedo de la producción

α_h : 9%

α_t : porcentaje de aserrín total de la producción

α_t : 15%

La ecuación será entonces:

$$Q = X \cdot 0,891 \cdot \frac{6\%}{15\%} + X \cdot 0,543 \cdot \frac{9\%}{15\%} \quad (2)$$

Sacando X como factor común quedará:

$$Q = X \cdot \left(0,891 \cdot \frac{6\%}{15\%} + 0,543 \cdot \frac{9\%}{15\%} \right) \quad (3)$$

Y finalmente:

$$Q = X \cdot (0,68822) \quad (4)$$

De este análisis se puede deducir que en base 2.100 toneladas de materia prima se pueden producir 1.500 toneladas de pellets de madera mensuales.

Se considera, entonces, un volumen de producción de planta de 1.500 toneladas mensuales de pellets de madera. Se estima que este será el volumen de producción inicial del proyecto. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, se tiene identificada una capacidad productiva de la región que genera 200.000 toneladas de aserrín al año. Por lo que cabe la posibilidad de crecimiento del negocio.

A partir del análisis de la proyección de la demanda que se realizó en este documento, se estableció una tasa estimada de crecimiento de la misma. Esta tasa resulta del 5,3% CAGR para los próximos diez años. En base a estos resultados y al hecho de que existe una disponibilidad de materia prima actualmente, se espera una proyección de la capacidad productiva de la planta en la misma medida que la demanda.

6.4. Análisis de Ventas

En base al estudio de las proyecciones que se estiman tanto de la demanda como del precio se puede realizar un análisis de las ventas esperadas.

La capacidad inicial de la planta será de 1.500 toneladas de pellets de madera al mes. Debido a la existencia de una demanda suficiente, no hay razones para creer que este factor va a ser limitante. Por otra parte, se estableció la disponibilidad de materia prima, que actualmente se encuentre en 200.000 toneladas de aserrín anuales sobre los distritos de Colón, Federación y Concordia, en la provincia de Entre Ríos. En consecuencia, se puede pensar que el crecimiento del negocio se hará en la misma proporción que crece la demanda.

Se determinó que la demanda crecerá con una tasa CAGR de 5,3%. Se realizará la proyección de las ventas estimando un crecimiento de la cantidad vendida de 5,3% anuales. Por otro lado, para los cálculos, se tomó un promedio de los precios proyectados del producto en base CIF.

A continuación, en la

Tabla 21 se muestra el crecimiento tanto del precio como de la cantidad en base a estas premisas para los próximos diez años.

Año	Precio CIF (EUR/t)	Cantidad Producida (t/mes)
2017	170,59	1.500
2018	164,30	1.580
2019	161,37	1.663
2020	159,47	1.751
2021	158,23	1.844
2022	157,42	1.942
2023	156,90	2.045
2024	156,56	2.153
2025	156,34	2.267
2026	156,20	2.388
2027	156,10	2.514

Tabla 21. Estudio de las proyecciones de precio y cantidad del proyecto

Sabiendo el precio y la cantidad para los próximos diez años se pueden saber las ventas esperadas durante este período, multiplicando ambos valores. Los resultados se muestran en el Gráfico 17.

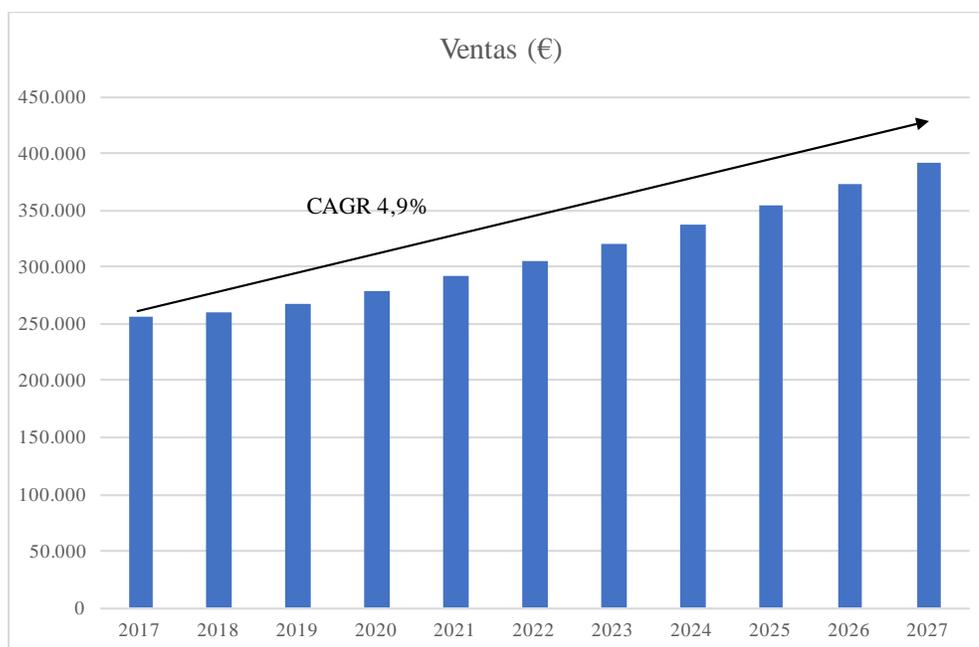


Gráfico 17. Proyección de las ventas esperadas del 2017 al 2027

Teniendo en cuenta este crecimiento se puede calcular la tasa CAGR de las ventas. La misma resulta en un valor de 4,9%.

II. ESTUDIO DE INGENIERÍA

7. Proceso Productivo

7.1. Diagrama de Bloques

El proceso principal que se llevará a cabo en la planta será el de peletizado del aserrín. Previo a ello se realizará un secado y una molienda.

A continuación, se presenta el diagrama de bloques de la producción de pellets de aserrín. La descripción de cada uno de los bloques se detalla en la siguiente sección. Posteriormente, se desarrollará un diagrama de procesos más detallado.



Diagrama 1. Diagrama de bloques del proceso

7.2. Descripción del Proceso

7.2.1. Secado

Se decide realizar el secado antes de la molienda, dado que el material húmedo consumirá más energía que el seco si se realizara posteriormente. Esta parte del proceso puede realizarse de forma natural o a través de secaderos. El secado natural se da parcialmente durante el almacenamiento de materia prima; se utilizan leves corrientes de aires naturales para disminuir la humedad.

Existen distintas formas de realizar un secado. Los dos tipos principales de secado son natural y forzado. Debido a las condiciones climáticas húmedas de la localización de la planta, Provincia de Entre Ríos⁸⁷, se descarta la posibilidad del secado natural. Se estudiarán las posibilidades tecnológicas dentro del secado forzado.

Los **secaderos flash** cuentan con altas temperaturas y son preferentemente usados para materiales finos. Este tipo de secado es uno de tipo neumático. Se dispersa el material húmedo con una corriente de aire o gas a alta velocidad que lo transportará a través del conducto de secado. Al final del conducto hay un aspirador ciclónico que produce una depresión para generar el movimiento del sistema. Gracias al menor tiempo de secado, este tipo de tecnología posee un tamaño muy reducido en comparación a las otras alternativas. Sin embargo, requiere más energía que otros para lograr pasar la corriente caliente a alta velocidad. Además, este tipo de secaderos tienen mayor costo de instalación.

Otra posibilidad es utilizar **secaderos de cama plana** que trabajan a temperaturas inferiores y se usan para materiales más gruesos. Tienen como ventaja que al trabajar a bajas temperaturas se respetan las propiedades de la madera, evitando el tostado y el quemado. Tiene menor costo energético, riesgo de incendio y emisiones contaminantes.

Una tercera posibilidad es la del **secador rotativo o de trommel**. Ésta es más eficiente para trabajar con mayores cantidades. Se utiliza para materiales muy húmedos y de granulometría gruesa. Se trata de un equipo cilíndrico que gira sobre su eje, haciendo que el material húmedo entre en contacto íntimo con el flujo secante. El cilindro posee una pendiente para que, junto con la rotación, logran el pasaje de los materiales. A la salida del cilindro se haya un ciclón decantador para segregar los sólidos del aire. Como desventaja importante de este tipo de secadores es que la lignina, compuesto presente en la madera, sufre una alteración por el hecho de entrar en contacto con los gases a alta temperatura. Además, si estos gases fueron obtenidos de la combustión, por ejemplo, de biomasa, se requerirá un sistema de limpieza.

El aserrín final que se utilizará en la producción de los pellets deberá tener con un contenido de humedad entre el 8 y 10%. La tecnología a utilizar se definirá de acuerdo a los costos, capacidad de las máquinas en esta parte del proceso productivo y la materia prima que va a ingresar al secador. Debido a que la cantidad de humedad define el poder calorífico del pellet, este es uno de los parámetros más importantes de controlar.

7.2.2. Molienda

En esta parte del proceso productivo se consigue que el aserrín disminuya su tamaño hasta obtener la granulometría pequeña y uniforme, necesaria para luego ser peletizados y evitar

⁸⁷ La provincia de Entre Ríos sale del análisis de macro-localización más adelante en el documento.

problemas en las prensas. Los granos de aserrín deberán tener un tamaño menor a 5 mm ya que se facilita la unión de partículas de esta forma. Cuanto mayor sea su tamaño, mayor la posibilidad de fractura del producto. La trituración a menores tamaños ayudará en los procesos siguientes, especialmente la parte de secado, permitiendo una evaporación natural de parte de la humedad dentro del aserrín. Este proceso también puede realizarse en los aserraderos, teniendo una molinera móvil en el camión. Al poder realizar el proceso directamente en el proveedor, se puede transportar una mayor cantidad de aserrín y, por lo tanto, disminuir los costos de transporte.

Se estudiarán las tecnologías disponibles para esta etapa del proceso. Existen tres tecnologías mayormente difundidas. Estas son el molino de bolas, el molino de rodillos y el molino de martillos. El **molino de bolas** es un recipiente cilíndrico que gira sobre su eje. En su interior hay una serie de bolas que giran libremente alrededor del material. El material se tritura por fricción y percusión. Por otro lado, el **molino de rodillos** funciona dejando pasar el material entre dos rodillos giratorios. Son ajustables a las necesidades de granulometría, ajustando la distancia entre los rodillos. Posee menor consumo eléctrico que el molino de bolas. Finalmente, el **molino de martillos** funciona, como lo indica su nombre como martillos sobre el material. El material se tritura por el impacto. Éste es el método más utilizado para biomasa ya que están diseñados para triturar materiales que no sean demasiado duros. Se puede ajustar la granulometría variando la rejilla de salida. Este tipo de molinos representa una menor inversión inicial y un ahorro de energía en comparación con el molino de rodillos y, en consecuencia, con el de bolas.

7.2.3. Homogeneización

Una vez que se tiene al aserrín triturado y con baja humedad, se debe homogeneizar la materia prima para asegurarse de que los pellets que van a ser fabricados tengan propiedades homogéneas, esenciales durante su combustión. La necesidad de aditivos no es imperiosa pero posible. De no agregarlos, la lignina de la celulosa será la encargada de generar el aglutinante en el pellet.

7.2.4. Prensado de pellets

El prensado es la etapa principal del proceso. Se realiza una compresión, en la cual se logra reducir el tamaño del producto de 3 a 5 veces. Esto se consigue aplicando alta presión al material. Luego del proceso de homogeneización, se introduce el semielaborado en tolvas. Estas tolvas se encuentran en la parte superior de la máquina de prensado. El homogeneizado entra a la prensadora que lo presiona de forma que se pegue a las paredes. Las paredes tienen una matriz con agujeros de diámetro 6 mm que es el diámetro requerido por la certificación *ENPlus* con el método ISO 17829. El homogeneizado ya prensado sale por los agujeros y una cuchilla ubicada en el exterior se encarga de cortar de forma que tengan la longitud también requerida. Una vez que ya están cortados, su forma va a ser la forma final del pellet y por lo tanto el proceso de prensado y conformado se realizan simultáneamente.

Tanto la matriz de la prensa como la máquina en su conjunto, opera mejor cuando está trabajando a temperaturas elevadas, es por eso, que es habitual que esta parte del proceso trabaje durante toda la noche de forma continua.

El material dentro de la prensa puede llegar a tener temperaturas de hasta 100°C y cuando sale de la prensa el pellet estará a aproximadamente 80°C, con lo cual estará blando y requerirá un enfriado.

En cuanto a las tecnologías utilizadas para el prensado existen dos metodologías principales. Estas son la tecnología de matriz plana y de matriz anular.

Por un lado, la matriz plana es un disco plano con orificios acorde a las características buscadas del pellet. La morfología de este tipo de matriz hace posible que la velocidad lineal de rotación de los rodillos giratorios sea menor, lo cual tiene como consecuencia menos vibraciones y ruido. Este tipo de matrices son más fáciles de maniobrar, tiene simplicidad en el montaje y en consecuencia las tareas de limpieza y mantenimiento son más sencillas. Esta matriz resulta más económica que la anular y el porcentaje de averías es menor que el de la matriz anular debido a la alta velocidad de rotación de la anular.

Por otro lado, la matriz anular tiene ciertas características que la hacen aconsejable a la hora de utilizarla para la producción de biomasa de origen agrícola, ya que requiere menor fuerza de compresión. Este tipo de matriz tiene mayor capacidad de descarga que la anterior, entre 0,8 y 2 tn/h. La alimentación se realiza forzando el material a la cámara de prensado, el cual se distribuye a través de rasquetas de alimentación de alta velocidad. A pesar de que esta matriz resulta más costosa que la anterior, considerando la inversión total del equipo, con accesorios incluidos, está representa menos costo total que la plana.

Como recomendación general, se suele recurrir a matrices planas para la producción de biomasa a partir de madera debido a que se requieren altas presiones dada la dureza de los residuos madereros.

7.2.5. Enfriado

Una vez conformada la forma del pellet y aseguradas las características requeridas por la certificación previamente mencionada, es fundamental el proceso de enfriado. Los pellets salen del proceso anterior a una temperatura aproximada de 80°C y por lo tanto se requiere que se enfríen para que se endurezca la lignina presente en el aserrín, para darle dureza y resistencia al pellet. Éste se realiza con la ayuda de ventiladores que tiran aire fresco que circula en contracorriente a los pellets para que se terminen de solidificar y tengan las características adecuadas. Este proceso resulta vital para garantizar un pellet estable, que no se desmorone cuando pase al proceso de embolsado.

7.2.6. Tamizado

Una vez que se ha enfriado, se tamiza los pellets para poder separar el aserrín que no se haya podido prensar y es reintroducido por lo que se lo considera una merma recuperable. Las mermas de esta etapa son recirculadas mediante un tornillo sinfín a la etapa de prensado. Esta etapa se puede realizar haciendo pasar los pellets por un sistema de tamizador vibratorio o criba vibratoria. Es usual que el enfriado y tamizado se realicen en una misma máquina.

7.2.7. Control de Calidad

En este control se realizan pruebas para comprobar los siguientes parámetros del pellet:

- Poder calorífico
- Longitud y diámetro
- Porcentaje de humedad
- Residuos carbonosos

- Cenizas
- Porcentaje de metales

Los procesos de control de calidad se detallarán en el inciso correspondiente del presente documento.

7.2.8. Empaquetado

Por último, se realiza el pesado y embolsado de los pellets enfriados. Dado que se comercializarán en bolsas de 15kg, es necesario utilizar una balanza que mida, a medida que se va llenando la bolsa, el peso. Por lo tanto, la balanza se encuentra en la parte inferior. La bolsa se sella luego utilizando calor, se corta y pasa por la cinta transportadora hacia su almacenamiento como producto terminado.

7.2.9. Paletizado

El producto ya empaquetado se pone en palets de 100 x 120 x 45 cm en donde entran 70 bolsas de pellets de madera. Luego se envuelve el palet y se almacena en el depósito de producto terminado hasta su tiempo de despacho hacia el puerto desde el cual será exportado. Los pellets son muy sensibles al desgaste físico, por lo que deben ser manejados con sumo cuidado. Es ideal minimizar los transportes y movimientos en el almacén.

7.3. Diagrama de Procesos

A continuación, se muestra el diagrama de procesos para los pellets.

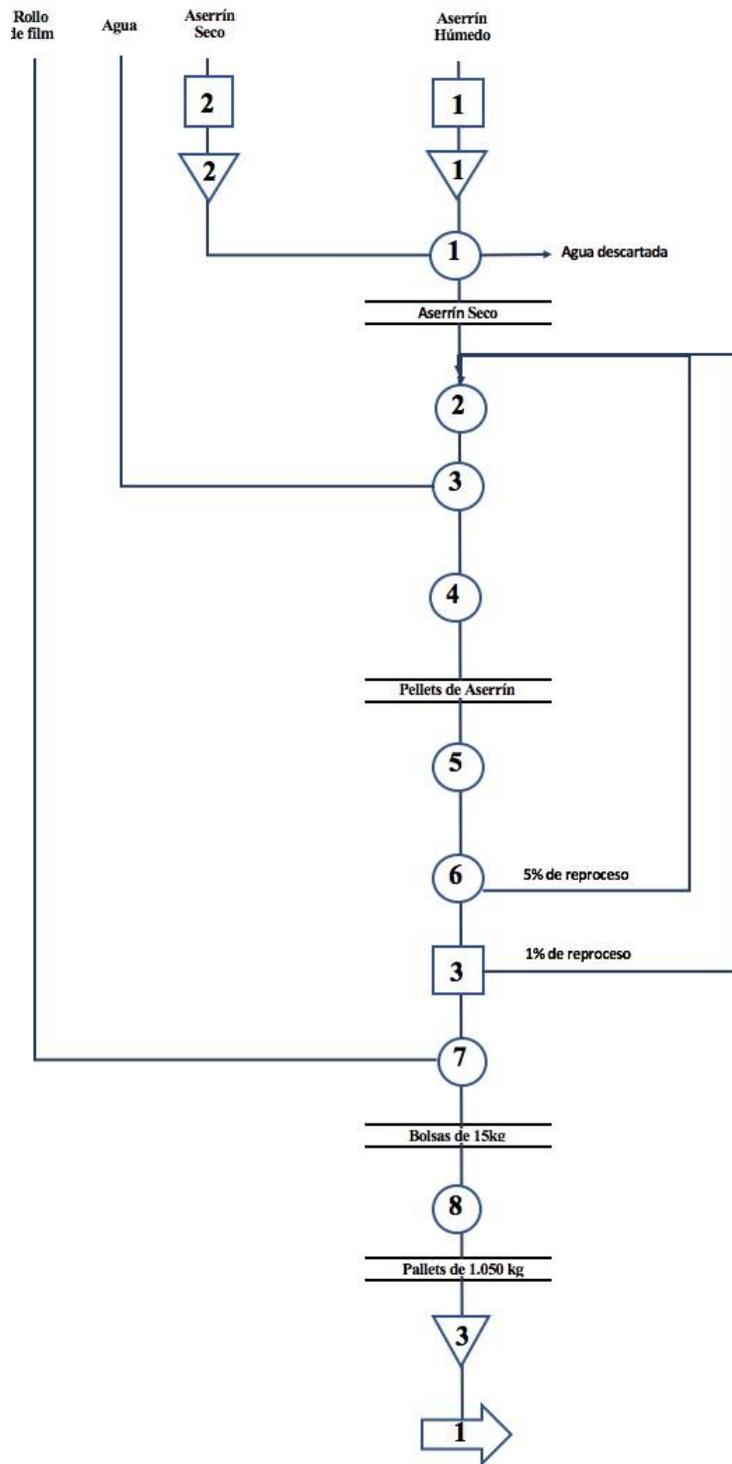


Diagrama 2. Diagrama de Procesos

Control	
1	Control de calidad aserrín húmedo
2	Control de calidad aserrín seco
3	Control de calidad de producto terminado

Tabla 22. Referencias de Controles

Procesos	
1	Secado de aserrín húmedo
2	Trituración
3	Homogeneización
4	Prensado y conformado
5	Enfriado
6	Tamizado
7	Pesado y embolsado
8	Palletizado y envoltura de pallet

Tabla 23. Referencias

Almacenamiento	
1	Almacenamiento aserrín húmedo
2	Almacenamiento aserrín seco
3	Almacenamiento de pallets

Tabla 24. Referencias de Almacenamientos

Transporte	
1	Transporte a puerto

Tabla 25. Referencias de Transportes

8. Selección de Maquinaria

8.1. Plan de producción

Se tendrá en cuenta una tasa de crecimiento del 5%⁸⁸. Considerando el valor promedio de humedad presente en el aserrín húmedo como de 50%, el del aserrín seco de 18%, y materia prima disponible de 2100 toneladas, queda definido, según la ecuación (1) de Análisis de Capacidad Productiva de la sección de Mercado, las toneladas de pellets mensuales Q que se producen para la venta, es decir, sin tener en cuenta consideraciones del stock de seguridad, por ejemplo.

Año	Plan de producción mensual
2017	1500
2018	1575
2019	1654
2020	1736
2021	1823
2022	1914
2023	2010
2024	2111
2025	2216
2026	2327
2027	2443

Tabla 26. Plan de producción mensual

El plan muestra una producción que varía año a año y teniendo en cuenta como 21 los días laborales mensuales, se deberá contar con una producción de 7 t/h para cubrir de manera eficiente

⁸⁸ El análisis de esta tasa de crecimiento se encuentra en la sección de Mercado, en “Proyección de Demanda Doméstica Italiana”.

las horas trabajadas a lo largo de los años. Como muestra la sección “Balance de Línea” se realizan dos turnos hasta el año 2024 y tres turnos de ese año en adelante, sin embargo, se detallará más adelante como se alcanzan estos números.

8.2. Descripción de alternativas

Como se ha mencionado anteriormente, el proceso cuenta con las fases de secado, molienda, prensado del pellet, enfriado y finalmente se lo tamiza para luego almacenar. Esto implica que los equipos principales serán, una secadora, un molino, una prensa y un enfriador, sin contar los mecanismos de transporte, que incluirán medios neumáticos y elevadores de cangilones.

Al investigar las opciones se desprende que la tecnología nacional para este tipo de industria no está adaptada y resulta en mantenimientos extensos de la maquinaria. Existen tecnologías alemanas y chinas que presentan rangos de calidades y precios muy diferenciados.

Para arribar a una conclusión con respecto a estas opciones, se describen diferentes alternativas de maquinaria por sección operativa de la planta.

La capacidad de la línea adaptada a las necesidades de la planta es de 7 t/h, considerando una materia prima³ con un 37% de humedad y entre 250 y 300 kg/m³. El producto obtenido serán pellets de 6 mm de diámetro y densidad aparente que varía entre 550-650 kg/m³.

Se describirá, a continuación, para cada una de las secciones operativas cuales son las alternativas a analizar

8.2.1. Sección de Secado

Opción KAHL - Tecnología alemana

La marca alemana KAHL, solo cuenta con un tipo de tecnología de secado, por medio de cintas y el modelo adecuado para el tipo de proyecto a realizar es de tipo GBT 6010. Esta modalidad se desarrolla por módulos, lo que permite regular las características de la máquina final según los requerimientos del proceso (se pueden agregar tanto capas hacia arriba, como a lo largo).

La oferta de la marca es proporcionar toda la sección operativa, que además del secador incluye, alimentador, rosca de descarga y equipo medidor de humedad.



Figura 22. Secador de Kahl GBT 6010

Características	Sección de Secado - Kahl, GBT6010 ⁸⁹
Capacidad de entrada (hum. 50%)	10 t/h
Capacidad de salida (hum. 10%)	6 t/h
Largo x ancho x alto (módulo unitario)	1920 x 1400 x 300 mm
Evaporación de agua	4000 kg/h
Necesidad de energía térmica	4.6 MW
Cantidad de agua caliente(a 120°C)	130 m3/h
Cantidad de aire de secado	3x 63000 m3/h
Potencia motriz instalada	190 kW
Precio total de la sección	782165 USD

Tabla 27. Características secador Kahl, GBT 6010

Opción KMEC - Tecnología china

La sección de secado incluirá las cintas transportadoras y secador neumático del tipo HY-HG S200.



Figura 23. Secador neumático, KMEC

Características	Secador neumático KMEC, HY-HG-S200
Capacidad	4 x 2.5-3 t/h
Potencia motriz	4x 30 kW
Humedad a la entrada	50%

⁸⁹ Kahl. Productos. Recuperado el 1 de agosto de 2017. <https://www.akahl.de/en/products/pelleting-of-biomass/machinesplants/detail//show/fabric-belt-drier-for-wood/>

Humedad a la salida	15 %
Precio de la sección (unitaria)	4 x 57769 USD

Tabla 28. Características del secador neumático KMEC, HY-HG-S200

Opción LIPPEL - Tecnología brasilera⁹⁰

Esta marca ofrece una variedad amplia de secadores rotativos. Sin embargo, el requerimiento máximo para el horno se dará con 1,6 MW, equivalente al modelo SRL 10000. Esta sección incluye el quemador pirolítico, la tolva, las cintas transportadoras y ciclón.



Figura 24. Secador rotatorio Lippel, modelo SRL 10000

Características	Secador rotatorio Lippel, SRL 10000
Capacidad	10-12 t/h
Potencia motriz	25 kW
Capacidad de evaporación	1.5-2 t/h
Diámetro x largo	2400 x 15000 mm
Horno	1500000 kcal/h
Precio de la sección (unitaria)	400000 USD ⁹¹

Tabla 29. Características del secador rotatorio Lippel, modelo SRL 10000

⁹⁰ Lippel – Secador Rotativo para el secado de biomasa. Recuperado el 14 de agosto de 2017 de: <http://www.lippel.com.br/es/categorias/energia/queimadores-e-secadores-de-biomassa/secador-rotativo/secador-rotativo-para-secagem-de-biomassa-179.html>

⁹¹ Datos obtenidos del contacto con el área de ventas de la empresa Lippel, Brasil.

8.2.2. Sección de Molienda

Opción Kahl - Tecnología alemana

La molienda, en este caso, se realiza por medio de un molino granulador tipo matriz plana, y cuenta con transportador de alimentación, canal vibratorio, tambor magnético y rosca dosificadora.



Figura 25. Molino de martillos de Kahl

Características	Molino de martillos Kahl, AKANA 13.10 ⁹²
Capacidad	7 t/h
Potencia motriz instalada	270 kW
Largo x ancho x alto	3000x 1800x1800 mm
Cantidad de aire de aspiración	180 m ³ /min
Precio total de la sección	346955 USD

Tabla 30. Características del molino de martillos KAHL, AKANA 13.10

Opción KMEC - Tecnología china

La sección de molienda estará formada por cintas transportadoras a la entrada y a la salida, un sistema neumático de aspiración, ventilador y molinos de martillos. De acuerdo con las capacidades disponibles, se deben usar dos molinos de martillos para cubrir las 7 toneladas por turno requeridas.

⁹² Kahl. *Molienda de productos individuales y mezclas de productos*. Recuperado 1 de agosto de 2017. https://www.akahl.de/fileadmin/media/akahl/downloads/Prospekte/Prospekte_franzoesisch/AK59-Akana-13f.pdf



Figura 26. Molino de martillos, KMEC

Características	Molino de martillos, KMEC SFSP66x80
Capacidad	2 x 3,5 t/h
Potencia motriz	2 x 110 kW
Humedad	20% o menos
Tamaño del aserrín de Entrada	10 mm
Tamaño del aserrín de Salida	8 mm
Largo x ancho x alto	2548 x 1150 x 1340 mm
Precio total de la sección	42000 USD

Tabla 31. Características del molino de martillos KMEC SFSP66x80

Opción Andritz - Tecnología alemana

En este caso se usaría el modelo Andritz 1400D para cumplir con la capacidad requerida. Es un molino de martillo, que genera la granulometría homogénea deseada, con una velocidad operativa de 300/3600 rpm. Esta sección incluye las cintas transportadoras y el separador magnético.



▲ Multimill, type 1400 D

Figura 27. Molino de martillos Andritz 1400 D

Características	Molino de martillos Andritz 1400 D
Capacidad	8 t/h
Potencia motriz	250-355 kW
Tamaño del aserrín de Salida	7-9 mm
Largo x ancho x alto	3150 x 1100 x 1550 mm

Tabla32. Características molino de martillos Andritz 1400D

8.2.3. Sección de Prensado y Enfriado

Opción Kahl - Tecnología alemana

La sección de prensado cuenta con una rosca dosificadora y una mezcladora con un sistema de dosificación para el agua, una prensa granuladora de tipo matriz plana 45-1000, enfriador de contracorriente, ciclón, criba vibratoria, transportador de cadena tipo canalón y engrase automático. La prensa es parte fundamental del proceso, para obtener pellets de la calidad requerida, debe cumplir la relación de compresión, y ser apto para trabajar con aserrín como materia prima.



Figura 28. Prensa de pellets Kahl, esquema de funcionamiento interno



Figura 29. Pelletizadora Kahl

Características	Prensa de Pellets - Kahl, 45-1000
Capacidad	7 t/h
Diámetro de los pellets	6 mm
Densidad aparente de los pellets	550-650kg/m ³
Cantidad de aire de escape	10800 m ³ /h
Potencia motriz instalada	580 kW
Largo (incluido motor) x Ancho x Alto	3200 x 1882 x 2350 mm
Precio total de la sección	740.258 USD

Tabla 33. Características de la prensa Kahl 45-1000

Al salir de la prensa, la temperatura de los pellets alcanza los 90°C y se deberá enfriar para evitar problemas en la constitución del mismo. Por este motivo, luego de la prensa habrá un enfriador, que baja la temperatura con un flujo de aire a contracorriente hasta aproximadamente 40° C.

Opción KMEC - Tecnología china

La sección de conformación de pellets cuenta con dosificador de tornillo, elevador, válvula neumática, prensa de tipo anular, enfriador y cinta transportadora. Las capacidades disponibles para los modelos de esta marca son pequeñas y obligan a adquirir 6 equipos cuando el crecimiento llegue a 2500 toneladas mensuales.



Figura 30. Prensa de pellets anular, KMEC HY-WH508

Características	Peletizadora anular, KMEC HY-WH508
Capacidad	5 x 1.5-2 t/h
Potencia motriz	5 x 132 kW
Peso	3.7 t
Largo x ancho x alto(altura mínima)	2800 x 1100 x 1900(2300) mm ⁹³
Precio de la sección	5 x 35194 USD

Tabla 34. Características peletizadora anular, KMEC HY-WH508

El módulo de enfriado está formado por cintas transportadoras (aptas para elevar el producto intermedio), enfriador, criba vibratoria (que cumple la función de tamizado), y una sección de almacenaje de producto terminado. El enfriador es a contraflujo, de tipo M6 y se encarga de llevar la temperatura del producto final desde 90° C hasta aproximadamente, 5° sobre la temperatura ambiente.



Figura 31. Enfriador, KMEC M6

⁹³ Datos obtenidos de responsable de ventas de KMEC, Linda dominic, China.

Características	Enfriador KMEC M6
Capacidad	2 x 6 m ³ . 8 t/h
Potencia motriz	2 x 3 kW
Aire absorbido	2 x 15000 m ³ /h
Largo x ancho x alto	1500 x 2000 mm
Precio	2 x 13027 USD

Tabla 35. Características Enfriador KMEC M6

Opción Andritz - Tecnología alemana

El grupo Andritz ofrece 5 tipos de prensas principalmente, y la que más se adapta a las características del proceso es la PM30. El armado de la sección incluye el tornillo dosificador, las cintas de transporte, el engrase automático, ciclón, enfriador y criba vibratoria.



Figura 32. Prensa Andritz, modelo PM30

Características	Prensa PM30
Capacidad	6 t/h
Potencia motriz	355 kW
Peso	11 t
Largo x ancho x alto	4835 x 1997 x 2150 mm
Precio	650000 USD ⁹⁴

Tabla 36. Características prensa Andritz, modelo PM30

⁹⁴ Datos obtenidos de Gonzalo Paz, CEO de planta de pellets Lare y Mike Curci responsable de ventas de fabricante de prensas Andritz.

8.2.4. Sección operativa: empaquetado

Se usa la empaquetadora de la marca Iapack, una opción completamente automatizada, apta para productos granulares. Las características se describen a continuación.



Figura 33. Empaquetadora ZTCK - 15

Empaquetadora automática ZTCK-15

Características	Empaquetadora ZTCK-15 ⁹⁵
Capacidad	10-15 bolsas/minuto
Potencia motriz	3kW
Tamaños posibles de bolsa	(500-700mm) x (300-400mm)
Peso	1,6 t
Largo x ancho x alto	5860x2500x4140mm
Precisión	+/- 10 g
Rango de peso de bolsa	10-25 kg

Tabla 37. Características de empaquetadora ZTCK-15

La opción de envolvedora de pallet es una empresa argentina Daniel Genta, cuya modalidad es semiautomática.

⁹⁵ Iapack. *Productos*. Recuperado 2/08/2017. <http://www.iapack.com/ztck--automatic-granular-heavy-bag-packaging-machine-137.html>

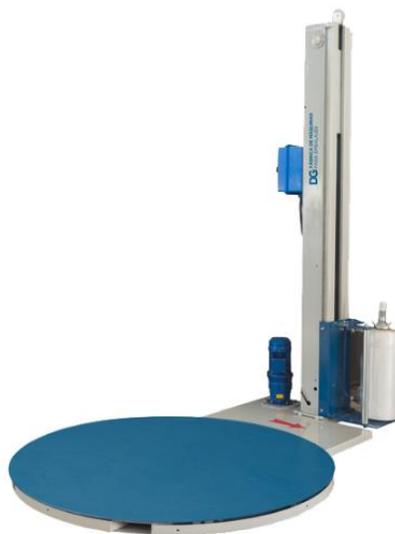


Figura 34. Envolvedora Daniel Genta DG 300

Envolvedora DG 300

Características	Envolvedora DG 300 ⁹⁶
Velocidad media de plato	12 RPM
Celda de Envolvedora	4000 x 3700 x 2150 mm
Capacidad máxima de carga	1800 kg
Peso	0.35 t
Potencia	3.72 kW

Tabla 38. Características de Envolvedora Daniel Genta DG 300

8.3. Selección: Parámetros Analizados

Dada la variedad de opciones que hay en el mercado, se decide basar la decisión final en un sistema que otorga una calificación por factor, según la sección operativa a la que se hace referencia. Habrá requisitos obligatorios que, de no estar presentes en una máquina, no se tendrán en cuenta para el análisis y requisitos deseables a los que se los pondera según su importancia. Este método se utilizará para las máquinas que son imprescindibles en el proceso de producción de pellets y tienen un costo asociado muy elevado: el secador, el molino, la prensa de pellets y el enfriador (que, la mayoría de las veces, se encuentran juntos). Por otro lado, se hará un análisis más superficial para los requerimientos de empaquetadoras y envolvedora de palets.

⁹⁶ DG. *Productos*. Recuperado 2/08/2017. <http://www.danielgenta.com/product-details/dg-300-de-elavacion-manual-de-carro-portafilm/>

8.3.1. Requisitos obligatorios

Requerimiento de mano de obra especializada: Será importante conocer el tipo de mano de obra que requieren las maquinarias a comprar. No se puede asegurar la disponibilidad de trabajadores especializados en cualquier región del país.

Requerimientos especiales de materia prima: La materia prima que se utilizará para los pellets de madera está ya especificada por estándares de calidad. Si la máquina tiene otros requerimientos, será un factor que provocará su descarte.

Disponibilidad de repuestos y mantenimiento: Estos deben ser fáciles de conseguir debido a que una falla en alguna de las máquinas, que implique repuestos difíciles de comprar o tareas de arreglo complejas para las cuales no hay operarios disponibles, puede generar un costo muy elevado.

8.3.2. Requisitos deseables

Durabilidad y confiabilidad de la máquina: Será el factor de preponderancia dado que, una máquina de baja durabilidad implica costos asociados, consecuencia de los mantenimientos frecuentes y cambios de repuestos que se dan con el correr del tiempo.

Factores económicos: La inversión inicial a realizar será importante dado que debe repagarse dentro de los 10 años que se proyecta.

Flexibilidad de la tecnología: Este factor es importante para tener en cuenta la posibilidad de cambios en planta, ante variaciones en las condiciones proyectadas. La capacidad de adaptarse a diferentes insumos y una mayor variedad de capacidades de maquinaria disponible⁹⁷ serán algunos de los aspectos tenidos en cuenta en este punto.

Grado de automatización: Un mayor grado de automatización genera menores costos por errores que puedan surgir en el proceso y menos costo en mano de obra.

Espacio y volumen físico: Este es el factor menos importante ya que las posibilidades de instalación de la planta son variadas. No hay un espacio específicamente limitado en el que deban entrar las maquinarias.

8.4. Selección por Sección Operativa

8.4.1. Selección del secador

En este caso, las tres opciones seleccionadas cumplen con los requisitos mínimos obligatorios.

En cuanto a los requisitos deseables, en esta sección de la planta la maquinaria no se encuentra tan exigida, por lo que, la ponderación de durabilidad no es tan alta como en otros casos. La inversión toma mayor valor dado que no es un punto crítico del proceso y hay un amplio rango de precios. El grado de automatización no es tan importante, dado que habrá un operario en esta sección obligatoriamente, para hacerse cargo de la carga de la tolva. El espacio ocupado también gana más peso que en otros casos, dado que las secadoras poseen un tamaño considerable.

⁹⁷Por ejemplo, contar con bajas capacidades, implicará mayor cantidad de maquinaria, que influye negativamente en el espacio de suelo necesitado

SECADOR	Requisitos Obligatorios		KAHL			KMEC			LIPPEL		
	Requerimiento de mano de obra especializada		No			No			No		
	Requerimientos especiales de materia prima		No			No			No		
	Disponibilidad de repuestos y mantenimiento		Si			Si			Si		
	Requisitos Deseables	Peso	Descripción	Valor	Total	Descripción	Valor	Total	Descripción	Valor	Total
	Durabilidad y confiabilidad de la máquina	30	Muy alta	10	300	Media	5	150	Muy alta	9	270
	Inversión Inicial en Maquinaria	25	Muy alta	1	25	Muy baja	10	250	Alta	4	100
	Flexibilidad de la tecnología	20	Alta variedad	8	160	Variedad, pero bajas capacidades	5	100	Variedad	8	160
	Grado de automatización	10	Control por operario	8	80	Alto control por parte del operario	6	60	Muy automatizado	9	90
	Espacio y volumen físico	15	Caldera acoplada	6	90	Muchas maquinas	2	30	Rotativo Capacidad suficiente	8	120
Total	100	Total		655	Total		590	Total		740	

Tabla 39. Matriz de selección del secador

El resultado final implica la elección del secador rotativo de la marca Lippel con una valorización, siendo la entrega del mismo a los 6 meses de realizado el pedido.

8.4.2. Selección del molino

En este caso, el molino de Kahl tiene como requerimiento de materia prima chips de madera. Esto implica un molino de mucha mayor potencia y robustez para ser capaz de triturarlos. Como la materia prima que se utiliza es aserrín húmedo, se requiere un molino con menos consumo de energía y espacio, por lo que la opción alemana de Kahl se verá descartado.

La durabilidad y la inversión inicial se ven afectadas de la misma manera que el secador. Esto es así, dado que no es una operación exigida del proceso, solo se trata de mejorar la uniformidad del aserrín y no de reducir el tamaño del chip de madera como en otros casos. El nivel de

automatización sube su valor, dado que no hay motivo para que tenga que haber un operario encargado de este sector. El factor de espacio disminuye su valor ya que el molino no es una maquinaria tan robusta como los secadores.

MOLINO	Requisitos Obligatorios		KAHL			KMEC			ANDRITZ			
	Requerimiento de mano de obra especializada		No			No			No			
	Requerimientos especiales de materia prima		Si			No			No			
	Disponibilidad de repuestos y mantenimiento		Si			Si			Si			
	Requisitos Deseables		Peso	Descripción	Valor	Total	Descripción	Valor	Total	Descripción	Valor	Total
	Durabilidad y confiabilidad de la máquina		30		Media alta	7	210	Muy alta	9	270		
	Inversión Inicial en Maquinaria		25		Muy baja	10	250	Muy alta	2	50		
	Flexibilidad de la tecnología		20		Variedad regular pero bajas capacidades	5	100	Alta	9	180		
	Grado de automatización		15		Media alta	7	105	Muy alta	10	150		
	Espacio y volumen físico		10		2,5 x 1,1 x 1,3 m	8	80	1,6 x 3,2 x 1,3 m	6	60		
Total		100	Total		-	Total	745	Total	710			

Tabla 40. Matriz de selección del molino

En este caso, la maquinaria seleccionada será de tecnología china, de la marca KMEC con una puntuación en el cumplimiento de los parámetros de 745 puntos.

8.4.3. Selección de la prensa y enfriador

En esta sección, todas las marcas cumplen con los requisitos obligatorios.

Los requisitos deseables cambian considerablemente con respecto a las otras secciones de la planta, dado que la prensa es la operación crítica del proceso. La calidad de la matriz y la relación de compresión serán aspectos fundamentales para definir una buena calidad de pellet. Es por esto que, se puede permitir una inversión inicial más alta en este sector para asegurar la durabilidad y confiabilidad del producto. El grado de automatización también es importante pero no lo es tanto el factor de espacio, dado que no suele ser una máquina que ocupe mucho lugar en planta.

PRENSA + ENFRIADOR	Requisitos Obligatorios		KAHL			KMEC			ANDRITZ		
	Requerimiento de mano de obra especializada		No			No			No		
	Requerimientos especiales de materia prima		No			No			No		
	Disponibilidad de repuestos y mantenimiento		Si			Si			Si		
	Requisitos Deseables	Peso	Descripción	Valor	Total	Descripción	Valor	Total	Descripción	Valor	Total
	Durabilidad y confiabilidad de la máquina	45	Muy alta	10	300	Media	5	150	Muy alta	9	270
	Inversión Inicial en Maquinaria	10	Muy alta	4	40	Baja	10	100	Muy alta	2	20
	Flexibilidad de la tecnología	20	Alta variedad	8	160	Muy poca variedad y muy bajas capacidades--> muchas prensas	1	20		8	160
	Grado de automatización	15	Muy alto	10	150	Medio	6	90	Alto	8	120
	Espacio y volumen físico	10	3,2 x 2,1 x 2,3	7	70		9	90		5	50
Total	100	Total		720	Total		450	Total		620	

Tabla 41. Matriz de selección de Prensa y Enfriador

Finalmente, esta sección será adquirida de la marca Kahl, que a pesar de ser la más costosa, asegura un nivel de confiabilidad que es determinante para la elección del equipo que mayores desgastes sufre y que requiere un alto grado de mantenimiento.

8.4.4. Selección de empaquetadora y envolvente

En cuanto a la sección de empaquetado, se seleccionó la empaquetadora de la marca Iapack dado su relación precio-calidad. Esta posee un alto grado de automatización en lo que es el embolsado y sellado del producto asegurando la calidad del envasado para su posterior exportación.

Para realizar la operación en la cual se envuelven los palets con un filme se adquiere una máquina semiautomática que agiliza el proceso. Esta se adquiere de un productor nacional disminuyendo así los costos que implica la importación de una máquina alemana o china.

8.5. Transporte en Planta

Auto elevador

Para realizar el traslado de los palets, tanto vacíos como completos con 70 bolsas de 12 kg, se utiliza un auto elevador. El modelo seleccionado es el ZMG 2025A-S⁹⁸, de tipo eléctrico.

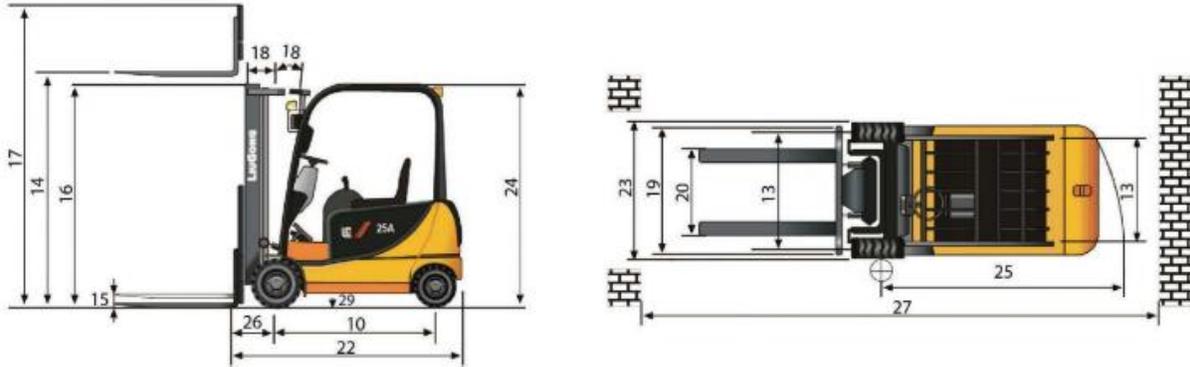


Figura 35. Autoelevador ZMG 2025A-S

Características	Autoelevador ZMG 2025-S
Carga máxima	2,5 t
Velocidad de elevación	0.3-0.45 m/s
Velocidad de descenso	0.52-0.48 m/s
Tipo de combustible	Eléctrico
Capacidad máxima después de 6 horas	560 Ah
Peso	5,6 t

Tabla 42. Características auto elevador ZMG 2025A-S

Cargadora

Para realizar el traslado de la materia prima, se utilizan palas cargadoras de una capacidad de 1 m³, modelo CLG 816C⁹⁹.

⁹⁸ ZMG Argentina. *Autoelevador*. Recuperado 5 de agosto de 2017. <http://zmg-argentina.com.ar/pdf/autoelevadores/CLG-2025as.pdf>

⁹⁹ ZMG Argentina. *Pala cargadora*. Recuperado 5 de agosto de 2017. http://zmg-argentina.com.ar/pdf/pala_cargadora/ZMG-816.pdf

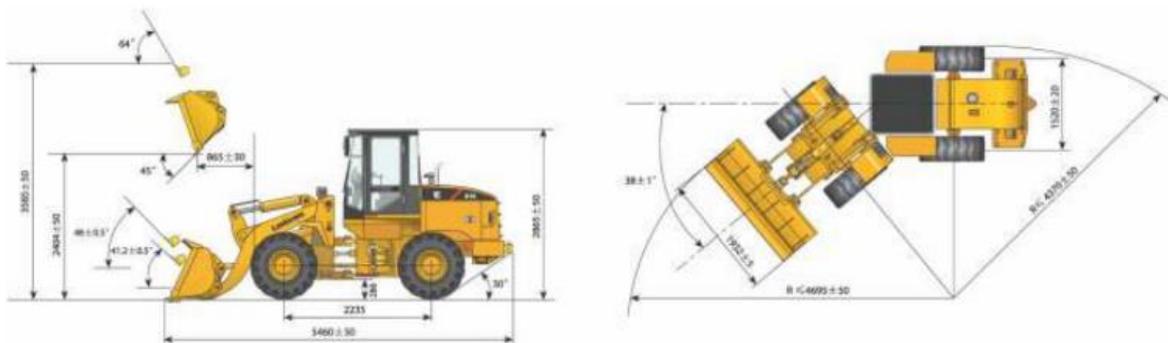


Figura 36. Pala cargadora CLG 816C

Características	Pala cargadora CLG 816C.
Carga máxima	1 m ³ /1600 kg
Tiempo de levantar	4.4 s
Tiempo de descargar	1.2 s
Tiempo de bajar	3 s
Tipo de combustible	Diesel
Tanque de combustible	100 L
Peso	5.3 t

Tabla 43. Características pala cargadora CLG 816C

Zorra manual

Por último, también se adquirirá una zorra manual que se utilizará en el caso de que el auto elevador este ocupado o para distintas cargas que se puedan dar dentro de la planta: carga de combustible o carga de requerimientos de máquinas como bolsas o grasa que se necesite.

9. Balance de Línea

9.1. Proyección de Ventas

Con base en el plan de ventas proyectado realizado durante el Estudio de Mercado se procedió a realizar un análisis de necesidades de maquinaria. El balance de línea se efectuó para los próximos diez años, de manera anual. A continuación, se detalla el plan de ventas esperado. Como se determinó en la proyección de cantidad vendida, la tasa de crecimiento CAGR es de una tasa del 5% con la que crecerá la producción. La Tabla 44 no considera las necesidades de Stocks de

Seguridad. Sin embargo, para el estudio del balance de línea se determinarán las necesidades de producción teniendo en cuenta los Stocks de Seguridad.

Año	Proyección Mensual de Ventas	Proyección Anual de Ventas
2017	1.500	18.000
2018	1.575	18.900
2019	1.654	19.845
2020	1.736	20.837
2021	1.823	21.879
2022	1.914	22.973
2023	2.010	24.122
2024	2.111	25.328
2025	2.216	26.594
2026	2.327	27.924
2027	2.443	29.320

Tabla 44. Plan de Ventas Proyectado Mensual, en toneladas.

9.2. Stock de Seguridad

El stock de seguridad de producto terminado que se calcula para este tipo de proyecto es de 2 días de producción. Para comenzar, debido a que el producto se exportará, este estará expuesto a un mercado muy grande (en contraste con la escala del proyecto) por lo que no existirán fluctuaciones relevantes en la demanda que afecten el plan de producción.

En cuanto a consideraciones del almacenamiento del stock, el único requerimiento es que el almacén esté techado, para evitar exposición a alta humedad. Recordar que para esta instancia el producto estará embolsado en bolsas de plástico.

Teniendo en cuenta lo anterior, se procedió a definir las necesidades productivas. Para ello se consideró la siguiente ecuación:

$$\text{Producción Año } i = \text{Ventas}_i + \text{Stock Seguridad}_i - \text{Stock Seguridad}_{i-1} \quad (1)$$

Para el primer año del proyecto el valor del Stock de Seguridad_{i-1} será igual a cero. Los resultados obtenidos son los siguientes:

	Unidad	2017	2018	2019	2020	2021
Ventas	ton.	18.000	18.900	19.845	20.837	21.879
Stocks Prom.	ton.	143	150	158	165	174
Producción	ton.	18.143	18.907	19.853	20.845	21.887
	Unidad	2023	2024	2025	2026	2027
Ventas	ton.	24.122	25.328	26.594	27.924	29.320
Stocks Prom.	ton.	191	201	211	222	233
Producción	ton.	24.131	25.337	26.604	27.934	29.331

Tabla 45. Proyección de Ventas, Stock promedio y Producción hasta 2027

9.3. Puesta en Marcha

Como se menciona en la sección de Tratamientos, la puesta en marcha implica, en primer lugar, iniciar la máquina haciendo pasar una cantidad de aserrín por la prensa durante 15 minutos. El objetivo es lograr poner la prensa en régimen, ya que la misma debe estar “en caliente” para lograr un correcto funcionamiento. Estos pellets que pasan durante el set up deberán reprocesarse ya que no cumplen con los estándares de calidad por la falta de calor. El set up se debe realizar una vez al día. Esta condición de reproceso no será representada en el balance de línea como un “Reproceso” debido a que esto se realiza una sola vez, con lo cual, ubicarlo en esta sección complicaría el estudio. En cambio, se considerará en el tiempo total laborable, restándole los 15 minutos que serán improductivos para la planta.

Por lo tanto, en caso de trabajar un turno, el tiempo laborable será de 8 horas por día menos 15 minutos, o sea, 7 horas 45 minutos. En el caso de trabajar dos turnos, será de 16 horas menos 15 minutos, ya que el set up es una vez por día, entonces 15 horas 45 minutos. Finalmente, de hacer tres turnos, serán 23 horas 45 minutos. A pesar de que en el caso de los tres turnos la prensa siempre estaría en régimen, es necesario realizar este reseteo para evitar un desgaste elevado de la prensa.

9.4. Ritmo de Trabajo

Se requiere determinar la cantidad de horas laborables al año. Para ello primero se establecieron la cantidad de días hábiles al mes. Serán cinco días a la semana y se considerarán 10 días feriados al año. Entonces, quedará:

$$\text{Días hábiles al mes} = \frac{\left(365 \frac{\text{días}}{\text{año}} - 10 \frac{\text{días feriados}}{\text{año}}\right) \times \frac{5}{7} \text{días hábiles semanales}}{12 \frac{\text{meses}}{\text{año}}} \quad (2)$$

$$\text{Días hábiles al mes} = 21 \text{ días laborables}$$

No se tuvieron en cuenta los días de vacaciones ya que la planta no tiene programado detenerse debido a vacaciones. Los empleados que se tomen vacaciones serán temporalmente reemplazados.

Para saber la cantidad de horas hábiles al mes se multiplicará ese número por un turno estándar de 8 horas y se le restará el tiempo de set up de 15 minutos por día. Además, no hay que olvidarse el suplemento definido por la OIT, el cual se determinó en 20%¹⁰⁰. Sin embargo, la mayoría de las operaciones a realizar cuentan con un alto grado de automatización. Por lo tanto, su funcionamiento es continuo a pesar de que el operario salga de su puesto de trabajo. Es por esto que el suplemento solo afectará a las tareas que requieran una intervención del trabajador más activa.

Por lo tanto, el número a considerar será:

$$\text{Horas laborables al mes} = 21 \text{ días} \times (8 - 0.25) \frac{\text{horas}}{\text{días}} = 163 \text{ horas}$$

En el caso de realizar dos turnos por día, el valor de la Ecuación 3 se duplicaría y quedaría en 328 horas.

9.5. Producción por Unidad de Tiempo

La producción por unidad de tiempo se calcula como el cociente entre el plan de producción anual y las horas laborables al año. A las horas laborables se le resta el set up (15 minutos) ya que no es tiempo productivo neto. La Tabla 46 muestra el cálculo de estos valores con la base de trabajar un turno por día. Esto no significa que necesariamente se trabaje un turno por día, esto será definido cuando se realice el balance de línea propiamente.

Año	Producción por unidad de tiempo	Unidad
2017	9,29	ton.
2018	9,68	ton.
2019	10,17	ton.
2020	10,67	ton.
2021	11,21	ton.
2022	11,77	ton.
2023	12,36	ton.
2024	12,97	ton.
2025	13,62	ton.
2026	14,30	ton.
2027	15,02	ton.

Tabla 46. Producción en toneladas por hora según el año.

¹⁰⁰ El suplemento del 12% será mencionado en la sección de Organización de la Mano de Obra.

9.6. Balance de Producción

9.6.1. Mermas y Reprocesos

En esta sección se describen las mermas, recuperables o no, que hay durante el proceso. En primer lugar, en la secadora se pierde cerca de un 31% de la masa inicial de materia prima dado que se evapora gran parte de la humedad que esta contiene.

Además, luego de pasar por la enfriadora, un 5% de la masa se reprocesa representando a las partículas de aserrín que no lograron amalgamarse al pellet durante el prensado. Luego, por controles de calidad realizados a la salida de la enfriadora se estima un 1% de producto que también se reprocesará volviendo a entrar en el proceso en la entrada del molino. Mientras que el primero se hace por vía neumática, el segundo se debe introducir manualmente luego de descartado. Por lo que, en total, un 6% de la materia prima que sale de la enfriadora vuelve a pasar por el proceso a partir del molino de martillos.

Máquina	Merma No recuperable	Merma Recuperable
Secado	31%	-
Molienda	-	-
Prensado	-	-
Enfriado	-	6%
Empaquetado	-	-

Tabla 47. Mermas por Sección Operativa

Con estos datos entonces se puede obtener, a partir de la producción requerida por año, cuál va a ser la alimentación de materia prima que el proceso requiere. Este estudio se realizó para cada año, dado que el plan de producción cambia en cada año. Por esto también variará el grado de aprovechamiento de las máquinas. Se muestra como ejemplo para el año 2017¹⁰¹ comenzando en el sector de la Embolsadora con una producción anual de 18.143 toneladas. Se obtiene entonces un requerimiento de materia prima para alimentación de 23767 toneladas de aserrín.

¹⁰¹ Se puede ver el cálculo por año en la planilla de cálculo de Balance de Línea

Máquina	Materia Prima	Agregados	Mermas		Producción Anual	Unidades
			No recup	Recup		
Secado	23.767		5.624	0	18.143	t/año
Molienda	18.143	1.089	0	0	19.231	t/año
Prensado	19.231		0	0	19.231	t/año
Enfriado	19.231		0	1.089	18.143	t/año
Empaquetado	18.143		0	0	18.143	t/año

Tabla 48. Alimentación de materia prima en máquinas para año 2017

9.6.2. Capacidades de Producción

A continuación, se presenta una la Tabla 49 a modo de resumen de las capacidades de producción de las máquinas elegidas. Se adicionan también los rendimientos operativos de las máquinas¹⁰². Para todas se supone un 98% excepto en la prensa que requiere de más intervención humana, por lo que se estima un rendimiento operativo del 97%.

De esta forma se obtiene la capacidad real por hora de cada máquina y la capacidad real anual de un equipo que trabaje un solo turno en el año utilizando el ritmo de trabajo de 1953 horas/año.

Máquina	Capacidad teórica	Rendimiento Operativo	Capacidad Real por hora	Capacidad Real Anual x 1 turno	Unidades
Secado	10	0,98	9,8	19.139	t/año
Molienda	7	0,98	6,86	13.398	t/año
Prensado	7	0,97	6,79	13.261	t/año
Enfriado	7	0,98	6,86	13.398	t/año
Empaquetado	7	0,98	6,86	13.398	t/año

Tabla 49. Capacidad de Producción Real

Luego, se obtiene, según las necesidades de producción por año, la cantidad de turnos que habrá que adicionar para poder cumplir con la producción estimada. Aquí es importante hacer una aclaración sobre cómo se realizó el estudio de balance de línea:

En primer lugar, en el cálculo de Maquinarias/Turnos Requeridos, en este tipo de plantas donde la máquina trabaja mejor cuanto más continuo sea el proceso, se prefiere agregar turnos antes que

instalar una nueva línea. De esta forma, se disminuye el tiempo de set up y se aprovecha la totalidad de la capacidad de los equipos.

En segundo lugar, a partir de la consideración de la cantidad de turnos y el set up sale el siguiente análisis. Como puede verse en la Tabla 50, se calculó la columna “*Capacidad Real x 1 turno*”. La aclaración del número de turnos viene a colación ya que la capacidad tendrá un cálculo diferente en función de la cantidad de turnos que se realicen. Esto es así pues el set up de las máquinas se realiza una vez por turno, como se explicó en la sección de Puesta en Marcha. Entonces, si el set up son 15 minutos, un turno al día tendrá 7:45 horas laborables, mientras que dos turnos tendrán 15:45 horas laborables. Es decir, que no es una duplicación del tiempo de un turno (7:45 hs multiplicado por dos sería 15:30 hs). En consecuencia, se realizará el balance de línea como un proceso iterativo que se puede ver en Excel Balance de Línea más detallado en donde se recalculan la cantidad de turnos si es que este cambio en el set up afecta el número de turnos originalmente calculados. Esto se ve más claramente en el año 2024, en donde, al considerar que el tiempo de set up no es por turno, se reduce la cantidad de turnos requeridos de 3 a 2.

Máquina	Programación Anual	Capacidad real Sección Operativa*	Cantidad de máquinas/turnos necesarios*	Grado de aprovechamiento**
Secado	23.767	38.882	2	0,61
Molienda	19.231	27.217	2	0,71
Prensado	19.231	26.939	2	0,71
Enfriado	19.231	27.217	2	0,71
Empaquetado	18.143	27.217	2	0,67

Tabla 50. Cantidad de turnos necesarios según sección operativa para el 2017.

9.6.3. Proyección del número de turnos

Finalmente, como cada uno de estos cálculos fue realizado año a año se puede obtener una tabla en donde se proyecta el número de turnos hasta 2027. En primer lugar, se puede ver que para el año 2017 en la Tabla 51, los requerimientos de cantidad turnos es de dos, para cada uno de los procesos. En los resultados obtenidos, se puede ver que a partir del año 2025 se requiere realizar tres turnos de trabajo. Es por esto que las horas laborables por año también van a cambiar, mientras que en los años que se trabaje 2 turnos la cantidad total de horas es de 3969, cuando se trabaje tres turnos se alcanzarán las 5985 horas anuales.

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Turnos trabajados	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3

Tabla 51. Resultado del Balance de Línea: Cantidad de Turnos a trabajar desde 2017 a 2027

En segundo lugar, es de interés identificar el cuello de botella del proceso. Debido a que cada año cambia el plan de producción, también cambiará el grado de aprovechamiento de las máquinas. A continuación, se presenta la Tabla 52 a modo de resumen de lo que ocurre cada año con el cuello de botella. Esto mismo es lo que se puede ver en cada una de las tablas de *Grado de Aprovechamiento*. Se puede ver que año a año se mantiene el cuello de botella en la prensa. Al ser esta nuestra máquina más costosa resulta conveniente estar explotándola lo más posible.

Máquina	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Secado	61%	64%	67%	70%	74%	77%	81%	85%	59%	62%	66%
Molienda	71%	74%	77%	81%	85%	89%	94%	99%	69%	72%	76%
Prensado	71%	74%	78%	82%	86%	90%	95%	100%	69%	73%	77%
Enfriado	71%	74%	77%	81%	85%	89%	94%	99%	69%	72%	76%
Empaquetado	67%	69%	73%	77%	80%	84%	89%	93%	65%	68%	71%

Tabla 52. Cuello de Botella del 2017 al 2027.

9.7. Evolución del Proyecto

Como posterior análisis se estudió la evolución para los próximos diez años, en función del plan de producción mencionado. Se evaluaron necesidades de Stocks, Desperdicios y Consumo de Materia prima. Se presenta la Tabla 53 que muestra la evolución del proyecto a continuación. Posteriormente se comentará acerca del cálculo de cada uno de los campos presentados.

	Unidad	Año 2017	Año 2018	Año 2019	Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023	Año 2024	Año 2025	Año 2026	Año 2027
Ventas	ton.	18.000	18.900	19.845	20.837	21.879	22.973	24.122	25.328	26.594	27.924	29.320
Stocks Prom.	ton.	143	150	158	165	174	182	191	201	211	222	233
Producción	ton.	18.143	18.907	19.853	20.845	21.887	22.982	24.131	25.337	26.604	27.934	29.331
Desperdicios No Recup.	ton.	5.624	5.861	6.154	6.462	6.785	7.124	7.481	7.855	8.247	8.660	9.093
En curso y semielab.	ton.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo Materia Prima	ton.	23.767	24.768	26.007	27.307	28.672	30.106	31.611	33.192	34.852	36.594	38.424
Stock Seguridad Materia Prima	ton.	94	98	103	108	114	119	125	132	138	145	152
Materia Prima Reproceso	ton.	1.089	1.134	1.191	1.251	1.313	1.379	1.448	1.520	1.596	1.676	1.760
Compra Materia Prima	ton.	24.950	25.907	27.203	28.563	29.991	31.491	33.065	34.718	36.454	38.277	40.191

Tabla 53. Evolución Proyectada, años 2017 a 2027

9.7.1. Desperdicios No Recuperables

El cálculo de los desperdicios no recuperables queda representado por el agua que se evapora en el secador. Esto representa un 31% del peso de la materia prima que ingresa. Se lo calcula multiplicando la Producción por el porcentaje de merma no recuperable, 31%.

9.7.2. Compra Materia Prima

La última fila de la Tabla 53 surge de la suma de Consumo de Materia Prima, Stock de Materia Prima y Materia Prima de Reproceso.

El Consumo de Materia Prima surge del estudio de balance de línea. El valor indicado es el requerimiento de alimentación de materia prima del secador. El Stock de Materia Prima se determinó en un día de trabajo debido a su disponibilidad no es un inconveniente por la cercanía de los aserraderos. Además, es un insumo que requiere mucho volumen de almacenamiento, por lo que es conveniente mantener el stock lo más bajo posible. Por último, la Materia Prima de Reproceso representa el 6% de reproceso que se genera por la criba vibratoria que se encuentra dentro de la enfriadora sumado junto con el reproceso por Control de Calidad.

9.8. Requerimientos Adicionales

A raíz del estudio de balance de línea se pueden deducir los demás requerimientos del proceso. En esta sección se detallarán los mismos por máquina o por tarea a realizar.

Seccion	Requerimiento	Unidades
Secado	Combustible	kg/hora
Empaquetado	Rollos de Plástico	u de rollos
Envolvedora de palets	Rollos de Plástico	u de rollos
Paletizado	Palets	u de palets
Mantenimiento	Matriz	u de matriz
	Rodos y rodillos	set de rodos
	Grasa	u de tachos

Tabla 54. Requerimientos adicionales por sección

9.8.1. Combustible

Los requerimientos de combustible serán por parte del secado. El secador rotatorio elegido tiene un horno que debe ser alimentado por algún combustible. De forma lógica, se decidió que el combustible sea biomasa del tipo celulósico, al igual que la materia prima del proceso.

Para realizar los cálculos de la cantidad de combustible requerido, se debió considerar el Poder Calorífico Inferior (PCI) o Lower Heating Value (LHV), en inglés, del combustible, la capacidad

de calor requerida para secar (abreviada Q), y el coeficiente de eficiencia del horno (η). Estos tres valores se relacionan de la siguiente forma¹⁰³:

$$B = \frac{Q}{LHV \times \eta} \quad (4)$$

B representa el consumo de combustible.

El requerimiento térmico de un secador rotatorio promedio¹⁰⁴ es de $3 \frac{\text{GJ}}{\text{t evaporada}}$.

El valor del LHV de la leña es de $4,08 \frac{\text{MWh}}{\text{t}}$. La eficiencia promedio del horno en un secador rotatorio es de 0,7. Con esta información y la Ecuación 4 procedimos a realizar los cálculos de requerimientos de combustible para los próximos diez años. Este cálculo quedará en función del Plan de Producción.

	Características	Unidad
Requerimiento térmico de evaporación	3	GJ/t evaporada
Requerimiento térmico de evaporación	0,83	MWh/t evaporada
Eficiencia del horno	0,7	%
PCI Leña	4,08	MWh/t
Pellet/aserrín	0,69	%
Humedad inicial	37%	%
Humedad residual	8%	%

Tabla 55. Resumen de las Constantes Utilizadas y sus respectivas unidades

	2018	2019	2020	2021	2022	Unid
Combustible	579	608	638	670	704	Kg/h
	2023	2024	2025	2026	2027	
Combustible	739	776	543	570	599	Kg/h

Tabla 56. Requerimientos de Combustible para el Secador Rotatorio Proyectado

9.8.2. Rollos para Envolver

Para el armado de los pallets se requiere de un plástico para lograr mantener unidas las pilas de bolsas. Para ello se usan rollos de plásticos. Se procedió a calcular la cantidad de rollos de plástico

¹⁰³ Riga Technical University, *Research of Woody Biomass Drying Process in Pellet Production* (2012). Recuperado 12 de agosto de 2017. <https://ortus.rtu.lv/science/lv/publications/15332/fulltext.pdf>

¹⁰⁴ University of Sheffield. *Evaluation of a Biomass Drying Process Using Waste Heat from Process Industries: A Case Study* (2011). Recuperado 11 de agosto de 2017. http://research.ncl.ac.uk/protem/components/pdfs/EPSRC_Thermal_Management_Sheffield_Journal_paper_2_Biomass_Drying_Jan_2011.pdf

que se requerirán, para los próximos diez años de producción. Se consideraron rollos de ancho 0,50 m y con calibre del papel filme de 55-60.

	Características	Unidad
Ancho rollo	0,50	m
Calibre de film	55-60 ¹⁰⁵	-
Longitud del rollo	200	m

Tabla 57. Características del Plástico Envolverte.

Considerando un largo del pallet de 120 cm y un ancho de 100 cm se calculó el requerimiento de papel film por pallet, teniendo en cuenta de que se realizan doce vueltas de papel por pallet, para garantizar una correcta construcción del pallet a transportar. Se necesitarán 53 metros por pallet.

	Cantidades	Unidad
Requerimiento plástico por vuelta	4,40	metros/vuelta
Vueltas Envolvedor	12	vueltas
Metros por palet	53	metros/palet
Palet por rollo	3.79	palets

Tabla 58. Parámetros Considerados para Requerimientos de Plástico Envolverte.

Se calcula entonces, la cantidad de rollos necesarios para cada año.

	2018	2019	2020	2021	2022	Unid
Cant Rollos	4,754	4,991	5,241	5,503	5,778	rollos
	2023	2024	2025	2026	2027	
Cant Rollos	6,067	6,371	6,689	7,024	7,375	rollos

Tabla 59. Cantidad de Rollos que se deben comprar por año.

9.8.3. Rollos para Bolsas

Los pellets producidos serán comercializados en sus respectivas bolsas plásticas, según lo establecido por la norma *ENPlus*¹⁰⁶. Se realizó el estudio de la cantidad de plástico requerido para

¹⁰⁵ Consideraciones a tener en cuenta en la compra de plástico para envoltura de palets. <http://resources.landsberg.com/choosing-right-stretch-film-application/#containment>

¹⁰⁶ Para más información al respecto ver la sección de Control de Calidad del presente documento.

empaquetar. El plástico de las bolsas es vendido en forma de rollos. Estos rollos tienen un ancho de 0,5 metros y con calibre de 60-70. Cada bolsa requiere 1.2 m de papel plástico. Como se estableció anteriormente, cada bolsa contiene 15 kg de pellets.

	Características Unidad	
Ancho rollo	0,5	m
Calibre de film	60-70	-
Requerimiento bolsa	1.2	m

Tabla 60. Características del Plástico para Bolsas.

	2018	2019	2020	2021	2022	Unid
Cant Rollos	7,563	7,941	8,338	8,755	9,193	rollos
	2023	2024	2025	2026	2027	
Cant Rollos	9,652	10,135	10,642	11,174	11,732	rollos

Tabla 61. Requerimientos de rollos para Bolsas por año.

9.8.4. Requerimientos por Mantenimiento

Esta sección de requerimientos estará enfocada en aquellos insumos dedicados al mantenimiento de la planta.

Grasa

El engrase automático de la pelletizadora se calculó en base a que se requieren 8 gramos de grasa por cada tonelada producida, para la máquina seleccionada. Asimismo, la grasa se comercializa en recipientes¹⁰⁷ de 20 kg. El engrase se realiza de manera automática, por lo que no requiere de consideración en estudio de tiempos.

	Característica	Unidades
Requerimiento	8	g/ton producida
Unidades comercializadas	20	kg/tacho

Tabla 62. Parámetros considerados para el cálculo de requerimientos de grasa para el mantenimiento.

Con estos parámetros se puede saber la cantidad de grasa requerida en función de la producción anual. Se calculó la cantidad de tachos necesarios para un año. Es importante tener en cuenta que, si un tacho no fue consumido completamente durante un año, el siguiente año se tendrá ese excedente para consumir. Esto es lo que se quiso expresar con la fila “Sobra” de la Tabla 63.

¹⁰⁷ Se utilizará el nombre de recipientes o tachos indistintamente, refiriéndonos a las unidades comercializadas de contenedores de grasa.

Grasa - ZKF	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	Unid
Proyección Producción	18.143	18.907	19.853	20.845	21.887	22.982	24.131	25.337	26.604	27.934	29.331	Ton.
Cantidad anual Grasa	145	151	159	167	175	184	193	203	213	223	235	kg
Tachos de Grasa 20kg	7.26	7.56	7.94	8.34	8.75	9.19	9.65	10.13	10.64	11.17	11.73	u. de tachos
Tachos a comprar	8	7	8	9	8	10	9	10	11	11	12	u. de tachos
Sobra	0,74	0,18	0,24	0,90	0,15	0,95	0,30	0,17	0,52	0,35	0,62	

Tabla 63. Requerimientos de Tachos de Grasa, proyectado hasta el 2027.

Matrices

Para el cálculo de necesidad de cambio de matrices se consideró una vida útil de la misma de 3.000 horas de funcionamiento.¹⁰⁸ El cambio de matriz toma 30 minutos. De igual manera que se consideró el sobrante de grasa de un año al siguiente, se consideraron las horas sobrantes de la matriz de un año al siguiente. Los resultados obtenidos se detallan a continuación.

	Característica	Unidades
Tiempo de Cambio	0,5	hora
Frecuencia	3.000	hora

Tabla 64. Parámetros considerados para el cálculo de requerimientos de cambio de matriz.

Matrices	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	Unidades
Proyección Tiempo Trabajo	3.969	3.969	3.969	3.969	3.969	3.969	3.969	3.969	5.985	5.985	5.985	horas
Cantidad matrices/año	1,32	0,65	0,97	1,29	0,62	0,94	1,26	0,58	1,58	1,57	1,57	
Cantidad de matrices	2	1	1	2	1	1	2	1	2	2	2	u de matrices
Diferencia	0,68	0,35	0,03	0,71	0,39	0,06	0,74	0,42	0,42	0,43	0,43	
Horas disponibles	2031	1062	93	2124	1155	186	2217	1248	1263	1278	1293	horas
Tiempo de cambio	1,00	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50	1,00	0,50	1,00	1,00	1,00	Horas/año

Tabla 65. Cálculo de requerimientos de cambio de matriz.

Rodillos y Rodamientos

De manera análoga se realizó el estudio de requerimiento de rodillos y rodamientos. En este caso la vida útil se estimó en 4.000 horas de funcionamiento. El tiempo de cambio también es de 30 minutos.

¹⁰⁸ E. Bongers (comunicación personal, 28 de julio, 2017) – Gerente General GP Energy

	Característica	Unidades
Tiempo de Cambio	0,5	hora
Frecuencia	4.000	horas

Tabla 66. Parámetros considerados para el cálculo de requerimientos de cambio de rodillos y rodamientos.

Rodillos y Rodamientos	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	Unid
Proy t trabajo pelletizadora	3.969	3.969	3.969	3.969	3.969	3.969	3.969	3.969	5.985	5.985	5.985	horas
Cantidad rodillos/año	0,99	1,31	0,41	0,53	0,70	0,92	1,22	0,28	1,04	0,71	1,61	
Cantidad de rolos y rodillos	1	2	1	1	1	1	2	1	2	1	2	Set de rodillos
Diferencia	0,01	0,69	0,59	0,47	0,30	0,08	0,78	0,72	0,96	0,29	0,39	
Horas disponibles	31	2749	2374	1873	1205	315	3128	2879	3859	1165	1573	horas
Tiempo	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	0,50	1,00	0,50	1,00	horas

Tabla 67. Cálculo de requerimientos de cambio de rodillos y rodamientos.

9.9. Organización de la Mano de Obra

9.9.1. Cálculo de suplemento por tipo de empleado

El manual de la OIT define el suplemento como un tiempo necesario a considerar en las tareas que involucran personas. Este tiempo será de necesidades personales, por fatiga, el uso de fuerza, monotonía y tedio y su valor es de 20%¹⁰⁹. Se tendrá, entonces, la cantidad de horas mensuales disponibles, por turno por operario.

$$HH \text{ reales} = \frac{\text{horas diarias}}{1 + \text{suplemento}} \times \text{turnos diarios}$$

Las HH reales, corresponden a las horas hombre por operario por turno, efectivamente trabajadas.

9.9.2. Descripción de las tareas a realizar

El proceso descrito, posee un alto grado de automatización, lo que implica una baja cantidad de operarios actuando en los procesos intermedios. Hay tareas de control y planificación que implican una dedicación continua por parte del operario, pero que no

¹⁰⁹ Organización Internacional del Trabajo. *Sistema de suplementos por descanso, porcentaje de tiempos básicos*. Recuperado 4 de agosto de 2017. <http://materias.fi.uba.ar/7153/pub/03Ingenieria%20de%20la%20manufactura/03-clSuplementos%20por%20descanso-040325.pdf>

generan impacto en el ritmo del proceso, si el trabajador deja su puesto momentáneamente. Por este motivo, no se define en las mismas un estudio de tiempos.

Logística y planificación

El gran flujo de materia prima y producto terminado, genera una necesidad de gestión logística. Esta tarea de planificación será realizada por el responsable en planta, el gerente de logística.

Control de calidad

Como se ha mencionado anteriormente, en el apartado “Control de Calidad”, la certificación *ENplus* implica un alto grado de control, tanto continuo como por muestreo, que tendrá como consecuencia un responsable del área de calidad de la planta.

Control de proceso

Uno de los operarios que posea un bajo porcentaje de ocupación en su tarea, será el encargado de control del proceso, para cubrir posibles eventualidades que pueden darse durante el ciclo de trabajo.

Pese a una potencial interrupción de la tarea de los trabajadores descritos hasta el momento, el proceso puede continuar sin mayores complicaciones. Sin embargo, hay tareas que podrán resultar limitantes en cuanto a requerimientos de mano de obra, generando variaciones en la cantidad de operarios requeridos. Para estas actividades se dedicará un análisis especial para determinar la cantidad de empleados requeridos por turno, teniendo en cuenta el suplemento de 20%.

Carga de combustible

El secador, requiere de aire caliente para su funcionamiento. Entonces, una de las tareas de la planta, será la del encargado de alimentar el horno del secador con biomasa. Deberá transportar el combustible desde el almacén de combustible hasta el horno.

Se considera una unidad de transporte de una capacidad de carga de 650 kg, los tiempos de la tarea serán los descritos a continuación.

Carga combustible	Cantidades	Unidad
t carga de leña en fuente	240	segundos
Velocidad de caminata	3	km/h
Distancia promedio	10,00	m
t de caminata	12,00	s
t de descarga leña	240,00	s
t total del trabajo	504,00	s

kg por Hora	4642,86	kg/hora
--------------------	---------	---------

Tabla 68. Tiempos requeridos para la tarea de carga de combustible

Seccion operativa	Cap. teorica operativa	Horas efectivas	Cap. teorica anual	Supl 20%	Capacidad real anual	
Carga combustible	4642.86	1,953	9,067,500	3,869.05	7,556,250	kg/año

Tabla 69. Cálculo de Capacidad Real Anual del Operario

Carga combustible	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Requerimiento de Combustible	556	579	608	638	670	704	739	776	543	570	599
Horas de trabajo	3.969	3.969	3.969	3.969	3.969	3.969	3.969	3.969	5.985	5.985	5.985
Requerimiento Anual de combustible	2.205.264	2.298.163	2.413.071	2.533.724	2.660.411	2.793.431	2.933.103	3.079.758	3.250.856	3.413.398	3.584.068
Capacidad real Anual	7.556.250	7.556.250	7.556.250	7.556.250	7.556.250	7.556.250	7.556.250	7.556.250	7.556.250	7.556.250	7.556.250
% de ocupación	29,18%	30,41%	31,93%	33,53%	35,21%	36,97%	38,82%	40,76%	43,02%	45,17%	47,43%
Turnos	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
Cantidad de operarios/turno	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,18	0,19	0,20	0,14	0,15	0,16

Tabla 70. Análisis de requerimientos de mano de obra para la tarea de carga de combustible

9.9.3. Carga de la tolva

El secado es la primera etapa por la que pasará la materia prima, por lo que se deberá cargar en una tolva el material requerido. Esta operación implica el manejo de una pala cargadora, recorriendo la distancia de la tolva hasta el almacén de materia prima.

Teniendo en cuenta una capacidad de tolva de 20 m³ y una capacidad de pala de carga de 1 m³ el estudio de tiempos se desarrolla a continuación.

Carga a tolva	Cantidades	Unidad
Toneladas de aserrín en tolva	4,44	toneladas
Viajes para carga entera de tolva	20,00	viajes
Velocidad de cargadora	10	km/h
Velocidad de cargadora	2,78	m/s
Distancia promedio	20	m
Transporte Tolva Almacén	7,2	segundos
t levantar carga	4,40	segundos
t bajar carga	3,00	segundos
t descargar carga	1,20	segundos
t total viaje	23	segundos
t total carga tolva	460	segundos
Carga por hora	7,83	carga/hora
tns pellets/tns de aserrín	0,69	t pellets/ t aserrín

Tabla 71. Tiempos requeridos para la tarea de carga de tolva

Seccion operativa	Cap. teorica operativa	Horas efectivas	Cap.teorica anual	Supl 20%	Capacidad real anual	
Carga a tolva	7.83	1.953	15.284	6,52	12.737	cargas/año

Tabla 72. Cálculo de Capacidad Real Anual del Operario

Carga Tolva	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Producción Pellets	18,143	18,907	19,853	20,845	21,887	22,982	24,131	25,337	26,604	27,934	29,331
Requerimiento de Aserrín	26,363	27,473	28,847	30,289	31,804	33,394	35,064	36,817	38,658	40,591	42,620
Cargas de Aserrín en Tolva	5,938	6,188	6,497	6,822	7,163	7,521	7,897	8,292	8,707	9,142	9,599
Capacidad real Anual	12737	12737	12737	12737	12737	12737	12737	12737	12737	12737	12737
Cantidad de operarios	0.47	0.49	0.51	0.54	0.56	0.59	0.62	0.65	0.68	0.72	0.75
% de ocupación	47%	49%	51%	54%	56%	59%	62%	65%	68%	72%	75%
Turnos	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
% de ocupación por turno	23.31%	24.29%	25.50%	26.78%	28.12%	29.52%	31.00%	32.55%	22.79%	23.93%	25.12%

Tabla 73. Análisis de requerimientos de mano de obra para la tarea de carga de tolva

9.9.4. Paletizado

La sección de empaquetado es completamente automática, sin embargo, el armado del palet se realiza de forma manual, requiriendo la presencia de operarios en esta estación.

Paletizado	Cantidades	Unidad
Bolsas por palet	70	bolsas
t carga bolsa	14	segundos
t carga total pallet	980	segundos
t envolver palet	120	segundos
t total palletizado	980	segundos
Produccion palets	3,67	palets/hora

Tabla 74. Tiempos requeridos para la tarea de carga de paletizado

Seccion operativa	Cap. teorica operativa	Horas efectivas	Cap. teorica anual	Supl 20%	Capacidad real anual	
Paletizado	3.67	1,953	7,174	3.06	5,979	palets/año

Tabla 75. Cálculo de Capacidad Real Anual del Operario

Paletizado	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Producción Pellets	18,143	18,907	19,853	20,845	21,887	22,982	24,131	25,337	26,604	27,934	29,331
Palets/año	17,279	18,007	18,907	19,853	20,845	21,887	22,982	24,131	25,337	26,604	27,934
Capacidad real Anual	5979	5979	5979	5979	5979	5979	5979	5979	5979	5979	5979
Cantidad de operarios	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	5.00	5.00	5.00	5.00
% de ocupación	96%	75%	79%	83%	87%	92%	96%	81%	85%	89%	93%
Turnos	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
Cantidad de operarios/turno	1.5	2	2	2	2	2	2	2.5	1.7	1.7	1.7

Tabla 76. Análisis de requerimientos de mano de obra para la tarea de paletizado.

9.9.5. Transporte

Una vez armado el palet con 70 bolsas de 15 kg este deberá ser llevado a la sección de la envolvente para asegurar su correcto embalaje. Luego se debe accionar la maquinaria y esperar dos minutos a que finalice el proceso. Finalmente se transporta el palet al almacén de producto terminado. Todas estas actividades son llevadas a cabo por un operario por medio de un autoelevador.

Transporte	Cantidades	Unidad
Levantar/Dejar palet	5	segundos
Manipuleo en Almacén	60	segundos
Distancia Secc PaletsEnvolvedora	10	metros
Distancia Secc EnvolvedoraAlmacen PT	15	metros
Velocidad Autoelevador	10	km/h
Palet vacío en Empaquetadora	13,60	segundos
Palet completo en Envolvedora	30	segundos
Espera Envolvedora	120	segundos
Palet envuelto en Almacen	75,80	segundos
Total tiempo Transporte (s)	239,40	segundos
Total tiempo Transporte (min)	3,99	minutos
Transporte de Palets	15,04	palets/hora

Tabla 77. Tiempos requeridos para la tarea de carga de transporte

Seccion operativa	Cap. teorica operativa	Horas efectivas	Cap. teorica anual	Supl 20%	Capacidad real anual	
Transporte	15.04	1,953	29,368	12.53	24,474	palets/año

Tabla 78. Cálculo de Capacidad Real Anual del Operario

Transporte	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Producción Pellets	18,143	18,907	19,853	20,845	21,887	22,982	24,131	25,337	26,604	27,934	29,331
Palets/año	17,279	18,007	18,907	19,853	20,845	21,887	22,982	24,131	25,337	26,604	27,934
Capacidad Real anual	24,474	24,474	24,474	24,474	24,474	24,474	24,474	24,474	24,474	24,474	24,474
Cantidad de operarios	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00
% de ocupación	71%	74%	77%	81%	85%	89%	94%	99%	52%	54%	57%
Turnos	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
Cantidad de operarios	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7

Tabla 79. Análisis de requerimientos de mano de obra para la tarea de transporte.

9.9.6. Carga en camiones

Debe llevar los palets a la zona de carga de camiones. Una vez que el camión llega a la planta se procesa a realizar la carga con los autoelevadores.

Teniendo en cuenta que la cantidad de palets por camión es de 22, se hace un estudio de tiempos de carga a continuación.

Carga camiones	Cantidades	Unidad
Tiempo de carga por palet	60	segundos/palet
Tiempo de carga	1320	segundos
Tiempo de manipuleo en Almacén	600	segundos
Tiempo de manipuleo en Almacén por palet	27	segundos
Tiempo total de carga por palet (s)	87	segundos
Tiempo total de carga (min)	1,45	minutos
Carga de palets	41,25	palets/hora

Tabla 80. Tiempos requeridos para la tarea de carga de camiones

Seccion operativa	Cap. teorica operativa	Horas efectivas	Cap. teorica anual	Supl 20%	Capacidad real anual	
Carga a camiones	41.25	1,953	80,561	34.38	67,134	palets/año

Tabla 81. Cálculo de Capacidad Real Anual del Operario

Carga camiones	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Producción Pellets	18,143	18,907	19,853	20,845	21,887	22,982	24,131	25,337	26,604	27,934	29,331
Palets/día	69	71	75	79	83	87	91	96	101	106	111
Capacidad Real Diaria	266	266	266	266	266	266	266	266	266	266	266
Cantidad de operarios	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
% de ocupación	26%	27%	28%	30%	31%	33%	34%	36%	38%	40%	42%
Turnos	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
Cantidad de operario	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3

Tabla 82. Análisis de requerimientos de mano de obra para la tarea de carga en camiones.

9.9.7. Balance de tareas por operario

Puede verse en las tablas de la sección anterior, que el porcentaje de ocupación varia de una tarea a otra. En algunos casos es mayor al 100%, lo que implicaría más de un operario realizando la tarea y otras veces es mucho menor, lo que sugiere combinar esa tarea con otra para optimizar el tiempo del recurso mano de obra.

La carga de la tolva y de combustible son actividades que se encuentran en la misma región de la planta, y poseen un bajo porcentaje de ocupación. Aun uniendo estas tareas, el porcentaje de ocupación es bajo. Es por esto que este operario será el encargado de tener un control sobre el proceso ante una posible eventualidad.

El transporte interno y la carga de camiones también cumplen las características de realizarse en la misma zona y tener un porcentaje de ocupación menor a 100%.

En cambio, el paletizado, posee una ocupación mayor al 100%, lo que implica tener que utilizar más de un empleado por turno (dependiendo del año considerado).

Las tareas de control de calidad y planificación y logística requieren una atención continua y se propone un operario por turno de cada una de estas tareas.

A continuación se detallan los requerimientos diarios de mano de obra según el año proyectado.

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	Unidades
Turnos	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	turnos/día
Control de calidad	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	empleados/día
Planificación y logística	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	empleados/día
Carga combustible, tolva y control	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	empleados/día
Paletizado	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	empleados/día
Trasporte interno y en camiones	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	empleados/día
Empleado administrativo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	empleados/día
Total diario	14	15	15	15	15	15	15	16	21	21	21	

Tabla 83. Operarios diarios proyectados

10. Control de Calidad

10.1. Exigencias de la certificación

Para ingresar al mercado italiano, se ha decidido cumplir con la certificación *ENPlus A1*¹¹⁰. La misma busca lograr la aprobación de los parámetros que se muestran en la siguiente Tabla 84:

¹¹⁰ ENplus. *Quality Certification Scheme for Wood Pellets*. Recuperado 24 de Julio del 2017. http://www.enplus-pellets.eu/wp-content/uploads/2016/03/ENplusHandbook_part2_V3.0_CertificationProcedure_EPCinternational.pdf

Propiedad	Unidad	ENplus A1	ENplus A2	ENplus B	Norma de ensayos ¹¹⁾
Diámetro	mm	6 ± 1 u 8 ± 1			ISO 17829:
Longitud	mm	3,15 < L ≤ 40 ⁴⁾			ISO 17829:
Humedad	% en masa ²⁾	≤ 10			ISO 18134
Cenizas	% en masa ³⁾	≤ 0,7	≤ 1,2	≤ 2,0	ISO 18122
Durabilidad mecánica	% en masa ²⁾	≥ 98,0 ⁵⁾	≥ 97,5 ⁵⁾		ISO 17831-1
Finos (< 3,15 mm)	% en masa ²⁾	≤ 1,0 ⁶⁾ (≤ 0,5 ⁷⁾)			ISO 18846
Temperatura de los pellets	°C	≤ 40 ⁸⁾			
Poder calorífico neto	kWh/kg ²⁾	≥ 4,6 ⁹⁾			ISO 18125
Densidad aparente	kg/m ³ ²⁾	600 ≤ BD ≤ 750			ISO 17828
Aditivos	% en masa ²⁾	≤ 2 ¹⁰⁾			-
Nitrógeno	% en masa ³⁾	≤ 0,3	≤ 0,5	≤ 1,0	ISO 16948
Azufre	% en masa ³⁾	≤ 0,04	≤ 0,05		ISO 16994
Cloro	% en masa ³⁾	≤ 0,02		≤ 0,03	ISO 16994
Temperatura de deformación de las cenizas ¹⁾	°C	≥ 1200	≥ 1100		CEN/TC 15370-1
Arsénico	mg/kg ³⁾	≤ 1			ISO 16968
Cadmio	mg/kg ³⁾	≤ 0,5			ISO 16968
Cromo	mg/kg ³⁾	≤ 10			ISO 16968
Cobre	mg/kg ³⁾	≤ 10			ISO 16968
Plomo	mg/kg ³⁾	≤ 10			ISO 16968
Mercurio	mg/kg ³⁾	≤ 0,1			ISO 16968
Níquel	mg/kg ³⁾	≤ 10			ISO 16968
Cinc (Zn)	mg/kg ³⁾	≤ 100			ISO 16968

¹⁾ las cenizas se producen a 815 °C

²⁾ según se recibe

³⁾ base seca

⁴⁾ un máximo del 1% de los pellets puede tener más de 40 mm de longitud; no se admiten pellets de más de 45

Tabla 84. Requerimientos de certificación ENplus

Una vez realizado el contrato con el organismo, *ENPlus* entregará un número de identificación de 5 caracteres, representando los dos primeros el país y los últimos tres el número del comerciante dentro del país. Por otro lado, queda autorizado el uso del sello de certificación, que deberá tener una medida mínima de 20 mm y ser idéntico al mostrado a continuación.



Figura 37. Identificación de la Certificación

La materia prima, el proceso de producción del pellet, el almacenamiento, transporte, embolsado, control de calidad interno, calificación del personal, documentación y todos los procesos, serán controlados por una inspección anual proveniente de uno de los empleados del Cuerpo de Inspección¹¹¹. Los controles que realizar en los diferentes aspectos de la planta se detallan a continuación.

10.1.1. Gestión de calidad

Se debe contar con instrucciones, entrenamiento y procedimientos para el manejo de reclamos y quejas.

10.1.2. Dirección

Se debe contar con un empleado con conocimiento en los procedimientos de calidad que deberían ser llevados a cabo. La persona encargada será el contacto con el cuerpo de inspección y deberá realizar entrenamientos en el exterior.

10.1.3. Materia prima

No debe tener agregados, ni provenir de procesos en los que se les hubiera incorporado algún aditivo (los cuales estarán permitidos hasta en un 2%). El agua, vapor o calor no son considerados como aditivos.

10.1.4. Embolsado

En el caso de la categoría A1, está permitido embolsar hasta 30 kg y los datos del comerciante que figuren en el envase deben coincidir con los registrados en el *EN-Plus* ID. Los diseños de bolsas también deberán ser aprobados por el organismo. Deben contener, en el idioma que corresponda al país en el que será comercializado, una serie de leyendas: “Pellet de madera”, nombre y dirección de la compañía, sello de calidad, el diámetro, peso y “Almacenar en condiciones secas” y “Usar solo bajo condiciones aprobadas y recomendadas acorde a las instrucciones del fabricante y las regulaciones nacionales”.

¹¹¹ El inspector tomará muestras en el proceso de producción, luego del enfriado. También analizará los procesos, las operaciones y la cualificación de los empleados y el origen de las materias primas utilizadas, si sólo se han usado las bolsas aprobadas y si se están cumpliendo los objetivos de la dirección.

10.1.5. Proceso

En la etapa de recepción se realiza una inspección visual y verificación de los documentos. El proceso deberá ser revisado y realizar mantenimiento y limpiezas periódicas. Los bienes en circulación deberán ser controlados con una muestra de referencia.

La cantidad mínima de muestras a tomar para el control de calidad estará dado por la siguiente ecuación:

$$N = \frac{10}{D} * \sqrt{\frac{T}{10}}$$

Siendo:

- N : el número mínimo de muestras a tomar en 24 horas.
- D : la cantidad de días anuales trabajados.
- T : las toneladas producidas anualmente.

La densidad, humedad, durabilidad mecánica y largo serán parámetros testeados después de la producción (antes del almacenamiento) y la cantidad de finos se realizará en el último punto posible antes del envío.

10.2. Control Interno

El organismo certificador se encarga de hacer las pruebas de ceniza, poder calorífico y contenido de diferentes metales, en un laboratorio, pero habrá un control interno que será obligatorio y responde a la Tabla 85.

Parámetro	Punto de testeo
Densidad aparente	Después de la producción, antes del almacenamiento
Humedad	Después de la producción, antes del almacenamiento
Durabilidad mecánica	Después de la producción, antes del almacenamiento
Largo	Después de la producción, antes del almacenamiento
Contenido de finos	El último punto posible antes del envío

Tabla 85. Características testeadas en planta

Los instrumentos de control¹¹² serán dos analizadores NIR (región espectral del infrarrojo cercano) de la marca Perten. El On-line DA 7440¹¹³ monitoriza en tiempo real el contenido de humedad del producto a la salida del secador, permitiendo modificar los parámetros del proceso.



Figura 38. DA 7440

VARIABLES DEL INSTRUMENTO	DA 7440
Requisitos de alimentación	240 V CA, 100 W
Dimensiones del sensor	290x210x460 mm
Peso neto del sensor	12 kg
Dimensiones del armario	600x400x220 mm
Peso neto del armario	24 kg
Rango de temperatura	-10 a 40 °C
Precio¹¹⁴	50.000 USD

Tabla 86. Características DA 7440

El DA 7250¹¹⁵¹¹⁶ controla los pellets después del proceso, tiene una amplia cantidad de aplicaciones, entre las que se encuentra medir la humedad, la resistencia mecánica, el poder calorífico, ceniza, y densidad. Este equipo también se utiliza para medir el porcentaje de humedad y contenido de metales de la materia prima que ingresa a la planta.

¹¹² Perten. *Quality Control Solutions for Wood Pellets*. Recuperado 27 de julio de 2017. https://www.perten.com/Global/Brochures/Segment%20brochures/Wood%20pellets_EN_20150429_LOW.pdf

¹¹³ Perten. *Productos*. Recuperado 27 de julio 2017. <https://www.perten.com/es/Productos/NIROn-line-DA-7400/>

¹¹⁴ Información facilitada por Alberto Chiesa, empresa Perten, sede Sudamérica.

¹¹⁵ Perten. *Productos*. Recuperado 27 de julio de 2017. <https://www.perten.com/es/Productos/Analizador-NIR-DA-7250/>

¹¹⁶ Información facilitada por Alberto Chiesa, empresa Perten, sede Sudamérica.



Figura 39. DA 7250

Variables del instrumento	DA 7250
Requisitos de alimentación	115/230 V, 50/60 Hz
Dimensiones	517x370x390 mm
Peso neto	20 kg
Pantalla	Táctil
Temperatura ambiente	-5 a 40 °C
Tiempo de análisis	6 segundos
Tamaño de muestra	Hasta 380 ml
Precio³¹	85.000 USD

Tabla 87. Características DA 7250

Hay una prueba mecánica que permite asegurar una consistencia del pellet que impida su desgrane durante la fase de transporte. Se toma una muestra, se la tamiza y luego se la somete a una determinada cantidad de revoluciones o corrientes de aire, se filtra nuevamente y se pesa. La cantidad de pellets completos deberá ser de al menos un 97,5% para considerarlo de alta calidad (el resto se ha desprendido durante el filtrado). La cantidad de finos de los pellets que están por abandonar la fábrica deberá ser inferior al 1%. Para el caso de la marca HOLMEN el Ligno Tester^{117,118119}, se usa una corriente de aire que genera choques entre los pellets de la muestra,

¹¹⁷ TEKPRO. *Pellet Durability Tester*. Recuperado 29 de Julio de 2017
<http://www.tekpro.com/lignotester.html>

¹¹⁸ 3TEKPRO. *Strength in Pellet Durability*. Recuperado 29 de Julio de 2017.
<http://www.tekpro.com/PDF/Ligno%20Tester%20Info%20Sheet-v2-min.PDF>

¹¹⁹ Información facilitada por Amber Guyton, empresa TEKPRO, UK.

ajustada a los parámetros de la normativa *ENplus*. Este instrumento simula las circunstancias por las que pasa el pellet desde la planta hasta llegar a la caldera de destino en 60 segundos.



Figura 40. Ligno Tester

Variables de instrumento	HOLMEN Ligno Tester
Requisitos de alimentación	110V-115V & 220V-240V, 50 & 60Hz
Tamaño	440 x 300 x 440mm
Peso	17.5 kg
Precio ³⁴	4.100 USD

Tabla 88. Características Ligno Tester

En caso de no cumplir con los estándares de calidad en alguno de estos equipos, el producto debe reingresar al proceso en la etapa de molienda. Se estima que, dada la calidad de la prensa, el porcentaje de rechazo será inferior al 1%.

En cuanto a los controles durante el proceso, el primero a mencionar se encuentra entre el proceso de secado y de trituración. Existe aquí la necesidad de asegurar que el aserrín no contenga pedazos de metal, plástico o algún otro contaminante lo suficientemente grande como para generar problemas en el molino. Las piedras se remueven en un dispositivo atrapa piedras que hace el aserrín pase por una abertura a velocidad. A su vez, se hace pasar el aserrín por un imán para eliminar los objetos metálicos.¹²⁰

¹²⁰ COFORD Connects. *The Production of Wood Pellets*. Recuperado 24 de julio de 2017.

http://www.coford.ie/media/coford/content/publications/projectreports/cofordconnects/ccnpellet_production.pdf

10.3. Análisis estadístico

El problema al que se enfrenta la planta es lograr mantener sus productos dentro de los estándares de calidad correspondientes a la normativa. Para lograr esto, se va realizar la medición de las variables: humedad, densidad, resistencia mecánica, largo y contenido de finos. La misma no se hará sobre la totalidad de la población, sino que se tomarán muestras representativas del sistema. El tipo de muestreo será por variables y no por atributos, ya que este mecanismo permite testear una menor cantidad de producto y otorga más información del proceso y sus fallas.

Consecuencias de una mala calidad ¹²¹

La norma surge para asegurar al usuario la compra de pellets con un determinado nivel de calidad. En caso de que esto no se cumpliera, existen una serie de consecuencias que se describen a continuación.

La durabilidad mecánica dependerá, en gran medida, de la cantidad de polvo retenida en el pellet. En caso de que no contara con un determinado nivel de resistencia, implicaría suciedad, problemas de alimentación de la estufa reducción en la eficiencia de combustión, y un incremento en las emisiones. La durabilidad mecánica puede verse mejorada modificando parámetros durante la producción.

El contenido de ceniza del pellet va a influir en el residuo remanente en la estufa, luego de la combustión. Esto puede ocasionar problemas en la combustión por una cantidad abundante de residuos en la zona de los agujeros del brasero e incrementar la cantidad de emisión de partículas de la estufa. La cantidad de ceniza se debe a la especie de madera utilizada y la cantidad de corteza presente en la materia prima.

El largo es un aspecto importante para la capacidad de carga, si varía de forma significativa implicaría falta de uniformidad de la carga a lo largo del tiempo.

Las propiedades químicas influyen en: el tipo de residuos indeseables que podrán formarse en el brasero (causado por los metales), la corrosión de la estufa (la presencia de cloro la genera) y las emisiones a la atmósfera (nitrógeno y cloro)

¹²¹ CONCEREAL. *Norma Europea Sobre la Calidad del Pellet*. Recuperado 26 de julio de 2017. http://www.concereal.es/norma_EN14961-2

11.Tratamientos

11.1. Desperdicios

11.1.1. Agua

El mayor desperdicio se produce en la eliminación de agua por secado. Al utilizar aserrín húmedo dado a su alta disponibilidad y bajo costo, se debe eliminar un gran porcentaje de agua, superior al 30% de la masa total de materia prima. El agua que sale a partir del proceso de secado se elimina a través de la chimenea del equipo en conjunto con los gases de la quema de biomasa. El vapor no es nocivo para el medio ambiente por lo que no se le debe realizar ningún tratamiento.

11.1.2. Gases

Las mermas en términos energéticos que podrían recuperarse serán los gases que usamos para el funcionamiento del secador. Estos gases provienen de la quema en el horno del secador de combustible biomásico como la leña que tiene una densidad que varía entre 600 – 750 kg/m³ dependiendo el tipo de madera del árbol que se utilice. La descarga de los gases de combustión se hace también por la chimenea del secador, pero se considera que estos no son nocivos para el medio ambiente dado que el CO₂ que emiten es el mismo que el que fue absorbido por la planta recientemente. A este se lo suele llamar como un impacto de “balance neutro”.

11.1.3. Materia Prima

En cuanto a desperdicios de aserrín, durante el proceso es nula debido a que cualquier partícula de aserrín que no se haya amalgamado al pellet se puede volver a reprocesar en la línea de producción. El reproceso desde la criba vibratoria se hace a través de caños, es decir, por vía neumática, mientras que los que salen a partir del control de calidad se realizan manualmente.

Además, la puesta en marcha de la prensa provoca cierto scrap. Para iniciar al trabajo de la prensa esta requiere un procedimiento en donde se toman 15 minutos en los que se suministra materia prima con el objetivo de poner en régimen la prensa. La materia prima que queda dentro de la máquina es la que comienza a salir en ese cuarto de hora. Sin embargo, los pellets producidos serán frágiles y no alcanzan los estándares de calidad de la ENPlus por lo que se vuelven a reprocesar. Este reproceso va a variar según la capacidad a la que esté trabajando la línea y se tendrá en cuenta que no hay producción en esos 15 minutos en el sector de Balance de Línea.

11.1.4. Efluentes

Por la naturaleza del proceso no hay efluentes para ser tratados.

11.1.5. Mantenimiento Preventivo

Se realizan una serie de mantenimiento de tipo preventivo. Se realiza un engrase de las partes de manera automática en la prensa de pellets. Este proceso se da internamente en las máquinas, esto significa que no se necesita de operarios que se ocupen de esta tarea. El engrase se realiza cada 30 minutos.

Al utilizarse una prensa de alta calidad como es la de marca alemana Kahl y dada la materia prima de baja granulometría con trituración previa a la entrada, los cambios de matriz no son tan frecuentes. El cambio por desgaste de la matriz se realiza cada 3000 horas de trabajo y el cambio

en rodos y rodamientos se debe hacer cada 4000¹²² horas. Estos cambios requieren de una parada en la planta de 30 minutos cada uno y serán paradas programadas y según el cronograma de trabajo y de cambio. A partir del Balance de Línea se podrán establecer cuáles son los requerimientos de cambio de matriz y como esto podría afectar en las necesidades de algún otro recurso.

Se aprovecha también en las paradas de planta recién mencionadas para hacer un mantenimiento preventivo a las otras máquinas que requieren también de una revisión esporádica interna, aunque no sufren el mismo desgaste que la prensa. Entre las maquinarias más importantes a revisar encontramos el secador, el martillo y la empaquetadora.

12.Layout

Se realizó un esquema de distribución del Layout de la planta.

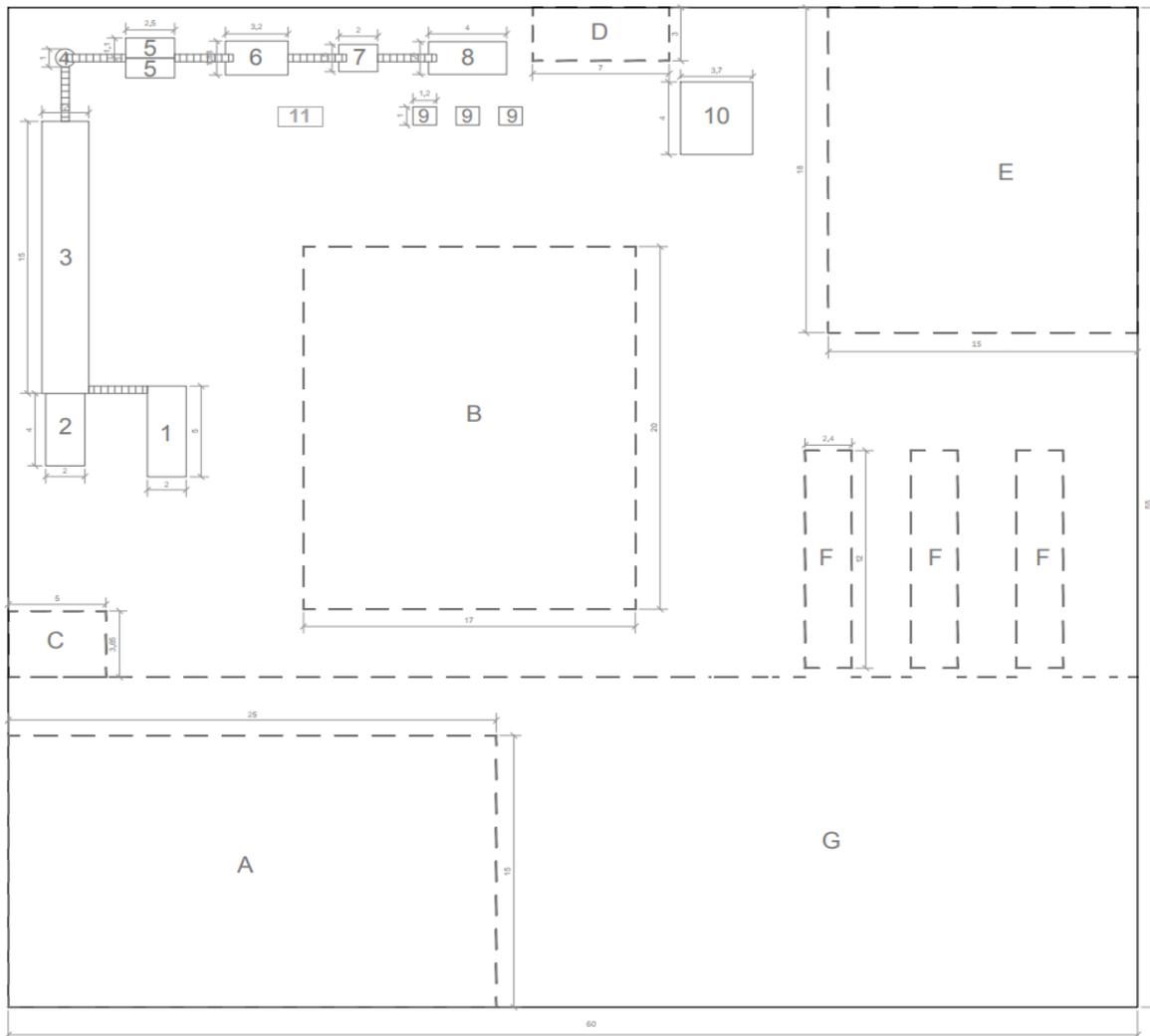


Diagrama 3. Layout Propuesto

¹²² Datos adquiridos por fabricante.

1: Tolva	A: Almacén de materia prima externa
2: Horno	B: Almacén de materia prima interno
3: Secador rotativo	C: Almacén de combustible
4: Ciclón	D: Almacén de palets
5: Molino	E: Almacén de producto terminado
6: Prensa	F: Zona de carga de camiones
7: Enfriador	G: Playa de estacionamiento de camiones
8: Empaquetadora	
9: Zona de paletizado	
10: Envolvedora	

Figura 41. Referencias del Layout propuesto

12.1. Diseño de Layout

El layout que se propone se basa en algunos requerimientos evidentes en cuanto a la cercanía de algunos almacenes para poder disminuir el tiempo que se ocupa en transporte y en el suministro de recursos. Es por eso que se detalla a continuación las consideraciones que se tuvieron en cuenta a la hora de diseñar el Layout.

- Es una línea continua: desde el suministro de materia prima en la tolva hasta el empaquetado de los pellets de madera, la línea esta automatizada casi por completo por lo que no se podrá almacenar producto hasta que el producto este finalmente en bolsas.
- Almacén de combustible debe estar cercano al horno dado que hay que suministrar grandes volúmenes de combustible a cada hora para el correcto funcionamiento del secador.
- El almacén de materia prima debe encontrarse lo más cerca posible de la tolva, ya que a partir de ella comienza el proceso productivo.
- Cerca de la empaquetadora se encontrará el almacén de palets vacíos ya que servirán para el paletizado y serán manejados por quien conduce el auto elevador. Este es el que luego transporta el palet completo al almacén de producto terminado que se encontrará a tan solo unos metros.
- Se dimensiona un sector de cargas de camión según lo que se produce diariamente y debe ser llevado al puerto.
- Los espacios más grandes son utilizados por la materia prima que por su baja densidad ocupa grandes espacios, y por el producto terminado para el cual se descartaría la posibilidad de apilado para asegurar la calidad del pellet.
- La materia prima puede almacenarse en el exterior, pero no así el producto terminado el cual no puede mojarse.
- Se dejan pasillos de 3–4 m para permitir el radio de giro de los transportes internos de la planta.

- Se utilizan portones para separar el exterior del interior para facilitar la descarga de los camiones que traen la materia prima.

12.1.1. Cálculo de Almacén de Materia Prima

Para el cálculo del almacén de materia prima se tuvo en cuenta un día de stock de seguridad. En conjunto con las necesidades diarias de materia prima que se van a requerir para la producción y variarán año a año, se obtendrá el total de materia prima que se debe tener en stock. En la Tabla 89 se establece por año cual es el máximo stock, en toneladas, que se estima que deberá tener de aserrín húmedo y seco para cumplir con los requerimientos.

	Unidad	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Stock diario máx total por año	ton	193.3	201.0	211.1	221.7	232.7	244.4	256.6	269.4	282.9	297.1	311.9

Tabla 89. Stock de materia prima diario

Una vez determinadas las necesidades de Stock se procedió a dimensionar el almacén en función de la naturaleza del producto a almacenar. Al igual que el resto del layout, se consideró el almacén en función de los requerimientos al año 2027.

Se consideró conveniente generar dos almacenes de materia prima, uno interno y otro externo. El almacén externo tendrá condiciones de cuidado mucho más pobre que el interno, pero dado la naturaleza del producto, este puede almacenarse a la intemperie sin problema mientras no haya pasado por algún proceso de secado.

Para poder calcular el espacio que ocupará el aserrín en la planta, se utilizó la densidad de este, 222^{123} kg/m³ y se obtuvo como volumen necesario para almacenar la materia prima de 1.400 m³. En cuanto a la modelización matemática de la forma de almacenar el aserrín se consideró una forma cónica para almacén interno y una prismática para el externo. Para el almacén interno se consideraron pilas de aserrín de 5 metros de radio y hasta 3 metros de alto (como limitante de altura del galpón). De esta forma se puede calcular la cantidad de aserrín, considerando cuantas pilas cónicas caben en el almacén. Como resultado se obtuvieron 706 m³ de volumen total interno.

Para el almacén externo se fijaron parámetros de altura y largo en 3 m y 22 metros respectivamente. En función de estos dos se obtiene la base del prisma. Como resultado se obtiene un volumen total externo de 698 m³.

12.1.2. Cálculo de Almacén de Producto Terminado

Consideraciones

Es importante considerar que la manipulación del producto terminado debe realizarse con sumo cuidado. Esto es así ya que su movimiento provoca progresivamente un descaste mecánico de los pellets, reduciendo su calidad y generando más “polvo” de aserrín en la bolsa.

¹²³ Se obtiene este valor del cálculo promedio de la materia prima según el tipo de aserrín con el que se cuente.

La degradación de los pellets queda en función de la cantidad de impactos que reciben y de la fuerza de los mismos, y será mínima cuando estas variables lo sean.

Aunque no se obtuvieron datos de la posibilidad de apilar el producto terminado, se considerará para estos cálculos, que esto no es posible, dado la fragilidad del producto y los estándares de calidad a los cuales se deben responder.

Cálculo de Almacén

En cuanto al cálculo de producto terminado, resulta íntimamente vinculado al estudio de logística, por lo que quedará totalmente condicionado a la misma. Como se comentará con más detalle en la sección de logística los camiones que llevan el producto terminado llegan entre las 2:00 hs y las 8:00 hs, y entra las 13:00 hs y las 17:00 hs. Por lo que se generará un stock de producto terminado durante las franjas horarias en las que haya producción y no haya salida de camiones.

En los años que se trabajan dos turnos, los mismos comenzarán a las 6:00 hs y a las 14:00 hs mientras que, los últimos años en los que se trabaja 3 turnos, el último comenzará a las 22:00.

Stock por Franja Horaria de Camiones

En los primeros años, la acumulación que se pueda producir por la producción continua aunque no haya salida de camiones, no será muy alta. Como máximo deberán acumularse unos 30 palets dado que la franja de salida entre 13:00 y 17:00 permite llevarse lo acumulado entre las 8:00 y las 13:00. Sin embargo, los últimos años 2024, 2025 y 2026 donde la producción es continua en tres turnos, se tendrá un período de producción entre las 17:00 y las 2:00 que se deberá almacenar hasta la nueva salida de camiones. Lo producido en 2027 en estas horas diariamente es de 42 palets que habrá que tener en cuenta.

Stock por Optimización de Costos

En el análisis del Cronograma de los Camiones que se ve más adelante también se menciona que no es deseable enviar camiones que no estén completamente llenos, por lo que se genera un stock de producto terminado a raíz de la acumulación de varios días hasta poder llenar un camión. En el cálculo se obtiene que lo máximo que se acumula luego de varios días es de 20,98 palets, aproximado a 21 palets¹²⁴ de stock acumulado.

Stock de seguridad

Por último, se tiene un Stock de Seguridad de 2 días que también hay que tener en consideración.

Finalmente, el Stock Diario Máximo Total, se calculó como la suma del Stock de Seguridad de Producto Terminado, el Stock por franjas horarias de camiones, y el Stock por optimización de costos y da un valor de 285 palets acumulados. El stock de seguridad permanecerá en el almacén de Producto Terminado y los otros 63 palets se acumularán en la zona de carga de camiones con 3 filas de las mismas dimensiones que las de un contenedor: 12 metros de largo x 2,3 metros de ancho con bocas para carga de camiones recordando que cada palet tiene 1,2 m² de superficie.

¹²⁴ El detalle de este cálculo se encuentra en dicha sección.

	Característica	Unidad
Fila de palets para cargar al camión	12	m
Ancho fila de palets para cargar al camión	2,30	m
Máximo valor de Stock para carga 2027	73.2	M ²
Cantidad de filas para carga	3	filas

Tabla 90. Determinación de filas de stock de producto terminado para la carga de camiones.

Para el restante stock se tuvo en cuenta un almacén tipo galpón donde colocar los palets armados. Con un largo fijado en 15 metros se calculó la necesidad de almacén al año 2027.

	Característica	Unidad
Stock de Seguridad PT	221,62	palets
Área necesaria SS PT	265,94	m ²
Largo	15	m
Ancho	17,73	m

Tabla 91. Determinación almacén de producto terminado en galpón.

13. Localización de la Planta

13.1. Macro-localización

Para decidir una localización aproximada de la planta se realizará una comparación entre los beneficios de ciertas regiones de las tres provincias más relevantes. Estas serán: Oberá en Misiones, Santo Tomé en Corrientes y la zona noreste de Entre Ríos, ciudades de Concordia, Federación y Colón.

Se identifican, primero, las variables que sean obligatorias para determinar la ubicación de la planta. En segundo lugar, se determinan cuáles podrían ser los factores que impacten en los costos y en la disponibilidad de la materia prima a conseguir; se les da una puntuación cualitativa para estimar la relevancia de éstos a la hora de hacer la última selección. La calificación se hará entre 1 y 10 considerando a 10 como el valor más favorable para la ubicación de la planta y 1 el menos favorable.

Cabe destacar inicialmente que el costo de la materia prima no se tendrá en cuenta como un factor a analizar. Esto se debe a que para las tres localizaciones que se estudian, el costo de transporte de la materia prima no va a ser muy alto. Se ha estudiado la cantidad de aserraderos que hay en la zona y hay suficiente volumen de materia prima disponible dentro del radio de la fábrica para transportarla al menor costo posible. Esto ha sido analizado previamente en la sección de mercado. Sí se tendrá en cuenta, de todas formas, la cantidad de competidores que hay en la zona por esa materia prima, y el volumen total por zona que se conoce.

13.1.1. Requisitos Obligatorios

Acceso a red eléctrica: se requiere acceso a la red eléctrica para las máquinas que se utilizan en la planta de producción. Las máquinas más demandantes de energía eléctrica son la secadora y la prensa.

Acceso a agua: este es uno de los insumos necesarios para la producción de pellets, tanto para el funcionamiento de las máquinas, como también por ser parte del producto final.

13.1.2. Requisitos Deseables

Distancia promedio al puerto de Buenos Aires: Al apuntar a un mercado externo, se debe tener en cuenta el costo que va a resultar del transporte de producto terminado al puerto de Dock Sud para poder exportar. El costo logístico de transporte terrestre es el mayor costo del producto terminado debido a los altos costos logísticos que se manejan en la actualidad en la Argentina. Por lo tanto, será una de las variables más relevantes a la hora de decidir cuál de las ciudades del Noreste Argentino es la más viable para instalar la planta.

Volumen disponible de materia prima: La demanda del mercado internacional se considera infinita por lo que la cantidad de materia prima será importante al nivel de alcanzar una mayor parte del mercado y dimensionar la planta. Sin embargo, no es un factor determinante dado que no se tiene una demanda “mínima” que se necesitaría satisfacer. No se tendrá en cuenta para esto, el total de la provincia, sino que se considerarán los departamentos de estas con mayor disponibilidad y a un radio aproximado de 70¹²⁵ km ya que la planta no tendrá acceso a la provincia en su totalidad. En

¹²⁵ Este es un valor estimativo, tomado en base a recomendaciones de expertos, para hacer una suposición inicial, el radio máximo al que puede estar un aserradero de la planta depende exclusivamente de la estructura de costos del proyecto, que es información con la que no se cuenta en este punto del estudio.

Misiones se considera la región noroeste en los departamentos de Iguazú y Montecarlo, en Corrientes la región de Santo Tomé y en Entre Ríos la región de Colón, Concordia y Federación.

Tipos y tamaño de competidores: Cantidad y tamaño de competidores que puedan querer acceder a la misma materia prima, esto disminuirá la disponibilidad de esta para la fábrica que se quiere instalar. Cabe destacar que los competidores de materia prima no son solamente productores de pellets de aserrín, sino que también se compite contra empresas que manufacturan tableros de MDF y algunos tipos de ladrillos cerámicos.

Desgravaciones: las desgravaciones a nivel provincial ayudarán al aspecto económico de la instalación de la planta. Es importante tener en cuenta dicho factor dado que puede reducir significativamente los costos impositivos, especialmente el de ingresos brutos.

Costo de la energía eléctrica: el costo variará según la región del país donde la planta se instale. Debido a que se requiere de energía eléctrica en moderación, su ponderación como factor no será tan alto.

Estacionalidad: La estacionalidad, en este caso, afectará muy poco a la producción dado que, como se mencionará más adelante, el destino a exportar es Italia, en el hemisferio norte y por lo tanto se trabaja en contra-estación. Por lo tanto, en los meses de menor disponibilidad de materia prima, también habrá menor demanda de pellets italiana.

A continuación, se presentan los requisitos determinantes y deseables con su ponderación adecuada de acuerdo con lo mencionado anteriormente.

Requisitos determinantes	Ponderación
Acceso a red eléctrica	Sí/No
Acceso a agua	Sí/No
Requisitos Deseables	Ponderación
Distancia promedio de transporte de PT	30
Cantidad de materia prima disponible	21
Cantidad y competidores directos	15
Beneficios fiscales	15
Disponibilidad y costo de combustibles	8
Costo de energía eléctrica	7
Estacionalidad	4
TOTAL	100

Tabla 92. Factores de ponderación para Macrolocalización

Luego de ponderados estos factores se valoriza, como se menciona anteriormente, el valor de cada una de las ubicaciones para cada una de las variables a analizar. Se obtiene, a partir de esto, la siguiente matriz.

Requisitos Obligatorios		Entre Ríos - Región Noreste			Corrientes - Santo Tomé			Misiones - Oberá		
Acceso a red eléctrica ¹²⁶		Sí			Sí			Sí		
Acceso a agua		Sí			Sí			Sí		
Requisitos Deseables	Peso	Datos	Valor	Total	Datos	Valor	Total	Datos	Valor	Total
Distancia promedio de transporte de PT	30	400 km	9	270	850 km	3,5	105	1100 km	1	30
Cantidad de materia prima disponible	21	1,4 MM t/año	4	84	1,9 MM t/año	5	105	4 MM t/año	10	210
Cantidad y competidores directos	15	LARE: único y nuevo	5	75	Zeni: importante pero lejano	5	75	Grandes, conocidas y asentadas	2	30
Beneficios fiscales	15	Si, a nivel provincial y municipal	10	150	Subsidios y créditos	7	105	No	2	30
Disponibilidad y costo de combustibles ¹²⁷	8	Intermedia	5	40	Intermedia.	5	40	Intermedia.	5	40
Costo de energía eléctrica ¹²⁸	7	199,56 \$/500kWh bimestral	1	35	93,4 \$/500kWh bimestral	7	56	164,72 \$/500kWh bimestral	3	49
Estacionalidad	4	Faltante notable	3	12	Faltante menos notable	7	28	Faltante poco notable	9	36
TOTAL	100	638			507			397		

¹²⁶ Ver II. Anexo para el tendido de energía eléctrica de las tres regiones.

¹²⁷ El precio de la nafta súper es de YPF en la ruta RN14 para cada una de las provincias. Los datos fueron recuperados del Ministerio de Energía.

¹²⁸ El costo de energía eléctrica es residencial de enero 2016. Se asume que se mantendrá la misma diferencia entre provincias para la energía industrial. No existen datos oficiales más recientes.

Tabla 93. Matriz de decisión para Macro Localización de la Planta

A partir de la matriz obtenida, se puede ver que la región que tiene mejor se ajusta a los parámetros elegidos es la del Noreste de Entre Ríos con un valor de 638 y siendo este un 25% mayor que para Corrientes-Santo Tomé y un 38% mayor que Misiones-Oberá. Por lo tanto, la planta de producción será ubicada en la región noreste de la provincia de Entre Ríos.

13.2. Micro-localización

En base al estudio de Macro-localización se identificó que la región que mejor se ajusta a los requerimientos para la instalación de la planta es el Noreste de Entre Ríos determinado por tres regiones: Federación, Concordia y Colón. Dentro de esa región, se estudiarán entonces los Parques Industriales accesibles en la zona donde podría realizarse la instalación final:

Los Parques Industriales por analizar son:

- Parque Industrial Federación
- Parque Industrial Concordia
- Parque Industrial Ubajay
- Parque Industrial Colón

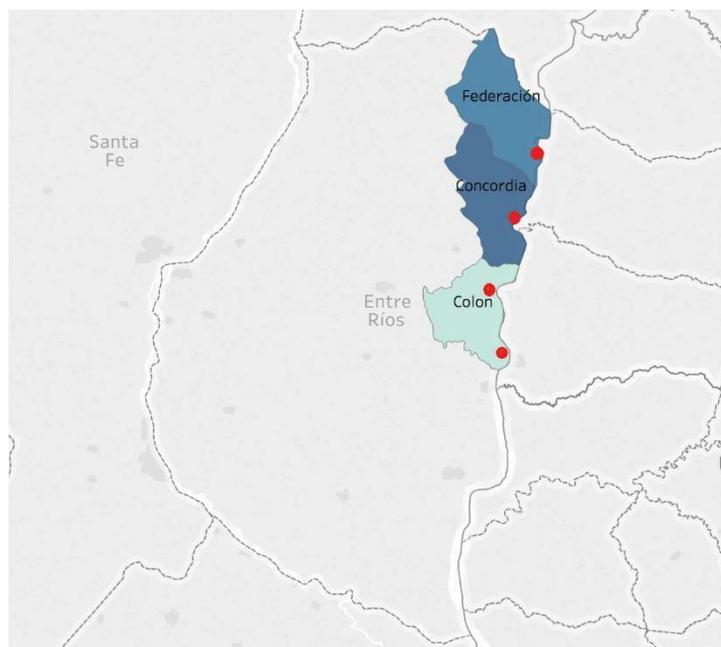


Figura 42. Macrolocalización seleccionada y alternativas para microlocalización de la planta

Es de vital importancia aclarar que se decide limitar la selección a zonas de Parques Industriales dado que en Entre Ríos las inundaciones en ciudades cercanas al río pueden ser muy frecuentes. Esto puede provocar la ruina del producto que debe mantener un nivel de humedad preciso para cumplir con los estándares de calidad externos. Asimismo, las inundaciones en zonas más agrarias podrían llevar a faltas en la distribución de la materia prima y del producto terminado.

Todos los Parques Industriales y Áreas Industriales de la provincia mencionada tienen una certificación de no inundación. Además, en Entre Ríos bajo la Ley N° 10204 de Promoción Industrial se aumenta el plazo de los beneficios fiscales en 5 años si la empresa se radica en un Área o Parque Industrial.

Nuevamente, se hace una matriz de decisión para determinar con mayor seguridad cual va a ser la ubicación exacta de la planta. Para esto se tendrán en cuenta los siguientes factores con un nivel de detalle mucho mayor.

13.2.1. Requisitos Deseables

Distancia al Puerto: El costo logístico de transporte del producto terminado, será de alta relevancia, dado que es uno de los costos más altos ya que el pellet es un producto de bajo precio. Cabe destacar que, comparativamente con el de transporte de la materia prima, este será de menor importancia ya que las distancias para un producto con mayor densidad son menos importantes que en el caso del transporte del aserrín

Cantidad de aserraderos en el radio de alcance: Este factor es el de mayor relevancia debido a que uno de los costos que se lleva la mayor proporción es el de transporte de la materia prima. Por su baja densidad, el radio máximo que hace rentable a la compra del aserrín es de unos 70 km¹²⁹. Conocer la disponibilidad de aserrín dentro de ese radio será el factor que más pesará a la hora de seleccionar la localización de la Planta

Mano de obra disponible: La mano de obra no requiere un alto grado de especialización y se debe contar con un mínimo de 10 empleados para el total funcionamiento de la planta. Se tomará como factor la población total de cada uno de los municipios o regiones. Cuanto mayor sea la población, se asumirá que hay una mayor disponibilidad de mano de obra y por lo tanto se otorgará un valor mayor dentro de la ponderación.

Beneficios impositivos: Los beneficios que pueda traer cada Parque Industrial será un factor importante para analizar teniendo en cuenta la reducción de costos que implica esto los primeros años de funcionamiento de la planta. Dado que todas las opciones se encuentran en la misma provincia, se analizarán los beneficios impositivos municipales.

Costo del terreno: Será evaluado con un valor mayor el que implique menor inversión en la compra del terreno dado que será el caso más favorable.

Disponibilidad de terrenos: La posibilidad de conseguir un terreno y su tamaño.

Cercanía a la ruta RN14: Cuanto más cercana este la planta de una ruta nacional o provincial mejor será el acceso de los camiones logísticos. Es decir, no solamente será relevante para la provisión de la materia prima, sino que para el traslado del producto terminado al puerto de Buenos Aires.

Proximidad al centro urbano más cercano: El acceso a un centro urbano cercano será importante para asegurar la accesibilidad del personal y servicios de emergencia.

Servicios: Los servicios adicionales que puedan otorgar los Parques Industriales podrían ser de gran utilidad y serán de menor costo al ser compartidos con mayor cantidad de empresas.

¹²⁹ Dato obtenido por Contacto de fabricantes de pellets de madera. Sujeto a cambios en base a la estructura de costos.

Posibilidad de evacuación de efluentes: No es un factor de alta importancia ya que no se estima ningún desecho en forma de efluentes en este proceso productivo, sin embargo, un Parque Industrial con esta característica tendrá mayor puntaje que uno que no lo tenga.

Acceso a combustible: Se requerirá acceso a la obtención de combustible biomásico, principalmente forestal, para acompañar la sustentabilidad del proyecto que se lleva a cabo.

Impacto ambiental: Ambientalmente, el impacto sería leve o casi nulo debido a que el proceso no tiene salida de elementos o materiales contaminantes ni la emisión de gases genera en el ambiente un impacto negativo porque el balance de CO2 se dice que es neutro al utilizar como combustible biomasa forestal. Por lo tanto, no se analizará en la matriz de decisión dado que será cercano a nulo para todas las opciones. Cabe destacar que el impacto ambiental ocasionado por el transporte se tendrá en cuenta en el ítem de distancia al puerto.

A continuación, se presenta entonces los ítems para tener en cuenta, ordenados de mayor a menor relevancia y la ponderación considerada para cada uno de ellos.

Requisitos Deseables	Ponderación
Distancia al Puerto	20
Disponibilidad aserrin	16
Beneficios impositivo municipal	16
Costo del terreno	14
Disponibilidad de terrenos	11
Cercanía a ruta RN14	6
Mano de obra disponible	6
Proximidad al centro urbano más cercano	5
Servicios ofrecidos por el parque	3
Posibilidad de evacuación de efluentes	2
Acceso a combustible	1
TOTAL	100

Tabla 94. Ponderación considerada para cada requisito de micro-localización

Asimismo, en la matriz de decisión que se ve en la Tabla 95 se presentan los resultados obtenidos de la ponderación de los requisitos deseables en cada uno de los parques industriales.

Se concluye que el Parque Industrial Sustentable de Ubajay será la localización precisa de la fábrica a instalar. Se desarrollará a continuación las características principales de este Parque y los beneficios con los que se contará en este.

		Federación			Concordia			Colón			Ubajay		
Requisitos Deseables	Peso	Descripción	Valor	Total	Descripción	Valor	Total	Descripción	Valor	Total	Descripción	Valor	Total
Distancia al Puerto	20	496 km	7	140	441 km	8	160	342 km	9,5	190	385 km	9	180
Disponibilidad aserrín en Radio ()	16	Muy alta	10	160	Alta	9	144	Media baja	5	80	Media alta	8	128
Beneficios impositivo municipal	16	10 años	7	112	10 años	7	112	15 años	10	160	15 años	10	160
Costo del terreno	14	0,20 \$/m2	10	140	0 \$/m2	10	140	0,50-1000 \$/m2	5	70	0 \$/m2	10	140
Disponibilidad de terrenos	11	Alto	7	77	Medio	6	66	Muy alto	9	99	Muy alto	10	110
Cercanía a ruta RN14	6	15 km	8	48	1 km	9	54	0,5 km	10	60	0,5 km	10	60
Mano de obra disponible	6	79.106	7	42	185.592	9	54	72.630	7	42	4.000	2	12
Proximidad al centro urbano más cercano	5	4 km	7	35	10,3 km	4	20	2,5 km	8	40	2 km	8	40
Servicios ofrecidos por el parque	3	Faltan algunos	7	21	Todos	10	30	Faltan algunos	5	15	Faltan algunos	2	6
Posibilidad de evacuación de efluentes	2	No	1	2	Planta de tratamiento de agua	10	20	No	1	2	No	1	2
Acceso a combustible	1	Medio	5	5	Alto	8	8	Alto	8	8	Medio	5	5
TOTAL	100	782			808			766			843		

Tabla 95. Resultados de la comparación entre los distintos Parques Industriales de Entre Ríos

13.2.2. Parque Industrial Sustentable de Ubajay en Entre Ríos

De acuerdo con los factores ponderados en la matriz de selección anterior, el Parque Industrial Sustentable de Ubajay obtuvo la mayor calificación. Esto se debe principalmente a su cercanía al puerto de Buenos Aires y la disponibilidad de materia prima disponible. Dado que Ubajay se sitúa a menos de 70 km de Concordia y Colón, la planta puede obtener la materia prima de más de un lugar y, por lo tanto, se podrá garantizar con mayor seguridad su disponibilidad en el proceso de producción.

A continuación, una vista satelital de la ubicación del predio:

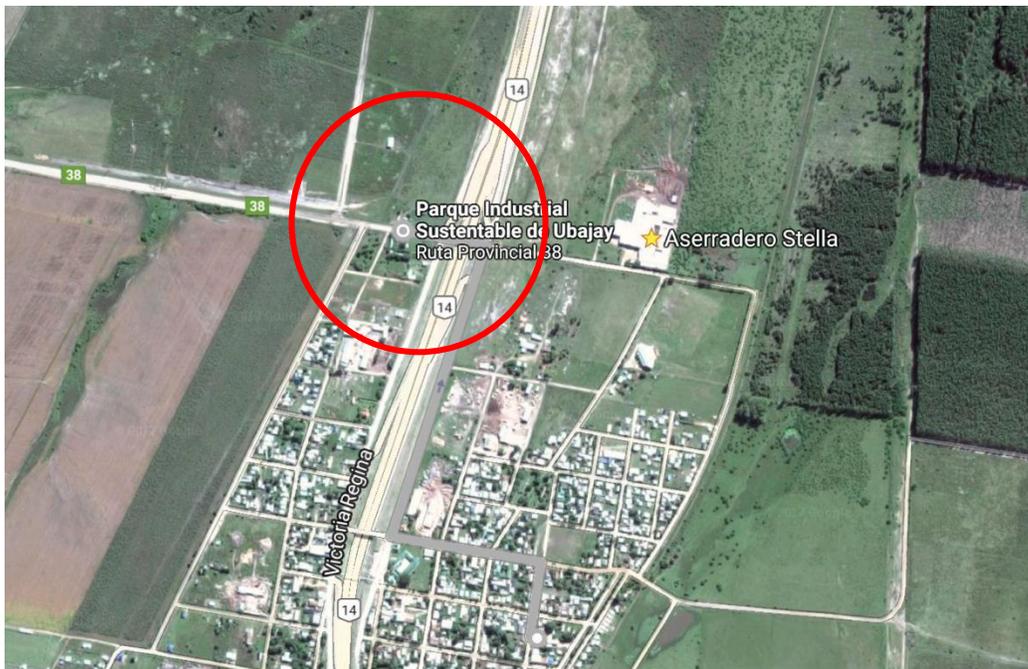


Figura 43. Vista superior de parque industrial de Ubajay

Como puede observarse en el Figura 43, el Parque Industrial Sustentable de Ubajay se encuentra en la intersección entre la ruta nacional RN14 y la ruta provincial 38 de Entre Ríos. La ruta nacional conecta la provincia con Buenos Aires por lo cual el camino hacia el puerto es 100% por ruta y además cercano, a 370 km de distancia; aceptada en términos de costo logístico. A continuación, el camino a realizar desde el Parque Industrial hasta el Puerto de Buenos Aires.

Cabe destacar que la localidad de Ubajay es pequeña, con una población proyectada de 4.000 habitantes¹³⁰, de los cuales, según el censo nacional de 2010, 63% pertenecen al sector de fuerza laboral. Sin embargo, Colón y Concordia se encuentran cerca por lo que habrá mano de obra disponible.

¹³⁰ El número de la población es una proyección realizada por el INDEC para cada departamento de Entre Ríos.

De acuerdo con la Municipalidad de Ubajay se encuentran seis aserraderos dentro del Municipio. A continuación, la Tabla 96 con los nombres de los aserraderos, su dirección y distancia al Parque Industrial Sustentable de Ubajay¹³¹.

Nombre	Dirección	Distancia al Parque Industrial
Distrimader SRL	Quebrachal y Los Pinos	0,8 km
Aserradero La Loma	Ruta Nacional N° 14 km 208	3 km
Aserradero Stella	Ruta Nacional N° 14 Km 205	0,6 km
Aserradero Benay Hnos.	Ruta Nacional N° 14 Km 205	0,5 km
Aserradero 7 Hnos.	Ruta Nacional N° 14 km 201	4 km
Aserradero Ubajay	Ruta Nacional N° 14 km 200	5 km

Tabla 96. Aserraderos y cercanía al Parque Industrial Sustentable de Ubajay

Las distancias tanto a Colón como a Concordia son menores a la distancia máxima estimada con respecto a los aserraderos de 70 km. Por lo tanto, no solamente se tendrán como proveedores los aserraderos mencionados en la Tabla 97, sino que se pueden tener proveedores de los otros municipios.

También, como se ha mencionado anteriormente, más allá de que Ubajay tenga baja población, ciudades grandes se encuentran a distancias prudentes para el traslado a la planta de producción. Cabe destacar que el Ministerio de Industria y el gobierno de la provincia de Entre Ríos tienen como objetivo aumentar la cantidad de empresas que generen empleo en la región y por lo tanto se puede asumir que la ciudad de Ubajay comenzará a aumentar su población con migración interna.

De acuerdo con la Ley Provincial de Entre Ríos 10.204, las empresas con carácter industrial poseen los siguientes beneficios fiscales provinciales:

Años desde radicación	Tasa de desgravación
0 a 5 años	100%
6 a 10 años	75%
11 a 15 años	50%

Tabla 97. Beneficios fiscales de Entre Ríos durante el tiempo

¹³¹ Municipalidad de Ubajay. Guía de servicios. Recuperado el 12 de agosto de 2017. <http://www.ubajay.gob.ar/informacion.php?pag=servicios&cate=19>

Como se ha mencionado anteriormente, por haber elegido radicarse en un parque industrial los beneficios se extienden por un periodo de 5 años más. Los beneficios que son otorgados con carácter provincial son:

1. Impuesto inmobiliario
2. Impuesto a sellos
3. Ingresos Brutos

Además de los beneficios fiscales, también hay beneficios laborales y beneficios energéticos. Los beneficios laborales son la exención del aporte patronal y el plan de promoción de empleo que otorga subsidios a nivel nacional y provincial. Los beneficios energéticos incluyen los descuentos en las prestaciones de servicios de energía eléctrica, teniendo en cuenta que, si se utiliza energía renovable, se le aumentará un 5% al descuento.

Cabe destacar nuevamente que los beneficios mencionados son provinciales y que los municipios deben omitir ordenanzas para especificar entonces el alcance a nivel municipal. En el caso de Ubajay, los beneficios municipales también son a 15 años y las desgravaciones siguen el siguiente esquema:

Años desde radicación	Tasa de desgravación
1 a 4 años	100%
5 años	85%
6 años	70%
7 años	55%
8 años	40%
9 años	25%
10 a 15 años	10%

Tabla 98. Beneficios fiscales del Municipio de Ubajay, Entre Ríos

Por último, cabe destacar que la disponibilidad de terrenos dentro del parque industrial es muy alta. Esto se debe principalmente a los estados tempranos del parque y también en la gran amplitud de tierra disponible para situarse. De acuerdo con el Ministerio de Industria de la Nación, hay una superficie total de 75 hectáreas a la venta¹³².

Por último, se listan algunos de los beneficios del Parque Industrial y Sustentable de Ubajay:

- Áreas verdes

¹³² Ministerio de Industria. *Parque Industrial Sustentable de Ubajay*. Recuperado el 6 de agosto de 2017. <http://parques.industria.gob.ar/dparques/87/parque-industrial-sustentable-de-ubajay.html>

- Calles internas de cemento/asfalto
- Red eléctrica con distribución de media tensión (13,2 kV)
- Alumbrado público
- Estacionamiento p/automóviles
- Estacionamiento p/camiones
- Señalización
- Red de gas
- Agua potable
- Desagüe pluvial

14. Cadena de Abastecimiento

En esta sección se dará un enfoque a la Cadena de Abastecimiento del proyecto el cual incluye la cadena logística de transporte y distribución de la materia prima y el producto terminado a los clientes. El pellet suele ser trasladado de diversas formas, entre ellas, a granel o en bolsas de 15 kg. Debido a que los estándares de calidad del producto a los cuales apunta el proyecto son aquellos de los pellets para uso doméstico, no se lo puede trasladar como granel ya que el producto corre riesgos de deterioro (principalmente por absorción de humedad), por lo que solo pueden ser trasladados de esta manera pellets cuyo destino sea el uso industrial. Por lo tanto, para cumplir con los estándares de calidad de la *ENPlus* se deberá trasladar el producto en bolsas desde el momento que sale de la fábrica hasta el momento que llega al cliente. En el siguiente diagrama, se mencionarán los pasos que sigue el producto desde los proveedores hasta el consumidor final.

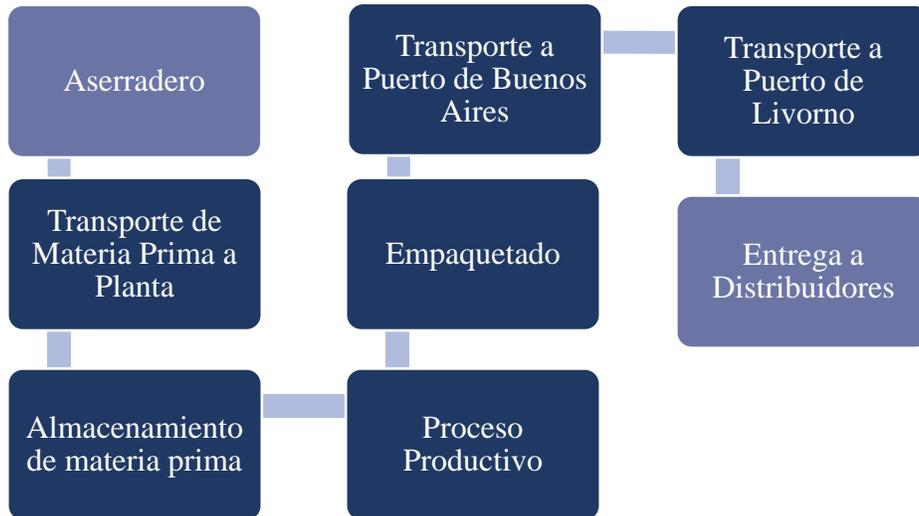


Tabla 99. Cadena de abastecimiento

En el Diagrama 3 se puede ver que tres eslabones de esta cadena implican transporte de carga, ya sea, materia prima o producto terminado. En estos se debe hacer un enfoque importante, dado el alto costo que tiene el transporte en Argentina, teniendo una gran incidencia sobre el costo total del pellet de aserrín.

El transporte de la materia prima se realizará a través de camiones dado que el aserrín deberá ser abastecido de distintos aserraderos cercanos. En cambio, el transporte del producto terminado al cliente, los distribuidores en Italia, deberá ser transportado de forma terrestre y marítima a través de buques de carga. El hecho de que el destino final esté en Europa tiene incidencia también en la logística, especialmente porque se deberá elegir el transporte del producto terminado de forma tal que se optimice la llegada al puerto exportador en la Provincia de Buenos Aires.

Como se ha mencionado anteriormente, los pellets serán comercializados para uso doméstico y, por lo tanto, deberán cumplir con ciertos requisitos de calidad y empaquetado que afectarán directamente a algunos procesos de la cadena logística. Por ejemplo, para su traslado, se requerirá un empaquetado en pallets que permita su manejo y entrega a los distribuidores que serán quienes alcancen este biocombustible al usuario final.

14.1. Logística de Aprovisionamiento

Cerca del Parque Industrial Ubajay radican dos aserraderos (Aserradero Stella y Aserradero Ubajay) de los cuales se obtendrá el aserrín para la fabricación de los pellets. Ambos aserraderos se encuentran a distancias que se encuentran dentro del máximo establecido para el abastecimiento de materia prima. El aserradero Stella radica a 500 metros de la intersección entre la ruta 14 y la 38 (ubicación del parque industrial) y el Aserradero Ubajay a 5km de la misma intersección.

El aserrín se transporta a granel en camiones especiales conocidos como “volcadores” que permiten el rápido vaciado del mismo al contar con un contenedor móvil capaz de inclinarse. Debido a la baja densidad del material, no se presentan inconvenientes con respecto al peso y su traslado se limita únicamente por la capacidad volumétrica del camión. La capacidad volumétrica de este tipo de camiones varía entre 7 y $25m^3$ y puede incrementarse recubriendo el contenedor con una lona. La Tabla 100 muestra la cantidad de camiones de materia prima necesarios para el proyecto hasta el año 2027. Debido a la alta demanda de materia prima que requiere el proyecto, se realizaron los cálculos presentados considerando un camión volcador con caja de $25m^3$ recubierto con lona con la cual llega a un total de $40m^3$ de aserrín¹³³.

¹³³ Batea Volcadora El Fierro. Recuperado el 6 de agosto de 2017.
<http://www.maquinac.com/productos/batea-volcadora-el-fierro-25-m3-21/>

año	Materia Prima		Camiones		Entrega por Día		
	unidad	ton.	m ³	Por año	Por día	ton.	m ³
2017		30393	112567	2814.2	12	120.6	446.69
2018		27183	100678	2516.9	10	107.9	399.51
2019		28542	105711	2642.8	11	113.3	419.49
2020		29969	110996	2774.9	12	118.9	440.46
2021		31467	116544	2913.6	12	124.9	462.48
2022		33041	122374	3059.4	13	131.1	485.61
2023		34693	128493	3212.3	13	137.7	509.89
2024		36427	134915	3372.9	14	144.6	535.38
2025		38249	141663	3541.6	15	151.8	562.15
2026		40161	148744	3718.6	15	159.4	590.26
2027		42169	156181	3904.5	16	167.3	619.77

Tabla 100. Logística de Aprovisionamiento

Otra alternativa a considerar en este estudio es el transporte neumático del aserrín a través de tubos. Este requiere una inversión inicial mucho mayor dado que se debe instalar por debajo de la tierra y conectar el aserradero con el que se mantendrá una relación de exclusividad en el aprovisionamiento de forma tal que pagándole un precio mayor por su aserrín, el debe asegurar el Q mínimo que la planta necesita para fabricar. La instalación de esto implica minimamente 100 m de tubo y un silo en el cual se almacenará esa materia prima.

15. Packaging

Como se ha mencionado múltiples ocasiones anteriormente, el producto terminado se destinará al consumo doméstico y por lo tanto será comercializado en bolsas de 15kg cada una. Por lo tanto, se deberá transportar las bolsas de pellets utilizando pallets de madera.

15.1. Palets

Los palets se utilizarán para transportar las bolsas de pellets de forma más compacta, asegurando un transporte más seguro y preservación del producto terminado. Cabe destacar que los pallets suelen soportar entre 1.000 y 1.500 kg de peso, sin embargo, los pellets son delicados y por lo tanto habrá una cantidad límite bolsas de 15 kg que se pueden apilar.

Dado que los palets serán exportados a Italia, hay que tener en cuenta los requerimientos de los palets de la Unión Europea. Los palets EPAL Euro Pallet 1 son pallets certificados y estandarizados

con dimensiones 800 x 1.200 x 144 mm y un peso aproximado de 25 kg¹³⁴. Éstos pueden sostener hasta un peso de 1.500 kg y por lo tanto un máximo equivalente a 100 bolsas de pellets de madera, dependerá de la cantidad de bolsas que se podrán apilar por la resistencia al peso de los pellets.



Figura 44. Dimensiones de una bolsa de pellets de 15 kg

Asimismo, el sistema EPAL cuenta con sistema de distribución mundial y por lo tanto no se requiere la logística inversa de los pallets de vuelta a la planta de producción. Sin embargo, Argentina no está dentro de la lista de países mundiales de EPAL pallets y por lo tanto no será posible abastecerse de éstos.

Por otro lado, también existen los pallets CHEP que son internacionales y, como los EPAL, cuentan con un sistema de forma de evitar la logística inversa de los pallets. Estos pallets se entregan a la planta de producción de acuerdo con la demanda requerida de pallets y luego son utilizados en Italia por otra empresa. Son reconocidos a nivel mundial por ser de color azul.

Los pallets CHEP que pueden ser utilizados tanto en Argentina como en la Unión Europea son los CHEP B1210A¹³⁵ que tienen dimensiones distintas a los EPAL. Los B1210A son 1.200 x 1.000 x 162 mm, con un peso aproximado de 28 kg. Al igual que los anteriores, soportan cargas de 1.500 kg y no más de 6.000 kg cuando son apilados.

En la Figura 45 a continuación, se puede ver la disposición de las bolsas de pellets arriba de un pallet. Cabe destacar que es solamente una forma de apilarlos y que pueden conseguirse otras que ajusten adecuadamente al pallet. Considerando que cuando las bolsas se encuentran horizontales su altura es de 144mm y por lo tanto, apilando en 14 niveles las 70 bolsas se llega a una altura total de bolsas de 2.016 mm que, al sumarle la altura del pallet CHEP, el pallet total medirá 2.178mm.

¹³⁴ EPAL. *EPAL Euro Pallet*. Recuperado el 11 de agosto de 2017.

https://www.epalpallets.org/fileadmin/user_upload/ntg_package/images/Produktdownloads/Produktdatenblatt/GB/EPAL/Produktdatenblatt_GB_EPAL1.pdf

¹³⁵ CHEP. *Pallet Sizes/Pallet Dimensions*. Recuperado el 11 de agosto de 2017.

http://global.chep.com/pallets/pallet_sizes/

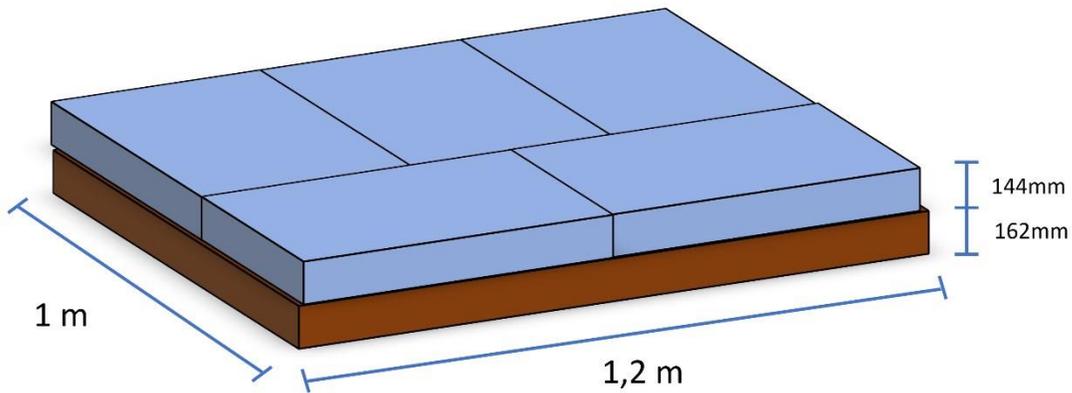


Figura 45. Disposición de las bolsas de pellets sobre el pallet CHEP

Se utilizará un plástico de recubrimiento tipo shrink and stretch de polietileno para envolver las bolsas del pallet y darle mayor estabilidad. Asimismo, será más fácil de manipular dado que no correrá peligro de que las bolsas se caigan y se rompan, perdiendo producto terminado.

Por lo tanto, considerando que la altura interna de un contenedor es de 2.390 mm y que el pallet tiene una altura de 2.178 mm, se muestra a continuación la vista frontal de un contenedor FEU (40 pies).

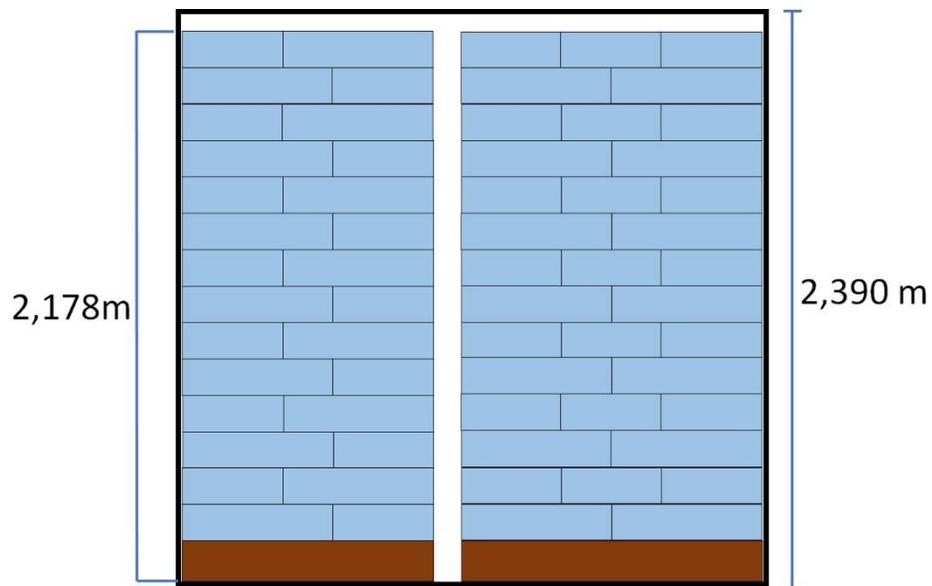


Figura 46. Vista frontal de la disposición de los pallets en el contenedor FEU

Como puede observarse en la Figura 46 la altura del pallet con respecto al FEU muestra que hay una buena optimización del espacio. Es importante tener en cuenta que los pellets no son compactos y por lo tanto el volumen del contenedor no representa el volumen transportado de

pellets. Esto se debe principalmente a la forma que tienen y que las bolsas no están completamente llenas, sino que hay espacios de aire.

En la sección *Cronograma De Transporte* se detallarán la cantidad de pallets requeridos por mes, y la cantidad de contenedores a transportar durante la duración total del proyecto.

16. Logística de Distribución

En la industria se acostumbra vender pellets para uso doméstico de exportación a precio CIF. Precio CIF (por sus siglas en inglés "Cost, Insurance and Freight") implica que el precio de la mercadería a vender contempla todos los gastos hasta el puerto destino, incluyendo el costo de flete y el costo del seguro marítimo. A su vez, bajo este acuerdo queda determinado que el riesgo de pérdida o daño de la mercadería que asume el comprador es desde el momento que la mercadería traspasa la borda del buque en el puerto de embarque. Este acuerdo es parte de un sistema de acuerdos internacionales llamados Incoterms ("International Commercial Terms") los cuales son utilizados para aclarar los costes y riesgos asumidos por ambos compradores y vendedores en un acuerdo internacional de transporte de mercadería. El total del precio CIF para la venta de pellets en Italia incluye:

- Costo de producción
- Costo de empaque
- Costo de transporte a puerto
- Cargas impositivas
- Costo de flete marítimo
- Costo de seguro de flete marítimo

Para determinar el puerto de exportación de la mercadería se comparan dos alternativas, el puerto de Zarate y el puerto de Buenos Aires. Se elegirá uno de los dos en función a la suma de costos variables entre ambas opciones.

Para asegurar la calidad del producto mediante todo el trayecto y facilitar el traslado, el mismo se hará mediante contenedores tamaño FEU o TEU a determinar en función de los costos de flete.

La modalidad de transporte que se utilizará para el proyecto se denomina intermodal dado que requiere de distintos modos de transporte para llegar a destino y, a su vez, se trabaja con varias empresas de logística para realizar el trayecto total.

16.1. Transporte desde Fábrica a Puerto

Se contemplan tres alternativas para realizar el traslado de la mercadería desde la fábrica hasta el puerto: transporte fluvial (barcazas), transporte ferroviario (trenes) o transporte carretero (camiones). A continuación, se analizará cuál será la mejor forma de transportar el producto terminado desde la planta de producción al puerto.

16.1.1. Transporte Fluvial

Un método para el transporte de biomasa es a través de barcazas por el medio fluvial. Las mismas, a pequeñas y medianas distancias presentan una mayor eficiencia económica y energética que otros medios tales como el transporte en camiones. Tal es el caso en Europa occidental donde

anualmente se mueven aproximadamente 300 millones de toneladas a través del canal Rin-Danubio¹³⁶.

Además de ser una opción económica, el transporte fluvial se caracteriza por ser versátil (puede cambiar de ruta y complementarse de otro modo), es predecible (utilizando un sistema de rastreo se puede determinar fácilmente donde está la mercadería) y presenta costos de embalaje que por lo general son los menores frente a otros medios.

El municipio de Ubajay se encuentra a menos de 15Km del río Uruguay, por lo que utilizar el mismo para el transporte de los pellets a rasgos generales parece viable. Sin embargo, el puerto más próximo al municipio con la infraestructura requerida para la carga de contenedores es el Puerto Concepción del Uruguay¹³⁷ que se encuentra a 91Km al Sur de Ubajay. Para llegar al mismo se requiere la contratación de un flete desde la fábrica hasta el puerto que si bien acerca el producto al puerto de exportación, el cambio de transporte implica costos y demoras adicionales al recorrido. Debido a esto es que se descarta el medio fluvial como posible medio para el transporte de los pellets.

16.1.2. Transporte Ferroviario

El transporte ferroviario es un camino preferible cuando se desea transportar grandes volúmenes de producto a largas distancias. Dentro de las características principales se destaca que ofrece una mayor capacidad que el camión, requiere un bajo consumo de energía por Ton/KM, reducidas emisiones en consideración del impacto ambiental, factibilidad en función a la programación y facilidad de transporte de contenedores.

El Ferrocarril General Urquiza conecta la ciudad de Buenos Aires con el noreste del país. La línea pasa por las proximidades del Municipio de Ubajay y cuenta con la posibilidad de transportar contenedores. Actualmente su principal función es el traslado de minerales y materiales de construcción (68,4% del total). Se registraron un total de aproximadamente 7,5 mil toneladas transportadas a través de contenedores entre enero y julio del 2017 que representan alrededor de un 10% del total transportado en el periodo. La tarifa para el traslado se aproxima a 0,6917 \$/Ton.KM¹³⁸. Sin embargo, debido a problemas con la línea las toneladas anuales transportadas se encuentran en declive. En función un informe de la Comisión Nacional de Regulación de Transporte se puede observar que en el 2016 se transportaron menos de 200.000 toneladas, apenas un 11% de las 1.600.000 toneladas transportadas diez años atrás en el 2006¹³⁹. Se promedia una velocidad del mismo en menos de 40km/h, sumamente por debajo de otros medios tales como el carretero. A su vez, la estación más cercana se encuentra en Concordia, aproximadamente 60km al Norte de la ubicación de la planta. Al igual que para el transporte fluvial se requiere la contratación de un flete para llevar el producto terminado a la estación. Teniendo en cuenta que la

¹³⁶ Trenes y barcazas para impulsar la producción (2015). Recuperado el 11 de agosto de 2017.
<http://www.consejoportuario.com.ar/nota/490-Trenes-y-barcazas-para-impulsar-la-produccion>

¹³⁷ Infraestructura portuaria: Puertos en el Río Uruguay (n.a). Recuperado el 11 de agosto de 2017.
<http://www.entriosexporta.com/es-AR/Information/Infraestructure#UruguayRiverInfo>

¹³⁸ Informe Estadístico 2016 Red Ferroviaria Argentina (2017). Recuperado el 11 de agosto de 2017.
https://www.cnrt.gob.ar/sites/default/files/InfoEst2016_FFCC_CARGAS.pdf

¹³⁹ Informe Estadístico 2016 Red Ferroviaria Argentina (2017). Recuperado el 11 de agosto de 2017.
https://www.cnrt.gob.ar/sites/default/files/InfoEst2016_FFCC_CARGAS.pdf

confiabilidad del medio de transporte se considera una condición primordial para el correcto funcionamiento del proyecto, en función a la baja confiabilidad de la línea, las bajas velocidades y los costos adicionales de traslado de la mercadería a la estación se descarta este medio como posible transporte.

16.1.3. Transporte Carretero

El transporte a través de camión es el más utilizado en la actualidad en Argentina. Principalmente se debe a la falta de confiabilidad de las otras opciones de transporte y su rapidez a comparación con el tren de cargas. Este medio de transporte se caracteriza por su accesibilidad (capaz de realizar entregas puerta a puerta), su flexibilidad (con respecto a la carga limitándose únicamente con respecto a la escala) y su versatilidad. El costo de transportar mercadería varía de acuerdo con la distancia a recorrer por el camión. Las principales desventajas que presenta este medio de transporte son las distancias (mayores que otros medios), las posibles congestiones de tránsito y contar con una infraestructura defectuosa.

Dentro de las ventajas del consumo de pellets se encuentra una menor emisión de gases contaminantes en comparación con otras alternativas energéticas. Por lo tanto, es preferible contar con un medio de transporte que sea energéticamente eficiente de forma tal de justificar el traslado del producto hasta Europa en términos del balance de emisiones total. Sin embargo, visto que el transporte carretero es la única opción viable para el transporte del producto hasta el puerto, se decide optar por este a pesar de no ser el medio más eficiente.

El peso máximo que se puede transportar se determina en función a la cantidad de ejes que tiene el camión. Un camión típico para el transporte de contenedores es el denominado semirremolque que cuenta con un acoplado para transportar la carga. Los mismos cuentan con por lo menos 5 ejes y tienen permitido pesar hasta 45 toneladas.¹⁴⁰ El peso máximo a transportar en un contenedor FEU es de 26.780kg y por lo tanto (de transportar la carga en este contenedor) se dispone de peso de sobra para el camión y el acoplado para cumplir con la regulación.

16.2. Transporte desde puerto argentino hacia puerto italiano

16.2.1. Transporte marítimo

El transporte de los contenedores desde Argentina hasta Italia se puede realizar mediante un flete aéreo o un flete marítimo. Debido a que los costos de la primera opción solo justifican el traslado de cargas especiales de alto valor o rápido vencimiento, se opta por realizar el traslado por medio de buque de carga, medio utilizado por todo exportador de pellets cuyo destino requiere el cruce de un océano.

El reciente crecimiento de este medio de transporte durante las últimas décadas se ve fuertemente vinculado al incremento del comercio internacional. Brinda una alternativa eficiente en términos de combustible para el traslado de mercadería y se presenta como la opción más económica para traslados de larga distancia de aproximadamente más de 1.000 km.

¹⁴⁰ Dimensiones, Peso Máximo y Recuperado el 9 de agosto de 2017.
http://www.aprocam.org.ar/archivos/legislacion/1257958073_pesos-y-dimensiones.pdf

Para determinar los costos y tiempo de traslado del mismo se obtuvo información de la empresa Maersk, la compañía más grande en transporte marítimo de mercancías en el mundo desde el año 1996. Los costos variables del flete¹⁴¹ se presentan en la Tabla 101 a continuación:

Tramo	Contenedor 20 pies	Contenedor 40 pies
Buenos Aires- Livorno	550 USD	650 USD
Zárate-Livorno	750 USD	850 USD

Tabla 101. Costo variable de los contenedores de acuerdo a puerto de origen.

Los tiempos de tránsito de los buques desde el puerto de origen a puerto de Livorno se presentan a continuación en la Figura 102 y en la Figura 103.

Salidas preferidas para Buenos Aires, Argentina (CY) A Leghorn (Livorno), Italy (CY)

Salida	Llegada	Buque	Tiempo de tránsito
Buenos Aires 19. ago 2017	Leghorn 16. sep 2017	MAERSK LIMA 1710	28 Días
Buenos Aires 23. ago 2017	Leghorn 23. sep 2017	MAERSK LINS 1710	31 Días
Buenos Aires 29. ago 2017	Leghorn 30. sep 2017	MAERSK LEON 1710	32 Días
Buenos Aires 05. sep 2017	Leghorn 07. oct 2017	MAERSK LABERINTO 1710	32 Días

Tabla 102. Tiempo de tránsito al puerto de Livorno desde puerto de Buenos Aires

Salidas preferidas para ZARATE, Argentina (CY) A Leghorn (Livorno), Italy (CY)

Salida	Llegada	Buque	Tiempo de tránsito
ZARATE 15. ago 2017	Leghorn 23. sep 2017	JPO SCORPIUS 1726	39 Días
ZARATE 22. ago 2017	Leghorn 30. sep 2017	NORDAMELIA 1720	39 Días
ZARATE 29. ago 2017	Leghorn 07. oct 2017	JPO SCORPIUS 1728	39 Días
ZARATE 05. sep 2017	Leghorn 14. oct 2017	NORDAMELIA 1722	39 Días

Tabla 103. Tiempo de tránsito al puerto de Livorno desde el puerto de Zárate

Asimismo, como se ha determinado anteriormente, se ha elegido los contenedores de 40 pies dado que pueden transportar mayor cantidad de pallets del producto terminado.

¹⁴¹ El costo del flete marítimo es el precio cotizado por la empresa Maersk durante el mes de agosto de 2017.

Condiciones de uso de puerto:

Buenos Aires

La terminal portuaria a la que se arribará será la Terminal 4. Ésta terminal considera de lunes a viernes de 7:00 a 14:00 y de 19:00 a 23:00 y los sábados de 7:00 a 12:00 los horarios operativos para la recepción de contenedores de exportación. Es de gran importancia remarcar que la recepción se efectuará exclusivamente dentro de los 5 días previos¹⁴² al “Cut Off”¹⁴³. Es decir, si el buque sale un viernes, la carga debe llegar entre el viernes de la semana anterior y el miércoles antes de partir.

Zárate

Los horarios hábiles considerados por el puerto son de lunes a viernes de 8:00 a 18:00 y los sábados de 8:00 a 12:00. Cualquier horario por fuera de esos el puerto cobra recargos a la recepción de los contenedores. La recepción se realiza dentro de los 7 días previos al Cut Off.

En la sección de elección de rutas y medios de distribución se especificará cuál es el puerto de origen elegido para el transporte marítimo de los pellets de madera.

Elección de Transporte Marítimo – Puerto de Origen:

Dado que el costo variable del flete marítimo representa el 10% del precio CIF de los pellets¹⁴⁴ en caso de elección del puerto de Buenos Aires y el 13,8% del precio CIF en caso de elección del puerto de Zárate, para elegir el puerto de origen se presenta a continuación una matriz de decisión basada en los siguientes factores:

Costo variable del flete marítimo: Los pellets son un producto económico por lo tanto el costo del transporte tiene gran incidencia sobre los márgenes que se pueden obtener. El costo variable representa entre un 10% y un 13,8% del precio de venta CIF y por lo tanto se ponderará con un número mayor al puerto que tenga menor costo.

Costo de transporte terrestre desde planta a destino: Una vez decidido el transporte terrestre vía camión, hay que tener en cuenta que los dos puertos se encuentran a distancias distintas desde la planta. El puerto de Zárate se encuentra más próximo y por lo tanto el costo del transporte terrestre será menor que hasta el puerto de Buenos Aires.

Tiempo de tránsito en buque: Cuanto más rápido sea el transporte marítimo, se podrá entregar la mercadería al cliente con mayor confiabilidad. Este ítem es de gran importancia dado que al comportarse como un commodity, el cliente (distribuidor) tiene opción de comprar a otro proveedor más confiable y por lo tanto, no llegar a tiempo puede implicar perder al cliente y no poder volver a recuperarlo.

Frecuencia de salida de buque del puerto hacia Livorno: Es importante que los buques salgan con una determinada frecuencia, para poder garantizar un suministro adecuado al cliente.

¹⁴² APM Terminals. Preguntas Frecuentes. Recuperado el 12 de agosto de 2017.

<http://www.apmterminals.com.ar/faqs>

¹⁴³ El Cut Off es el día y la hora en la cual toda la carga de un buque debe estar en la terminal. Suele ser 2 días antes de la salida del buque.

¹⁴⁴ Precio CIF del primer año. El costo del flete se convirtió de dólares a euros utilizando la cotización del 11 de agosto de 2017 (1,18 USD=1€)

Recepción de contenedores en el puerto: La cantidad de días dentro del puerto actuarán como un “depósito” de producto terminado, sin los costos equivalentes de almacenamiento. Cuanto mayor sean los días de recepción, mejor será para la planta de producción.

Teniendo en cuenta los factores enlistados, se presenta entonces la Tabla 104 con la ponderación de cada uno de ellos de acuerdo con su significatividad en el análisis.

Factores a considerar	Ponderación
Costo variable flete marítimo	25
Costo de transporte terrestre de planta a puerto	25
Tiempo de tránsito de buque	20
Recepción de contenedores en el puerto	20
Frecuencia de salida del buque a Livorno	10
TOTAL	100

Tabla 104. Ponderación de los factores a considerar para el transporte marítimo

Tal como puede apreciarse en la matriz de decisión de la Tabla 105 el puerto a elegir de acuerdo con los factores considerados es el Puerto de Buenos Aires. Mas allá de que se encuentre a una distancia mayor a la planta de producción, las características del puerto permiten que se pueda lograr un traslado más eficiente de la mercadería; de forma más rápida y a un costo variable menor.

Factor	Peso	Buenos Aires			Zárate		
		Datos	Valor	Total	Datos	Valor	Total
Costo variable de flete¹⁴⁵	25	530,61 \$/ tn	9	225	693,88 \$/tn	7	175
Costo de transporte terrestre	25	688 \$/tn	8	200	558 \$/tn	9	225
Tiempo de tránsito	20	28-32 días	9	180	39 días	6	120
Recepción de contenedores	20	5 días	6 ¹⁴⁶	120	7 días	9	180
Frecuencia de salida hacia Livorno	10	Semanal	8 ¹⁴⁷	80	Semanal	8	80
TOTAL	100		805			780	

Tabla 105. Matriz de decisión de puerto para transporte marítimo

Se tendrá, por lo tanto, que tener en cuenta todos los requerimientos de la Terminal 4 del puerto de Buenos Aires que se enlistan a continuación:

- “Gate-Pass completo por el despachante ó usuario, no pudiendo ingresar con la hora o fecha vencida.
- Autorización para cargar mercadería, en original y una copia. (APCM)
- Entrega de exportación.
- En caso de necesidad de escaneo por parte de la Administración Nacional de Aduana, se deberá efectuar antes de descargar el contenedor a la plazoleta para no generar costos adicionales a la operación.
- El contenedor debe estar en el predio antes del Cut-Off y no antes de 5 días hábiles de éste.
- Todos los formularios deben estar al día
- Chapa del chasis
- Chama del semi
- Apellido y nombre del conductor
- Tipo y número de documento
- Número de registro del conductor

¹⁴⁵ Los cálculos se basaron en el costo de la Tabla 78 la cotización cerrada del dólar del Viernes 11 de agosto de 2017 (18 \$ = 1USD) y la cantidad de toneladas que se transportan en un contenedor de 40 pies.

¹⁴⁶ Es importante que la recepción de contenedores sea diaria, para poder disminuir el stock dentro de la planta de producción.

¹⁴⁷ Se elige un valor para ambos puertos de 8 dado que, aunque la frecuencia es relativamente alta, dada la cantidad de producto terminado que se produce, sería más conveniente tener buques con mayor frecuencia.

- Apellido y nombre y número de poder del despachante
- Firma del despachante y del chofer¹⁴⁸

16.3. Cronograma de transporte de planta al puerto

Una vez elegido el medio de transporte terrestre y marítimo, es necesario saber cómo se va a comportar el transporte, es decir, el cronograma de entrada y salida a la planta de producción y la cantidad de producto terminado que puede transportar cada camión.

A continuación, se presentan las medidas internas de los contenedores de 20 y 40 pies⁶⁶:

Medidas Internas	Contenedor 20 pies	Contenedor 40 pies
Largo	590 cm	1.203 cm
Ancho	235 cm	235 cm
Altura	239 cm	239 cm
Peso máximo por transportar	21.770 kg	26.780 kg

Tabla 106. Medidas internas de los tipos de contenedores

Es importante tener en cuenta que, dada la naturaleza del producto a transportar, los pallets no pueden ser apilados y por lo tanto se reduce el volumen posible a utilizar dentro del contenedor. Es por esta razón que se eligen los contenedores de 40 pies, dado que su mayor longitud y peso máximo permitirán transportar mayor producto con un solo camión.

16.3.1. Cantidad de palets dentro del contenedor

Los pallets CHEP elegidos son de 120 cm x 100 cm de base, la altura no se tiene en cuenta dado que, al no poder apilar los pallets, no se sobrepasarán las dimensiones internas máximas del contenedor. Esto ya se ha comprobado en la sección Packaging anterior.

Dentro del contenedor de 20 pies entran como máximo 10 pallets CHEP con la siguiente disposición:

¹⁴⁸ APM Terminals. Procedimientos y Recomendaciones. Recuperado el 11 de agosto de 2017. http://www.apmterminals.com.ar/procedimientos_recomendaciones ⁶⁶ ICC. *Contenedores*. Recuperado el 12 de agosto de 2017. http://iccspain.com/wp-content/uploads/2012/05/seafreight_spanish.pdf

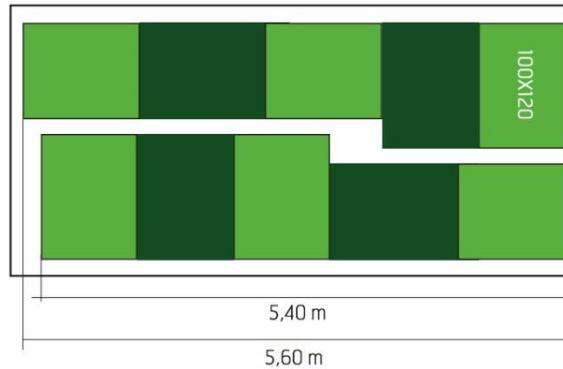


Figura 47. Disposición de 10 pallets dentro del contenedor de 20 pies

Se descarta la opción de utilizar contenedores de 20 pies dado que, al no poder apilar los pallets, se pierde la posibilidad de transportar más mercadería y resulta más costoso el transporte por tonelada. Esto se debe a que se podrán transportar únicamente 10.500 kg en un contenedor, que es la mitad del peso máximo permitido. Mas allá que los costos de transporte terrestre sean variables con respecto a la cantidad de toneladas y kilómetros recorridos, hay que tener en cuenta que el flete marítimo y los costos fijos no tienen en cuenta las toneladas y por lo tanto a mayor cantidad de producto terminado transportado, más prorrateados estarán esos costos.

Asimismo, también se descarta por la cantidad de camiones que tendrían que pasar diariamente por la planta de producción. Habría demasiado tráfico de camiones de entrada y salida y, además, se volvería más ineficiente dado que el estacionamiento de los camiones requiere un cierto tiempo. Se tendrían camiones esperando a ser cargados lo cual también incrementaría los costos.

Dentro del contenedor de 40 pies entran como máximo 21 pallets CHEP con la siguiente disposición:

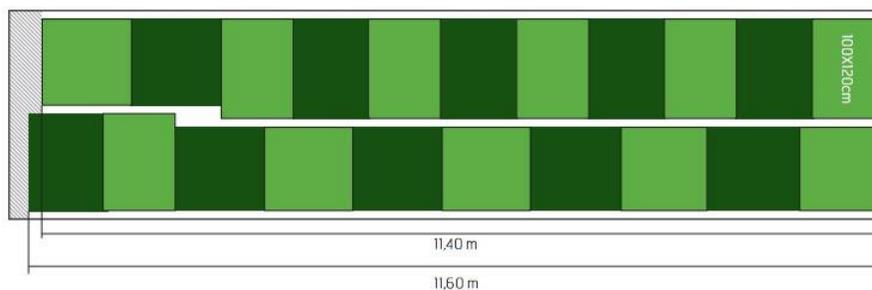


Figura 48. Disposición de 21 pallets dentro del contenedor de 40 pies.

Considerando que cada pallet tiene 70 bolsas de 15kg de pellets cada una, se llega a un total de carga de pallet de 1.050 kg, lo cual se permite dado que la carga máxima es de 1.500kg. Teniendo en cuenta el peso del pallet en sí, cada pallet pesará en total 1.078 kg, llegando a una carga total de 22.638 kg, que es menor al peso máximo permitido. Esto lleva a la conclusión de que los contenedores se ven limitados por las dimensiones de largo y ancho y no por el peso o la altura.

16.3.2. Cronograma

Los buques de carga desde Buenos Aires hasta el puerto de Livorno salen cada 7 días corridos¹⁴⁹ Por lo tanto, para limitar la cantidad de producto terminado en depósito dentro de la planta, los pellets serán exportados a Italia semanalmente de acuerdo a la cantidad de producción de ese año.

Para saber la cantidad de contenedores que se enviarán semanalmente a Italia se debe considerar el tiempo de transporte terrestre y el tiempo máximo que puede permanecer el contenedor en el puerto sin pagar multas. El puerto de Buenos Aires permite estacionar los contenedores por un periodo máximo de 5 días corridos sin cargo⁶⁸¹⁵⁰. También se debe tener en cuenta que para no pagar multas por llegada tarde al puerto, se debe estar 2 días antes de que el buque zarpe, lo que se denomina como el Cut-Off. Además, se tiene que tener en cuenta el horario hábil del puerto, que como se ha mencionado anteriormente, es de 7:00 a 14:00 y de 19:00 a 23:00 de lunes a viernes y de 8:00 a 12:00 los días sábados.

Asimismo, teniendo en cuenta que los buques salen cada 7 días y el periodo máximo de estadía es de 5 días corridos hasta el Cut-Off, en total, se podrá permanecer los 7 días dentro del puerto estacionado. Por lo tanto, una vez que se entre en régimen de exportación, los camiones podrán salir hacia el puerto diariamente. A continuación, el cronograma de camiones hacia el puerto de Buenos Aires.

Año	Venta Anual (tn)	Venta Diaria (kg)	Cantidad de pallets	Cant de camiones	Cant. diarios	Máximo stock (pallets)
2017	18.000	71.428,57	68,03	3,24	3-4	20,11
2018	18.900	75.000,00	71,43	3,40	3-4	17,29
2019	19.845	78.750,00	75,00	3,57	3-4	18,00
2020	20.837	82.687,50	78,75	3,75	3-4	15,75
2021	21.879	86.821,88	82,69	3,94	3-4	21,00
2022	22.973	91.162,97	86,82	4,13	4-5	19,75
2023	24.122	95.721,12	91,16	4,34	4-5	17,26
2024	25.328	100.507,17	95,72	4,56	4-5	17,26
2025	26.594	105.532,53	100,51	4,79	4-5	19,64
2026	27.924	110.809,16	105,53	5,03	5-6	11,18
2027	29.320	116.349,62	110,81	5,28	5-6	20,56

Tabla 107. Necesidades de camiones diarios por año

¹⁴⁹ Hapag-Lloyd. Itinerario Interactivo. Recuperado el 12 de agosto de 2017. <https://www.hapagloyd.com/es/online-business/schedules/interactive-schedule.html?sn=BUENOS+AIRE&sl=ARBUE&sp=&en=LIVORNO+%28LEGHORN%29&el=ITLIV&ep=57100&exportHaulage=MH&importHaulage=MH&departureDate=2017-0812&weeksAfterStart=6&reefer=N>

¹⁵⁰ APM Terminals. Preguntas Frecuentes. Recuperado el 12 de agosto de 2017. <http://www.apmterminals.com.ar/faqs>

Es de gran importancia destacar que dado que los requerimientos de camiones diarios no son camiones enteros, no se transportará un camión medio lleno dado que esto aumentaría los costos de transporte significativamente, y como se ha mencionado, es el costo más alto del pellet. Por lo tanto, se transportarán únicamente camiones enteros, dejando al producto terminado restante en depósito, que será transportado al día siguiente¹⁵¹.

De acuerdo con el acumulado, en la Tabla 107 se muestra cuál es el máximo nivel de inventario de producto terminado. Es importante tener en cuenta que estos son los valores máximos de depósito que puede llegar a haber en un día y no son, por lo tanto, los niveles comunes de inventario que se tendrá. Cabe destacar también, que las fracciones de pallets representan pallets que no se han terminado de formar y que al día siguiente serán apiladas las bolsas restantes.

Finalmente, se proyecta, en la Tabla 108 las cantidades de palets necesarios por año como también la cantidad de camiones que se requerirán.

	Unidad	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Ventas	ton.	18,000	18,900	19,845	20,837	21,879	22,973	24,122	25,328	26,594	27,924	29,320
Prod	ton.	18,143	18,907	19,853	20,845	21,887	22,982	24,131	25,337	26,604	27,934	29,331
Palets	palets	17,279	18,007	18,907	19,853	20,845	21,887	22,982	24,131	25,337	26,604	27,934
Camion	camion	816	857	900	945	992	1,042	1,094	1,149	1,206	1,266	1,330

Tabla 108. Proyección de cantidades de palets y camiones para la logist

¹⁵¹ El cronograma diario de cantidad de camiones requeridos se encuentra en el adjunto de formato Excel.

17. Resumen Proyección de Cantidades

En la Tabla 109 se muestra un resumen de los requerimientos proyectados hasta el año 2027:

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	Unidades
Materia Prima	24.950	25.907	27.203	28.563	29.991	31.491	33.065	34.718	36.454	38.277	40.191	toneladas
Grasa	8	7	8	9	8	10	9	10	11	11	12	u de tachos
Combustible	556	579	608	638	670	704	739	776	543	570	599	kg/hora
Bolsas	7.257	7.563	7.941	8.338	8.755	9.193	9.652	10.135	10.642	11.174	11.732	metros
Plástico Envolvente	65.450	68.208	71.618	75.199	78.959	82.907	87.052	91.405	95.975	100.774	105.812	rollos
Pallets	17.279	18.007	18.907	19.853	20.845	21.887	22.982	24.131	25.337	26.604	27.934	u de palets
Camiones a Puerto	823	857	900	945	993	1.042	1.094	1.149	1.207	1.267	1.330	camiones
Matrices	2	1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	u de matrices
Rodillos	1	2	1	1	1	1	2	1	2	2	2	u de rodillos

Tabla 109. Requerimientos de entrada, proyección hasta 2027

18. Marco Legal

18.1. Marco Nacional

En esta sección se hará mención a algunas de las normas que afectan al proyecto desde el punto de vista legal, tanto local como internacional. Debido a la reciente incorporación del mercado de pellets en Argentina, no existe legislación específica para la industria. Sin embargo, existen varias iniciativas del Estado que promueven la actividad, debido al carácter de energía sustentable que tienen los pellets. Asimismo, las empresas productoras de pellets ya asentadas piden iniciativas para que se escriban normas al respecto; tanto para la producción como para la promoción de uso.

A continuación, se presentan distintas normas jurídicas vigentes en Argentina que incentivan la industria de la producción de pellets.

18.1.1. Proyecto UTF/ARG/020/ARG: Probiomasa

Existe un proyecto llamado "Probiomasa" cuyo objetivo es fomentar la producción energética y térmica derivada de la biomasa. El mismo se creó bajo la iniciativa del Ministerio de Agroindustria y el Ministerio de Energía y Minería y, a su vez, busca hacer posible nuevas oportunidades dentro de la industria agroforestal, estimular el desarrollo industrial nacional y contribuir a mitigar el cambio climático¹⁵². El proyecto ofrece asesoramiento a proyectos bioenergéticos, evaluación de recursos para la generación de energía con biomasa, información actualizada y apoyo para financiamiento entre otros. Actualmente realiza un relevamiento de los proyectos bioenergéticos del país dentro de los cuales se encuentran fábricas de pellets de Corrientes y Entre Ríos.

18.1.2. Biocombustibles

En Argentina existen combustibles que se asemejan al pellet, con respecto a la reducción de emisión de dióxido de carbono, y que cuentan con normativa que sirve como ejemplo para una eventual reglamentación de la industria de pellets. La Ley 26.093 tiene como objetivo la regulación y la promoción de la producción y uso de los biocombustibles. Si bien se considera al pellet de madera un biocombustible, la ley solamente hace referencia al bioetanol, el biodiesel y el biogás, estableciendo las normas de calidad de los mismos, promoviendo la producción y abriendo paso a legislación que incentive la inversión en biocombustibles. Por ejemplo, la resolución 47/2015 y la 1125/2013¹⁵³ (ambas de la Secretaría de Energía) establecen un plan de reintegros a los costos del biodiesel y un requisito mínimo del mismo en la mezcla con gasoil para la producción energética. Al incentivar el uso del biodiesel se genera una mayor demanda en el mercado y por ende mayores oportunidades para los productores. Se puede esperar que la eventual legislación de la industria de pellets se asemeje a leyes y resoluciones como estas. A su vez, al ser un biocombustible, se puede llegar a escribir una reforma de la Ley 26.093 para incluir en la ley al pellet de madera.

¹⁵² Probiomasa. *Energía derivada de la biomasa*. (2016). Recuperado de 28 de Julio de 2017. <http://www.probiomasa.gob.ar/es/institucional.php>

¹⁵³ Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. *Resolución N° 1125/2013*. (2013). Recuperado de 30 de Julio de 2017. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/220000-224999/224799/norma.htm>

18.1.3. Ley 25.438, Aprobación del Protocolo de Kyoto de las Naciones Unidas

Aquellos países que incentivan al uso de pellets suelen contar con normativa con respecto al cuidado del medio ambiente. De manera similar existen leyes en Argentina que establecen un contexto que promueve alternativas energéticas limpias tales como el pellet.

Mediante esta ley se aprueba el Protocolo de Kyoto firmado en 1997 en Japón. El mismo es un tratado internacional en el cual se acuerda que existe calentamiento global y que es muy probable que el mismo sea causa de emisiones humanas de dióxido de carbono. Dentro del artículo 2 de la ley se establecen los compromisos a los cuales se deberán cumplir. Se destaca el compromiso a seguir elaborando normativas que tengan, por ejemplo, “el fin de promover unas políticas y medidas que limiten o reduzcan las emisiones de los gases de efecto invernadero.”¹⁵⁴ Al presentar una emisión de carbono casi neutra, el uso de pellets, al reemplazar otros medios de generación energética tales como el uso de combustibles fósiles, ayuda a cumplir el objetivo del protocolo. Tal es el caso que países tales como Alemania, Italia y Suecia, importantes productores y consumidores de pellets, han adoptado el Protocolo.

18.1.4. Promoción Industrial: Ley PyME 27.264

Se desarrolla la ley para fomentar el desarrollo de las pequeñas y medianas empresas en base a lo elaborado por el Ministerio de Producción y la Secretaría de Emprendedores. En base a la reglamentación de la AFIP en las resoluciones 3945 y 3946 se establecen las medidas a continuación. Un nuevo marco tributario para las PyMEs el cual incluye la eliminación de la ganancia mínima presunta, pago del IVA a 90 días y la compensación del impuesto a créditos y débitos bancarios y a los saldos vía bono fiscal. El fomento a las inversiones a través de hasta un 10% de desgravación del impuesto a las ganancias de las inversiones y crédito fiscal por el IVA de las mismas. Un programa de recuperación productiva al proveer ayuda económica para PyMEs en crisis. Promoción de la Competitividad PyME y más opciones de financiamiento mediante un aumento de garantías, bonificación de tasas y mejora de instrumentos financieros¹⁵⁵.

18.1.5. Parque industrial Ubajay

En función a lo establecido en el decreto 915 del año 2010 se crea el “Programa Nacional para el Desarrollo de Parques Industriales Públicos en el Bicentenario.” Mediante la resolución 081 del Ministerio de Producción se permite el establecimiento del Parque Industrial Ubajay que otorgue beneficios a las empresas que se ubiquen allí. La resolución habilitó al municipio a llevar a cabo todas las obras contempladas en la Ley 7.957 de la Provincia de Entre Ríos acerca de la creación de parques industriales. El parque cuenta con el Expediente N° S01: 0433911/2010 del Registro del Ministerio de Industria el cual lo habilita a recibir presupuestos mediante el decreto 915 para realizar trabajos de infraestructura. Tal es el caso de la Resolución 167/2012 del Ministerio de Industria donde se le otorgó al parque un monto para la construcción

¹⁵⁴ Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. *Protocolo de Kyoto sobre Cambio Climático* (2001). Recuperado de 30 de Julio de 2017. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=67901>

¹⁵⁵ Ministerio de Producción. Se aprobó la Ley Pyme: menos impuestos y más crédito. (2016). Recuperado de 4 de agosto de 2017. <http://www.produccion.gob.ar/se-aprobo-la-ley-pyme-menos-impuestos-y-mas-credito/>

de un cerco perimetral y la perforación de un pozo de agua.¹⁵⁶ Para radicar en el mismo se debe disponer de un decreto otorgado por el intendente de la Municipalidad de Ubajay.

18.1.6. Tratamiento de Residuos

Bajo el Artículo 41 de la Constitución Nacional se establece el “derecho de todos los habitantes a un ambiente sano y el deber de preservarlo”. Todo daño ambiental generará la obligación de recomponer el mismo en función a lo establecido por la ley. Este artículo posibilita la Ley Nacional 25.612 en la cual se establecen los presupuestos mínimos para la protección del medio ambiente en base a los residuos industriales. La ley presenta como objetivo (bajo el Artículo 4) la reducción de residuos industriales y la promoción de la implementación de tecnologías limpias¹⁵⁷. Gracias a esta ley se crea la respectiva normativa provincial en Entre Ríos, y se destaca la Ley Provincial 6260 y el Decreto 5837. El objetivo de la Ley es establecer los criterios y exigencias a cumplirse por lo establecimientos industriales para la prevención de la contaminación del medioambiente. Bajo el Artículo 19 del Decreto se define el término “residuo industrial” como todo material sólido, líquido o gaseoso que se deba eliminar del establecimiento y se establece que los mismos deberán salir directamente hacia un medio receptor apropiado, de no ser requerido un tratamiento previo¹⁵⁸. El proyecto contempla pocos residuos industriales. Aquellos pellets que no cumplen con los estándares de humedad no requieren de un deshecho especial debido a su naturaleza orgánica.

18.1.7. Patentes

En el país no se encuentran registradas patentes que tengan que ver ni con la producción ni con el consumo de pellets. Internacionalmente se pueden encontrar patentes que abarcan desde recetas para pellets hasta quemadores para las calderas. Algunos ejemplos incluyen patentes americanas tales como la patente US8020547 B2 acerca de una estufa a base de pellets cuyo diseño permite además funcionar como horno, la US8328884 B1 en la cual se patenta un diseño de pellets aromáticos que incluyen partículas de vid, y la US5941234 A¹⁵⁹ que especifica un diseño de jaula para alimentar el quemador de pellets en una caldera.

18.2. Marco Internacional

18.2.1. Normas Europeas de Referencia

Como se ha mencionado anteriormente, no existen, en la actualidad, normas específicas para el mercado de pellets en Argentina. Por lo tanto, se tomarán a continuación normas referentes a nivel mundial que podrán, en algún futuro, sentar base a las normas a crear en Argentina. Cabe destacar también que el cliente y consumidor final de los pellets de madera en este proyecto se encuentran en la UE y por lo tanto, las normas e incentivos europeos tendrán impactos sobre el proyecto.

¹⁵⁶ Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. Resolución 167/2012 Otórgase Aporte No Reintegrable al municipio de Ubajay, provincia de Entre Ríos. Recuperado de 3 de agosto de 2017. <http://servicios.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/195000-199999/199371/norma.htm>

¹⁵⁷ Ministerio de Justicia y Desarrollo Humano. *Gestión Integral de Residuos Industriales y de Actividades de Servicios*. (2002). Recuperado de 4 de agosto de 2017. <http://servicios.infoleg.gov.ar/infolegInternet/anexos/7500079999/76349/norma.htm>

¹⁵⁸ Ley N 6260 de Prevención y Control de la Contaminación por parte de las Industrias. (n.a.). Recuperado de 5 de agosto de 2017. https://www.entrierios.gov.ar/ambiente/userfiles/files/archivos/Normativas/Provinciales/Ley_6260.pdf

¹⁵⁹ Patent US5941234. *Combustion cage for wood pellet and other solid fuel combustion*. (n.d.). Recuperado de 1 de Agosto de 2017. <http://www.google.com/patents/US5941234>

Los países europeos presentan los mercados de pellets con mayor experiencia a nivel mundial. Esto se debe principalmente al fuerte apoyo de varias naciones a la producción energética con disminuidas emisiones de dióxido de carbono. Se destacan cuatro países cuyas normas se usan mundialmente como referencia para un estándar de calidad y se presentan las principales normas con respecto a los estándares de los pellets. Certificaciones tales como la *DINplus* derivan de estas normas y son reconocidas mundialmente. La diferencia entre los estándares de cada país se atribuye a las diferencias entre el principal uso que se le da al pellet. A continuación, se presentan algunas de las normas internacionales a considerar.

Italia

Como ya se ha visto en varias ocasiones el mercado italiano de pellets es de los más desarrollados en el mundo. Gran parte de esto se debe al fuerte apoyo del gobierno a la industria. Sus normas se identifican por el prefijo “CTI.”

- CTI R04/05: Se establecen los parámetros de calidad de los pellets de biomasa cuyo fin es la generación de energía. La misma especifica un total de cuatro categorías segmentadas en función al origen de la biomasa.¹⁶⁰

Asimismo, también existen incentivos, mencionados en la entrega de Mercado, tales como el “Conto Térmico”. Este incentivo a nivel nacional en Italia busca reemplazar las calderas y estufas residenciales por unas de mayor eficiencia energética, entre las cuáles se destacan las que utilizan pellets de madera como insumo. También existe la iniciativa llamada “Ristrutturazione Edilizia” que extiende la iniciativa anterior a edificios tanto residenciales como de oficinas.

Austria

Las normas y certificaciones en este país datan desde el año 1990. En Austria existen tres normas, con respecto a pellets y briquetas, que cubren además de la calidad del pellet, su eventual transporte y mantenimiento para asegurar su calidad. Sus normas se identifican por el prefijo

“ÖNORM.”

- ÖNORM M 7135: Se detallan las especificaciones de los pellets y briquetas de madera con o sin corteza.
- ÖNORM M 7136: Se establecen los requerimientos de calidad de la logística y transporte de los pellets de madera.
- ÖNORM M 7137: Se establece el requerimiento de calidad del almacenamiento del consumidor final de pellets de madera.

Suecia

La producción de pellets en Suecia inicia en el año 1982 producto del residuo de su gran industria forestal. Hoy en día se utilizan pellets de todo tipo para ambos la producción de energía

¹⁶⁰ Se tuvo en cuenta que la certificación CTI resulta de estándares menos exigente que la *ENPlus*. Por lo tanto, no fue considerada en el estudio de Control de Calidad ni en los demás aspectos pertinentes.

y el uso doméstico. Presenta las mayores importaciones de pellets de la zona. Sus normas se identifican por el prefijo “SS.”

- SS 187120: Esta norma contempla tres clases diferentes de pellets clasificados en función a su tamaño y la generación de cenizas de los mismos.

Alemania

Presenta uno de los mercados de pellets más grandes del mundo principalmente de importación con gran apoyo de parte su gobierno. Sus normas se identifican por el prefijo “DIN.”

- DIN 51731: Esta norma establece estándares de pellets y briquetas. Además, incluye a la *DINplus* donde se especifican los detalles de pellets de alta calidad los cuales son necesarios para hacer funcionar calderas que solamente utilizan pellets.

18.2.2. Certificaciones

La industria de pellets se puede segmentar en función al propósito del pellet, siendo estos el uso industrial para la generación de energía o uso domiciliario para generar calor. El uso industrial de los pellets no requiere certificación de los mismos dado que las calderas utilizadas para quemarlos no son sensibles a pequeñas variaciones en las dimensiones del pellet y por lo tanto las industrias suelen preocuparse únicamente por las emisiones de los mismos para cumplir con regulaciones estatales. Para regular dichas emisiones es común que ambos compradores y vendedores de pellets industriales realicen pruebas periódicas en laboratorios con muestras de los mismos. A diferencia de estos, los pellets cuyo destino es de uso domiciliario requieren mayor homogeneidad de los mismos para el correcto funcionamiento de las estufas domiciliarias. Debido a esto (y a la incapacidad para el usuario de realizar pruebas de emisiones), existen certificaciones que aseguran que el producto cuenta con determinados estándares.

Con respecto a los requisitos de los pellets (en función a sus características físicas y químicas) destinados al uso doméstico, se contemplan tres principales categorías: valor energético, emisiones y funcionamiento de las estufas domésticas. Los principales compuestos a tener en cuenta para las emisiones son los NO_x, SO_x y HCl. Los mismos se controlan en función de la cantidad de Nitrógeno, Sulfuro y Cloro presente en los pellets respectivamente y se procura obtener concentraciones menores a 0,3% para el N, 0,2% para el S y 0,1% para el Cl. A su vez, se controla las emisiones de cenizas volantes a partir de las concentraciones de Potasio, Sodio y Cloro en los pellets. También se debe controlar la cantidad de ceniza no volante y la cantidad de partículas finas que quedan en suspensión para evitar el deterioro de los equipos que queman los pellets¹⁶¹.

Como se describió previamente, existen regulaciones de diversos países que establecen estándares para los pellets. Sin embargo, debido a que las mismas no garantizan la calidad del pellet, emergieron certificaciones que proponen garantizar su calidad. En un principio las mismas eran provistas por los estados (tal fue el caso en Alemania (DIM tested) y en Austria (“ÖNORM tested), pero debido a la falta de control externo de la producción de las mismas surgieron entidades independientes que atribuyen las certificaciones. A su vez, el desarrollo del mercado de estufas para pellets generó una homogeneización de las características de los pellets.

¹⁶¹ Pellet Atlas. *Advancement of Pellets, Related European Standards*. (2009). Recuperado de 3 de agosto de 2017. https://pelletsatlas.info/wp-content/uploads/2015/09/D75_Standards_WIP_HFA_Final091116.pdf

Actualmente, los estándares establecidos por estas normas se utilizan como referencia para lograr otras certificaciones. Hoy en día la principal certificadora de pellets para uso doméstico es la certificación *ENPlus*¹⁶² (la cual otorga la Asociación de Biomasa Europea AEBIOM), y certifica alrededor del 80% de todos los pellets vendidos para uso domiciliario en Europa. A diferencia de las demás certificaciones, la certificación *ENPlus* cubre la totalidad del Supply Chain del producto para garantizar su calidad en el punto de venta. Debido a esto es que se optó por obtener esta certificación para asegurar cumplir los requisitos de nuestros compradores y así poder garantizar la venta de nuestros pellets en Italia.

Debido a que Argentina no cuenta con una asociación capaz de otorgar la certificación, de la misma se encarga la European Pellet Council (EPC). El procedimiento para obtener la certificación consiste en¹⁶³:

- 1) Elegir un organismo de inspección dentro de los propuestos por el EPC y firmar un contrato para que se realicen controles anuales de la producción. Los costos de los controles serán pagados por el productor de pellets.
- 2) Completar los formularios de aplicación dentro de los cuales se encuentran formularios especificando características de la fábrica, los vehículos utilizados para el traslado del pellet, el procedimiento de empaquetado y los lugares de almacenamiento.
- 3) Si se cumplen los requisitos, se recibirá un comunicado con el precio de la licencia. Para productores de pellets domésticos A1 (pellets de madera). El costo de la misma es de 15 centavos de euro por tonelada de pellets.
- 4) Una vez completado el pago, se recibirá la certificación y el contrato de licencia.

Detalles de la certificación y de los estándares de los pellets pueden encontrarse bajo la sección Definición de Negocio y Producto y Control de Calidad.

18.3. Impacto ambiental

Se divide el análisis en flora y fauna, socioeconómico y medio ambiente y se realiza un estudio de los factores, para determinar el tipo de impacto del proyecto.

Durante la etapa de construcción de la planta se define el nivel de impacto sobre el ecosistema del sector. En este caso, la instalación se realiza en un parque industrial, destinado a esta actividad y con un estudio de impacto sobre la zona ya realizado. Durante la etapa de producción, no habrá efluentes ni emisiones que puedan afectar a la flora y fauna de la región.

En cuanto a la sociedad, se produce un impacto positivo, generado por una nueva industria en la región que resulta en la generación de puestos de trabajo. Esto se dará primero en la etapa de construcción y luego en la etapa de producción. En esta última habrá puesto directos, que inicialmente serán de 16 personas y luego llegará a 21 personas mensuales durante el último año. También habrá una gran cantidad de puestos indirectos, representados en su gran mayoría por el caudal de camiones que transportará la materia prima y producto terminado., y también las personas involucradas en la venta de los materiales requeridos para el funcionamiento de la planta.

El impacto relativo a medio ambiente también es muy bajo dado la naturaleza del proyecto. Las emisiones, efluentes, factor de ruido y materiales residuales, como se ha visto anteriormente, no representan un factor significativo. El ciclo del carbono, hace que las emisiones sean

¹⁶² Understanding wood pellet quality certifications. (2015). Recuperado de August 13, 2017, de <https://www.pellet.org/wpac-news/understanding-wood-pellet-quality-certifications>

¹⁶³ About ENplus. *Certification Procedure*. (n.d.). Recuperado de 8 de Agosto de 2017. <http://www.enpluspellets.eu/about-enplus/certification-bodies/>

virtualmente nulas, los efluentes son inexistentes en esta industria, y los materiales residuales están conformados por desperdicios recuperables que vuelven al proceso.

III. ECONÓMICO-FINANCIERO

19. Proyección de Variables Macroeconómicas

Para poder realizar los estudios económico-financieros fue necesario obtener la conversión entre tipo de cambios.

19.1. Inflación del Peso Argentino, ARS

Debido a que la operación de la planta se realiza en el territorio argentino, los costos y gastos que se generen estarán en esta moneda. Es por esto que se tuvo en cuenta la inflación del peso argentino para el período de estudio (diez años).

Para los cálculos que se presenten en este documento se utilizó la siguiente proyección de la inflación, provista por la Cátedra de Proyecto Final de Ingeniería Industrial¹⁶⁴

AÑO	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Inflación		17,87%	13,67%	11,93%	10,98%	10,04%	9,90%	9,75%	9,61%	9,47%	9,33%
Inflación Acumulada		18%	34%	50%	66%	83%	101%	121%	142%	165%	190%
Variación			-23,50%	-12,73%	-7,96%	-8,56%	-1,39%	-1,52%	-1,44%	-1,46%	-1,48%

Tabla 110. Proyección de la inflación del peso argentino.

Cabe destacar que el aumento de los costos se consideró atado a la inflación y por lo tanto incrementan a lo largo de los años en la misma proporción.

19.2. Inflación del Dólar Americano, USD

En cuanto a la inflación del dólar americano, se la consideró como constante a 1,87% anual. Se tomó el promedio ponderando de los últimos 20 años realizando la ponderación con el 50% de los últimos 5 años y 50% de los 15 años anteriores. Para este cálculo se utilizaron los datos de CPI¹⁶⁵ de Estados Unidos.

19.3. Tipo de Cambio

A modo de seguir asentando las bases sobre las cuales fueron realizadas las estimaciones financieras se presenta la proyección del tipo de cambio ARS/USD para los próximos diez años.

AÑO	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
ARS/USD	\$ 19.02	\$ 21.77	\$ 23.82	\$ 24.83	\$ 25.41	\$ 27.72	\$ 28.76	\$ 29.94	\$ 31.40	\$ 32.94	\$ 34.55
Variación		14.46%	9.42%	4.24%	2.34%	9.09%	3.75%	4.10%	4.88%	4.90%	4.89%
Proyección acumulada		14.46%	25.24%	30.55%	33.60%	45.74%	51.21%	57.41%	65.09%	73.19%	81.65%

Tabla 111. Proyección del tipo de cambio ARS/USD a diez años.

Como ya se destacó en el Estudio de Mercado, el producto será exportado en su totalidad a Italia, para uso doméstico. Por tanto, los ingresos de las ventas serán en euros. Se utilizó la

¹⁶⁴ Instituto Tecnológico de Buenos Aires, 2017.

¹⁶⁵ CPI: Consumer Price Index

suposición de que la relación USD/EUR se mantiene constante dando que históricamente se mueven con una inflación y productividad similar.

AÑO	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
USD/euro	€ 1.20	€ 1.20	€ 1.20	€ 1.20	€ 1.20	€ 1.20	€ 1.20	€ 1.20	€ 1.20	€ 1.20	€ 1.20

Tabla 112. Proyección del tipo de cambio USD/EUR a diez años.

20. Criterio de Financiación

20.1. Inversiones de Planta

Como conclusiones del estudio de Ingeniería se determinó que no se harían inversiones en maquinaria o expansión de la planta para los próximos diez años. Para poder cumplir con las ventas proyectadas se aumentará la cantidad de turnos de trabajo, pero no se harán inversiones en maquinaria. Por lo tanto, las inversiones se harán todas durante el inicio del proyecto, es decir, en el año 2017.

Se debe invertir en el primer año en la construcción de un galpón para la instalación de la planta y las máquinas necesarias para comenzar con la producción. Las inversiones a realizar se muestran a continuación. Se presenta una la Tabla 113 que muestra que no se realizarán inversiones a lo largo de los años más que la que se realizará a final del año 2017.

AÑO	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
<i>Inversión en Planta</i>											
Construcción											
Terreno	188,298										
Obra Civil	25,693,440										
Maquinaria											
Secador Rotativo	8,867,124										
Molino de martillos	1,026,245										
Prensa	16,309,587										
Empaquetadora	367,562										
Envolvedora pallets	15,000										
Transporte en Planta											
Auto elevador	300,000										
Cargadora	720,000										
Zorra manual	6,000										
Total	53,493,256	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 113. Inversiones realizadas en activos dentro del periodo 2017-2027

En cuanto al tipo de financiación, se ha elegido financiar el Capex contrayendo una deuda a largo plazo en dólares del 40% de la inversión total, y el restante 60% será financiado con aporte de capital. Esta relación entre capital propio y préstamo se considera de esta forma por política del proyecto.

20.2. Inversiones de Capital de Trabajo

El Activo de Trabajo representa aquellos Activos Corrientes necesarios para llevar adelante el proyecto. El mismo será afectado por la caja mínima, créditos por ventas y niveles de stock. El Capital de Trabajo es la diferencia entre el Activo Corriente y el Pasivo Corriente. La caja mínima considerada será del 2% de las ventas, que corresponde a 7,3 días. Como se ha detallado anteriormente en la entrega de ingeniería, el stock de bienes de cambio será de 2 días.

Cabe destacar que la caja total siempre supera a la caja mínima y por lo tanto no habrá ningún bache proyectado en los diez años del proyecto.

A continuación se muestra las inversiones de capital de trabajo a realizar cada año¹⁶⁶.

Capital de Trabajo	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
	5.597.021	8.640.086	8.646.680	8.535.570	9.516.127	12.555.573	12.245.093	14.078.496	16.351.213	20.627.986	23.118.719

Tabla 114. Capital de Trabajo del proyecto

Variación Capital Trabajo	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
	5.597.021	3.043.065	6.594	(111.110)	980.557	3.039.447	(310.480)	1.833.403	2.272.717	4.276.773	2.490.733

Tabla 115. Inversión en Capital de Trabajo

20.3. Préstamo

Para la determinación del préstamo bancario a solicitar se tuvo en cuenta la inversión inicial, tanto en planta como en capital de trabajo. La tasa de interés del préstamo se consideró de 3,30%¹⁶⁷, tasa TEA. Se tomó este valor ya que es el promedio de la tasa de interés de los préstamos bancarios de Estados Unidos de los últimos 5 años. La deuda se toma en dólares para tener compatibilidad con la moneda de los ingresos de la planta. Resulta válido utilizar este valor ya que se partió de la premisa que la inflación y la productividad del dólar y del euro son comparables a lo largo del tiempo.

Para financiar la inversión se considera una deuda que tomará el 40% de la inversión, mientras que lo restante se financiará con aporte de capital. Para el cálculo de las cuotas del préstamo se tuvo en cuenta es sistema alemán. El préstamo tomado en dólares y la devolución de este a lo largo de los años se ve a continuación.

Un aspecto a considerar es que la deuda se realiza en dólares, pero debido a que los costos del proyecto son en pesos, es necesario tener en cuenta la diferencia por el tipo de cambio. Estos cálculos se expresan a continuación.

¹⁶⁶ El detalle del capital de trabajo se encuentra en el Excel de la entrega.

¹⁶⁷ Banco Mundial, *Tasa de Interés Activa*. Recuperado 23 de septiembre de 2017. <https://datos.bancomundial.org/indicador/FR.INR.LEND?locations=IT&view=chart>

Sistema Alemán

AÑO	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Prestamos	1.242.698	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Amortización	–	(124.270)	(124.270)	(124.270)	(124.270)	(124.270)	(124.270)	(124.270)	(124.270)	(124.270)	(124.270)
Saldo de la deuda	1.242.698	1.118.428	994.158	869.888	745.619	621.349	497.079	372.809	248.540	124.270	–
Intereses	–	(86.989)	(78.290)	(69.591)	(60.892)	(52.193)	(43.494)	(34.796)	(26.097)	(17.398)	(8.699)
Total a pagar	–	(211.259)	(202.560)	(193.861)	(185.162)	(176.463)	(167.764)	(159.065)	(150.366)	(141.668)	(132.969)

Tabla 116. Préstamo para el proyecto en dólares

Deuda en ARS	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Deuda AR\$ al cierre	23.636.111	24.348.176	23.680.848	21.599.329	18.946.169	17.223.790	14.295.995	11.161.911	7.804.142	4.093.446	–
Intereses AR\$	-	(1.893.747)	(1.864.867)	(1.727.946)	(1.547.270)	(1.446.798)	(1.250.900)	(1.041.778)	(819.435)	(573.082)	(300.546)
Amortización	-	(2.705.353)	(2.960.106)	(3.085.618)	(3.157.695)	(3.444.758)	(3.573.999)	(3.720.637)	(3.902.071)	(4.093.446)	(4.293.521)
Diferencia de Cambio	-	(3.417.419)	(2.292.777)	(1.004.100)	(504.535)	(1.722.379)	(646.203)	(586.553)	(544.302)	(382.751)	(200.074)

Tabla 117. Préstamo en ARS.

21. Costos y Gastos y Amortizaciones

21.1. Costos de Fabricación

Costos Variables

Para los costos variables se tuvieron en cuenta aquellos gastos que dependen del nivel de producción de la planta. Estos son, costo de materia prima, plástico de empaquetado, plástico de embalado, transportes, electricidad para la maquinaria, combustible (para el secador rotatorio), valor de la certificación *ENPlus* (es en función de las toneladas), mantenimiento de máquinas (grasas y aceites) y repuestos de matrices y rodillos.

Es necesario hacer una aclaración con respecto a las matrices y rodillos. Este insumo se consideró como un costo y no como una inversión (amortizable) porque se realizan recambios de estos insumos al menos uno por año, y en muchos casos, más de uno. Por tanto, se los tuvo en cuenta en esta sección.

Todos los costos variables se pagan al contado de acuerdo a la política del proyecto.

Costos Fijos

Para los costos fijos se consideraron aquellos que no dependen del nivel de producción. Estos son el agua, el gas, vestimenta de operarios, teléfono, internet.

A continuación, se detallan los costos de fabricación generales que se han tenido en cuenta para realizar el cálculo.

Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
<i>Costos de Producción</i>											
Costos Variables											
Costo de MP		6,065,066	7,184,524	8,443,914	9,839,483	11,368,596	13,118,966	15,117,825	17,399,416	19,999,727	22,958,610
Costo de empaquetado		1,225,375	1,451,538	1,705,998	1,987,920	2,296,857	2,650,533	3,054,395	3,515,242	4,040,565	4,638,394
Costo de embalado		3,622,803	4,323,943	5,081,778	5,921,674	6,842,068	7,895,422	9,098,618	10,471,604	12,036,247	13,817,339
Costo de Transporte a Puerto		15,205,301	18,148,059	21,328,778	24,853,914	28,716,906	33,137,946	38,187,894	43,950,465	50,517,443	57,992,879
Costo Flete marítimo		23,511,600	27,011,880	29,565,081	31,768,090	36,389,153	39,642,209	43,332,761	47,717,952	52,560,382	57,886,452
Costo consumo electricidad maquinas		2,567,769	2,918,783	3,266,994	3,625,710	3,989,732	4,384,715	4,812,225	5,274,679	8,366,068	9,146,622
Costo Combustible		759,525	899,066	1,056,728	1,230,623	1,422,099	1,642,197	1,891,915	2,177,554	2,515,274	2,886,687
Costo de Certificación		70,535	81,036	88,695	95,304	109,167	118,927	129,998	143,154	157,681	173,659
Mantenimiento maquinas		45,952	46,180	47,749	49,709	51,752	54,272	56,907	59,675	62,579	65,624
Costo de Matrices		29,526	14,237	14,019	27,800	13,783	13,765	27,492	27,457	27,422	27,387
Costo de Rodillos		16,968	37,133	19,354	19,806	21,606	22,417	46,673	24,475	51,350	53,859
Subtotal	–	53,073,926	62,065,009	70,585,715	79,372,428	91,186,329	102,645,185	115,682,538	130,709,742	150,255,966	169,566,266
Costos fijos											
Costo agua		10,580	12,027	13,462	14,940	16,440	18,067	19,829	21,734	23,792	26,012
Costo gas		8,353	9,495	10,628	11,794	12,979	14,264	15,654	17,159	18,784	20,536
Subtotal	–	10,580	21,522	24,089	26,734	29,418	32,331	35,483	38,893	42,576	46,548
Total Costos Producción	–	53,084,507	62,086,530	70,609,805	79,399,162	91,215,747	102,677,515	115,718,021	130,748,635	150,298,542	169,612,815
<i>Costos Administrativo</i>											
Vestimenta		28,476	30,894	30,421	30,163	29,907	29,869	29,828	33,100	39,670	39,619
Teléfono		4,455	5,064	5,668	6,290	6,922	7,607	8,349	9,151	10,018	10,953
Internet		7,796	8,862	9,919	11,008	12,113	13,313	14,611	16,015	17,531	19,167
Total Costos Admin	–	40,727	44,820	46,008	47,461	48,943	50,789	52,788	58,266	67,219	69,739
Total Gastos de Fabricación	0	53,125,234	62,131,3	70,655,813	79,446,623	91,264,690	102,728,304	115,770,809	130,806,901	150,365,761	169,682,553

Tabla 118. Costos de fabricación a 10 años

21.2. Costos de Sueldos

Para los sueldos de los empleados se tiene en cuenta que no todos los empleados desempeñan las mismas funciones, ni tienen los mismos sueldos. Además, la cantidad de empleados necesario varía en función del año, ya que, como se mencionó anteriormente, el aumento de la producción se genera por un aumento de la cantidad de turnos trabajados.

Empleados												
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	Unidades
Turnos		2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	turnos/día
Carga combustible y tolva		2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	empleados/día
Pale tizado		3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	empleados/día
Trasporte interno y en camiones		2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	empleados/día
Operario transporte		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	empleados/día
TOTAL		8	9	9	9	9	9	9	10	12	12	empleados/día
Control de calidad		2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	empleados/día
TOTAL		2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	empleados/día
Logística		2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	empleados/día
TOTAL		2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	empleados/día
Empleado administrativo		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	empleados/día
TOTAL		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	empleados/día

Tabla 119. Cantidad de empleados para el proyecto a los diez años.

Cantidad Empleados	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Empleado administrativo		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Operario		8	9	9	9	9	9	9	10	12	12
Empleado de Calidad		2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
Empleado de Logística		2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
TOTAL		13	14	14	14	14	14	14	15	19	19

Tabla 120. Resumen cantidad de empleados a diez años.

Para la determinación de los sueldos, se tiene en cuenta el convenio con la Unión de Sindicatos de la Industria Maderera¹⁶⁸ y para el cálculo del sueldo básico a diez años en función de cada tipo de empleado se realizó considerando la inflación de los pesos argentinos.

Los aportes del trabajador y los patronos considerados fueron los siguientes:

¹⁶⁸ Unión Sindicatos de la Industria Maderera, *Convenio Colectivo de trabajo*. Recuperado el 23 de septiembre. <http://www.usimra.com.ar/>

APORTES TRABAJADOR	% del Sueldo Bruto
Jubilación	11,00%
PAMI	3,00%
Sindicato	2,00%
Obra Social	3,00%
TOTAL	19,00%

Tabla 121. Aportes de los trabajadores para el cálculo de sueldos

CONTRIBUCIONES PATRONALES	% del Sueldo Bruto
Jubilación	16%
PAMI	2%
Seguro de vida Obligatorio	0%
Sindicato	3%
Fondo nacional de empleo	2%
Asignación Familiar	8%
Obra Social	5%
ART	2%
TOTAL	37%

Antigüedad	1%
-------------------	----

Tabla 122. Contribuciones para el cálculo de sueldos

Cabe destacar que los sueldos se pagarán a mes vencido como también las correspondientes cargas sociales.

Empleado administrativo											
AÑO	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Sueldo Básico		459.693	522.533	584.871	649.090	714.259	784.970	861.505	944.296	1.033.720	1.130.166
Antigüedad											
Sueldo Bruto	–	459.693	522.533	584.871	649.090	714.259	784.970	861.505	944.296	1.033.720	1.130.166
Contribuciones Patronales	–	156.434	177.818	199.032	220.885	243.062	267.125	293.170	321.344	351.775	384.596
Aportes											
TOTAL	–	616.127	700.351	783.903	869.975	957.321	1.052.096	1.154.675	1.265.639	1.385.495	1.514.762

Tabla 123. Sueldos empleados administrativos a diez años

Operarios											
AÑO	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Sueldo Básico		207.152	235.470	263.562	292.501	321.868	353.733	388.222	425.530	465.827	509.289
Antigüedad		–	2.355	5.298	8.863	13.069	18.044	23.883	30.696	38.597	47.713
Sueldo Bruto	–	207.152	237.825	268.859	301.364	334.937	371.777	412.105	456.226	504.424	557.002
Contribuciones Pat	–	76.709	88.067	99.559	111.595	124.027	137.669	152.603	168.940	186.788	206.258
Aportes	–	39.359	45.187	51.083	57.259	63.638	70.638	78.300	86.683	95.841	105.830
Remplazos Vacaciones											
TOTAL	–	283.861	325.891	368.418	412.959	458.964	509.446	564.708	625.166	691.213	763.260

Tabla 124. Sueldo empleados operarios a diez años

Empleado de Calidad											
AÑO	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Sueldo Básico		226.151	257.065	287.733	319.326	351.387	386.174	423.826	464.556	508.549	555.997
Antigüedad	–	–	2.571	5.783	9.676	14.268	19.699	26.074	33.511	42.137	52.089
Sueldo Bruto	–	226.151	259.636	293.517	329.002	365.654	405.873	449.900	498.067	550.686	608.085
Contribuciones Patronales	–	83.744	96.143	108.689	121.830	135.402	150.295	166.598	184.434	203.919	225.174
Aportes	–	42.969	49.331	55.768	62.510	69.474	77.116	85.481	94.633	104.630	115.536
Reemplazos Vacaciones											
TOTAL	–	309.894	355.779	402.206	450.832	501.056	556.167	616.498	682.501	754.605	833.259

Tabla 125. Sueldo empleados calidad a diez años

Empleado de Logística											
AÑO	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Sueldo Básico		612.924	696.711	779.828	865.453	952.345	1.046.627	1.148.673	1.259.061	1.378.294	1.506.889
Antigüedad		–	6.967	15.675	26.224	38.669	53.389	70.667	90.823	114.201	141.173
Sueldo Bruto	–	612.924	703.678	795.503	891.678	991.014	1.100.016	1.219.340	1.349.884	1.492.495	1.648.062
Contribuciones Patronales	–	226.966	260.572	294.575	330.188	366.972	407.336	451.522	499.862	552.671	610.277
Aportes	–	116.456	133.699	151.146	169.419	188.293	209.003	231.675	256.478	283.574	313.132
Reemplazos Vacaciones											
TOTAL	–	839.890	964.250	1.090.078	1.221.866	1.357.986	1.507.351	1.670.861	1.849.745	2.045.166	2.258.339

Tabla 126. Sueldo empleado logística a diez años

AÑO	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Sueldos Totales Producción	–	5.186.581	6.273.431	7.084.231	7.932.000	8.806.084	9.764.144	10.811.762	12.581.790	18.079.359	19.948.677

Tabla 127. Total de sueldos por año

22. Amortizaciones

Para el cálculo de las amortizaciones fue necesario determinar la vida útil y el valor residual de las inversiones pertinentes. Las mismas se muestran en el cuadro siguiente:

	IO (\$)	VU (años)	VR (% de IO)	Amortización	A realizar en
<i>Construcción</i>					
Obra Civil	25.693.440	30	0,00%	856.448	2017
<i>Maquinaria</i>					
Secador Rotativo	8.867.124	10	0,00%	886.712	2017
Molino de martillos	1.026.245	10	0,00%	102.625	2017
Prensa	16.309.587	10	0,00%	1.630.959	2017
Empaquetadora	367.562	10	0,00%	36.756	2017
Envolvedora pallets	15.000	10	0,00%	1.500	2017
<i>Transporte en Planta</i>					
Auto elevador	300.000	10	0,00%	30.000	2017
Cargadora	720.000	10	0,00%	72.000	2017
Zorra manual	6.000	10	0,00%	600	2017
Total	53.493.256				

Tabla 128. Consideraciones para cálculo de amortizaciones

Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
<i>Construcción</i>											
Obra Civil		829.391	829.391	829.391	829.391	829.391	829.391	829.391	829.391	829.391	829.391
<i>Maquinaria</i>											
Secador Rotativo		886.712	886.712	886.712	886.712	886.712	886.712	886.712	886.712	886.712	886.712
Molino de martillos		102.625	102.625	102.625	102.625	102.625	102.625	102.625	102.625	102.625	102.625
Prensa		1.630.959	1.630.959	1.630.959	1.630.959	1.630.959	1.630.959	1.630.959	1.630.959	1.630.959	1.630.959
Empaquetadora		36.756	36.756	36.756	36.756	36.756	36.756	36.756	36.756	36.756	36.756
Envolvedora pallets		1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
<i>Transporte en Planta</i>											
Auto elevador		30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
Cargadora		72.000	72.000	72.000	72.000	72.000	72.000	72.000	72.000	72.000	72.000
Zorra manual		600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
Total Amortizaciones	–	3.590.543									

Tabla 129. Cuadro de amortizaciones a diez años.

23.IVA

El impuesto al valor agregado representa una carga fiscal sobre el consumo, de la cual es responsable el consumidor. Debe ser considerada ya que el mismo tiene un impacto financiero sobre el proyecto.

Se tiene que determinar cuál será la cantidad de IVA a pagar en función de las ventas, los costos, las inversiones y los intereses. Este IVA total puede generar deuda fiscal o crédito fiscal a favor del proyecto. En caso de tener crédito fiscal de IVA siempre a favor, el fisco devuelve el IVA en dinero. Se considerarán para el análisis 90 días para la devolución que corresponde al periodo impuesto por la Ley Pyme¹⁶⁹.

Las tasas de IVA que se consideraron se tuvieron en cuenta los siguientes valores determinados por el Estado Nacional.

Concepto	Tasa
IVA Insumos y Transportes	21%
IVA Construcción e Intereses	10,5%
IVA Servicios	27%
IVA Importaciones	21%
IVA Venta de exportación	0%

Tabla 130. Tasas IVA Argentina, 2017.

Se procede a mostrar en detalle el cálculo del flujo del IVA para el Proyecto en función a lo descripto anteriormente.

¹⁶⁹ Ministerio de Producción. *Ley Pyme*. Recuperado el 1 de octubre de 2017. <http://www.produccion.gob.ar/2016/07/15/se-aprobo-la-ley-pyme-menos-impuestos-y-mas-credito-54498>.

Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
IVA Ventas											
Ventas	–	(68.763.292)	(82.686.373)	(95.635.162)	(105.803.812)	(115.225.195)	(134.012.134)	(148.404.846)	(165.022.327)	(184.956.280)	(207.411.914)
Total	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
IVA Costos											
Materia Prima	–	(1.273.664)	(1.508.750)	(1.773.222)	(2.066.291)	(2.387.405)	(2.754.983)	(3.174.743)	(3.653.877)	(4.199.943)	(4.821.308)
Empaquetado	–	(257.329)	(304.823)	(358.260)	(417.463)	(482.340)	(556.612)	(641.423)	(738.201)	(848.519)	(974.063)
Embalado	–	(760.789)	(908.028)	(1.067.173)	(1.243.552)	(1.436.834)	(1.658.039)	(1.910.710)	(2.199.037)	(2.527.612)	(2.901.641)
Transporte a Puerto	–	(3.193.113)	(3.811.092)	(4.479.043)	(5.219.322)	(6.030.550)	(6.958.969)	(8.019.458)	(9.229.598)	(10.608.663)	(12.178.505)
Flete Marítimo	–	(4.937.436)	(5.672.495)	(6.208.667)	(6.671.299)	(7.641.722)	(8.324.864)	(9.099.880)	(10.020.770)	(11.037.680)	(12.156.155)
Electricidad Maquinaria	–	(693.298)	(788.072)	(882.088)	(978.942)	(1.077.228)	(1.183.873)	(1.299.301)	(1.424.163)	(2.258.838)	(2.469.588)
Combustible	–	(159.500)	(188.804)	(221.913)	(258.431)	(298.641)	(344.861)	(397.302)	(457.286)	(528.208)	(606.204)
Certificación	–	(14.812)	(17.017)	(18.626)	(20.014)	(22.925)	(24.975)	(27.300)	(30.062)	(33.113)	(36.468)
Mantenimiento Máquinas	–	(9.650)	(9.698)	(10.027)	(10.439)	(10.868)	(11.397)	(11.951)	(12.532)	(13.142)	(13.781)
Matrices	–	(6.201)	(2.990)	(2.944)	(5.838)	(2.894)	(2.891)	(5.773)	(5.766)	(5.759)	(5.751)
Rodillos	–	(3.563)	(7.798)	(4.064)	(4.159)	(4.537)	(4.708)	(9.801)	(5.140)	(10.783)	(11.310)
Energía Eléctrica	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Agua	–	(2.857)	(3.247)	(3.635)	(4.034)	(4.439)	(4.878)	(5.354)	(5.868)	(6.424)	(7.023)
Gas	–	(2.255)	(2.564)	(2.869)	(3.185)	(3.504)	(3.851)	(4.227)	(4.633)	(5.072)	(5.545)
Vestimenta	–	(5.980)	(6.488)	(6.388)	(6.334)	(6.281)	(6.273)	(6.264)	(6.951)	(8.331)	(8.320)
Teléfono	–	(1.203)	(1.367)	(1.530)	(1.698)	(1.869)	(2.054)	(2.254)	(2.471)	(2.705)	(2.957)
Internet	–	(2.105)	(2.393)	(2.678)	(2.972)	(3.271)	(3.594)	(3.945)	(4.324)	(4.733)	(5.175)
Total	–	(11.323.754)	(13.235.625)	(15.043.129)	(16.913.973)	(19.415.308)	(21.846.820)	(24.619.685)	(27.800.679)	(32.099.523)	(36.203.795)

Tabla 131. Cálculo del Flujo de Fondos del IVA, a diez años.

Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
IVA Inversión											
IVA Inversiones en Activos Fijos	(2.899.209)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
IVA Inversión Civil	(2.697.811)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Total	(5.597.021)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabla 132. Cálculo del IVA de la inversión

Como se puede observar en la Tabla 131 y Tabla 132 mostradas anteriormente, el IVA del proyecto siempre da crédito, esto se debe a que al ser un proyecto completamente exportador las ventas no están grabadas por el IVA, mientras que todo el resto de los costos e inversiones sí. El resultado final de las tablas muestra el IVA generado a favor de la empresa en cada uno de los años. Cabe destacar que se recuperará en el mismo año los 275 días de IVA, dejando los otros 90 días como crédito fiscal a favor a ser cobrado el año posterior. Estos 90 días quedan reflejados en el ítem crédito fiscal IVA del balance, que se mostrará en la sección correspondiente.

En cuanto al flujo del IVA, este crédito fiscal se tendrá en cuenta directamente en el cálculo del capital de trabajo. Esto se verá reflejado en el flujo de fondos de la empresa.

24. Cuadro de Resultados

Para representar el estado económico del proyecto, el primer análisis a realizar es el cuadro de resultados. Contemplando todo lo mencionado anteriormente sobre los ingresos, costos, amortizaciones e intereses se procede a realizar dicho cuadro

Año	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Ventas Brutas	-	68.763.292	82.686.373	95.635.162	105.803.812	115.225.195	134.012.134	148.404.846	165.022.327	184.956.280	207.411.914
Reintegro por exportación	-	3.438.165	4.134.319	4.781.758	5.290.191	5.761.260	6.700.607	7.420.242	8.251.116	9.247.814	10.370.596
Impuesto a los débitos y créditos	-	(722.015)	(868.207)	(1.004.169)	(1.110.940)	(1.209.865)	(1.407.127)	(1.558.251)	(1.732.734)	(1.942.041)	(2.177.825)
IIBB	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ventas Netas	-	71.479.442	85.952.485	99.412.751	109.983.063	119.776.590	139.305.613	154.266.837	171.540.709	192.262.053	215.604.684
Costos de Ventas-MP+Insumos	-	(53.073.926)	(62.065.009)	(70.585.715)	(79.372.428)	(91.186.329)	(102.645.185)	(115.682.538)	(130.709.742)	(150.255.966)	(169.566.266)
Costos generales de fabricación fijos	-	(10.580)	(21.522)	(24.089)	(26.734)	(29.418)	(32.331)	(35.483)	(38.893)	(42.576)	(46.548)
Sueldos empleados (Fab, Cal, Log)	-	(4.570.455)	(5.573.080)	(6.300.328)	(7.062.025)	(7.848.763)	(8.712.048)	(9.657.087)	(11.316.151)	(16.693.864)	(18.433.915)
Costo Ventas - Total	-	(57.654.962)	(67.659.610)	(76.910.132)	(86.461.186)	(99.064.510)	(111.389.563)	(125.375.108)	(142.064.785)	(166.992.406)	(188.046.730)
Margen Bruto	-	13.824.480	18.292.875	22.502.619	23.521.876	20.712.080	27.916.050	28.891.729	29.475.924	25.269.647	27.557.954
Costos administrativos	-	(40.727)	(44.820)	(46.008)	(47.461)	(48.943)	(50.789)	(52.788)	(58.266)	(67.219)	(69.739)
Sueldos empleados (Adm)	-	(616.127)	(700.351)	(783.903)	(869.975)	(957.321)	(1.052.096)	(1.154.675)	(1.265.639)	(1.385.495)	(1.514.762)
EBITDA	-	13.167.627	17.547.704	21.672.708	22.604.439	19.705.817	26.813.165	27.684.265	28.152.018	23.816.933	25.973.454
Amortizaciones	-	(3.617.600)	(3.617.600)	(3.617.600)	(3.617.600)	(3.617.600)	(3.617.600)	(3.617.600)	(3.617.600)	(3.617.600)	(3.617.600)
EBIT	-	9.550.027	13.930.104	18.055.108	18.986.840	16.088.217	23.195.565	24.066.666	24.534.418	20.199.333	22.355.854
Intereses Deuda	-	(1.893.747)	(1.864.867)	(1.727.946)	(1.547.270)	(1.446.798)	(1.250.900)	(1.041.778)	(819.435)	(573.082)	(300.546)
Intereses Inversiones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pérdida por tipo de cambio	-	(3.417.419)	(2.292.777)	(1.004.100)	(504.535)	(1.722.379)	(646.203)	(586.553)	(544.302)	(382.751)	(200.074)
Resultados Financieros	-	(5.311.166)	(4.157.644)	(2.732.046)	(2.051.806)	(3.169.177)	(1.897.102)	(1.628.332)	(1.363.736)	(955.833)	(500.621)
EBT	-	4.238.861	9.772.460	15.323.062	16.935.034	12.919.039	21.298.463	22.438.334	23.170.682	19.243.499	21.855.233
IIGG	-	(1.483.601)	(3.420.361)	(5.363.072)	(5.927.262)	(4.521.664)	(7.454.462)	(7.853.417)	(8.109.739)	(6.735.225)	(7.649.332)
Utilidad Neta	-	2.755.260	6.352.099	9.959.990	11.007.772	8.397.376	13.844.001	14.584.917	15.060.943	12.508.275	14.205.901

Tabla 133. Estado de Resultados desde el año 2017 a 2027

La fuente principal de ingresos son las ventas de las bolsas de pellets de 15kg. De acuerdo al decreto 1341/2016 artículo II¹⁷⁰, a la posición arancelaria 4401.31.00, correspondiente a la de los pellets de acuerdo a la Nomenclatura Común del Mercosur, se le aplica una tasa de reintegro a la exportación del 5%. Por lo tanto, se lo ha considerado como un ingreso por reintegro a la exportación. Asimismo, se asume que el fisco reintegra este ítem a 30 días y por lo tanto a fin de año quedará el mes de diciembre como crédito. Esto se verá reflejado en el crédito por ventas del balance ya que para el cálculo del crédito por ventas se tendrá en cuenta las ventas netas.

Cabe destacar que existe un impuesto nacional a débitos y créditos¹⁷¹ que se considera del 0,6% para créditos y del 0,6% para débitos. Sin embargo, el 0,1% de cada uno de éstos es acreditable en el impuesto a las ganancias y por lo tanto se consideró un impuesto neto del 1%. Este impuesto se aplica sobre las ventas brutas y sobre el reintegro a la exportación. Al igual que con el reintegro de las exportaciones, se considera que el impuesto se paga a 30 días y por lo tanto también quedará reflejado en los créditos por ventas dentro del balance.

Esto implica que las ventas netas serán la suma de las ventas de los pellets, el reintegro por exportación y el impuesto a los débitos y créditos.

Asimismo, se debió tener en cuenta las pérdidas originadas con el préstamo en dólares. Las amortizaciones y los intereses irán variando según el tipo de cambio y eso genera una cuenta de pérdidas o ganancias, según si el tipo de cambio sube o baja. En el caso argentino, se predice una subida en el tipo de cambio, lo que genera la cuenta “Pérdida por tipo de cambio”.

Como se puede ver en el Cuadro de Resultados calculado, el margen de la utilidad neta entre las ventas y los costos va disminuyendo significativamente a lo largo de los años. Esto se debe principalmente a que la variación del tipo de cambio por el cual se afectó al precio de venta, varía a un ritmo menor que los costos afectados por la inflación.

Para continuar con el análisis del estado financiero del proyecto se armó el balance a diez años. El balance representa el estado final de cada ejercicio¹⁷² en términos del activo, pasivo y patrimonio neto.

25. Balance

Para el análisis del estudio del Balance Contable realizado cabe tener en cuenta las siguientes consideraciones.

- Dentro de los créditos por ventas queda incluido el reintegro de exportaciones y el impuesto a los débitos y créditos. Esto ha sido tomado como simplificación y dado que todos tienen el mismo plazo de 30 días, quedarán representados de forma adecuada.
- Los créditos fiscales por IVA se deben a que el fisco devuelve a 60 días y por lo tanto quedará el IVA de los meses de noviembre y diciembre como crédito que se recuperará al año siguiente.

¹⁷⁰ Aunque existen decretos más recientes, ninguno de ellos lo ha derogado dado que en ninguno se vuelve a considerar la partida arancelaria de los pellets.

¹⁷¹ Al ser nacional, no goza de los incentivos fiscales provinciales y municipales.

¹⁷² El final del ejercicio se toma al 31 de diciembre del año en cuestión.

- El impuesto a las ganancias se paga en enero del año siguiente a ser devengado y por lo tanto queda en su totalidad contenido en las deudas fiscales.
- A fines de simplificación del balance, las deudas bancarias de largo plazo se mantienen dentro del pasivo no corriente. La amortización del préstamo del año siguiente al del balance, debería de pasar a deudas bancarias de corto plazo.
- Las deudas comerciales que figuran, son el pago de sueldos y el correspondiente de sus cargas sociales, dado que se realiza a mes vencido. Se ha considerado que la materia prima y los insumos se pagan al contado.

A continuación, se presenta el balance al 31 de diciembre de cada año proyectado por el proyecto.

Al 31 de diciembre	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
ACTIVOS											
Caja y Bancos-Operativa	–	5.417.126	14.991.364	26.857.521	38.052.549	45.494.127	60.714.151	74.237.035	87.617.442	96.154.527	107.842.962
Inversiones	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Crédito por ventas	–	6.070.857	7.300.074	8.443.275	9.341.027	10.172.806	11.831.436	13.102.115	14.569.211	16.329.106	18.311.631
Crédito Fiscal IVA	5.597.021	2.792.159	3.263.579	3.709.265	4.170.569	4.787.336	5.386.887	6.070.607	6.854.962	7.914.951	8.926.963
Bienes de Cambio	–	315.918	370.738	421.425	473.760	542.819	610.354	686.987	778.437	915.027	1.030.393
Total Activo Corriente	5.597.021	14.596.059	25.925.755	39.431.486	52.037.905	60.997.088	78.542.827	94.096.744	109.820.052	121.313.611	136.111.949
Bienes de Uso (VO)	53.493.256	53.493.256	53.493.256	53.493.256	53.493.256	53.493.256	53.493.256	53.493.256	53.493.256	53.493.256	53.493.256
Amortizaciones Acumulados	–	(3.617.600)	(7.235.200)	(10.852.799)	(14.470.399)	(18.087.999)	(21.705.599)	(25.323.198)	(28.940.798)	(32.558.398)	(36.175.998)
Bienes de Uso Neto	53.493.256	49.875.656	46.258.056	42.640.456	39.022.857	35.405.257	31.787.657	28.170.057	24.552.458	20.934.858	17.317.258
Otros Activos	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Total Activo No Corriente	53.493.256	49.875.656	46.258.056	42.640.456	39.022.857	35.405.257	31.787.657	28.170.057	24.552.458	20.934.858	17.317.258
TOTAL ACTIVO	59.090.276	64.471.715	72.183.811	82.071.943	91.060.762	96.402.345	110.330.484	122.266.802	134.372.510	142.248.469	153.429.207
PASIVOS											
Deudas Comerciales	–	430.511	521.077	588.027	658.043	730.228	809.364	895.893	1.042.105	1.494.999	1.649.175
Deudas Bancarias	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Deudas Fiscales	–	1.483.601	3.420.361	5.363.072	5.927.262	4.521.664	7.454.462	7.853.417	8.109.739	6.735.225	7.649.332
Total Pasivo Corriente	–	1.914.113	3.941.438	5.951.099	6.585.305	5.251.892	8.263.826	8.749.310	9.151.844	8.230.224	9.298.507
Deudas Bancarias	23.636.111	24.348.176	23.680.848	21.599.329	18.946.169	17.223.790	14.295.995	11.161.911	7.804.142	4.093.446	–
Previsiones	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Otras Deudas	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Total Pasivo No Corriente	23.636.111	24.348.176	23.680.848	21.599.329	18.946.169	17.223.790	14.295.995	11.161.911	7.804.142	4.093.446	–
TOTAL PASIVO	23.636.111	26.262.289	27.622.286	27.550.428	25.531.475	22.475.682	22.559.821	19.911.221	16.955.986	12.323.670	9.298.507
PATRIMONIO NETO											
Capital	35.454.166	35.454.166	35.454.166	35.454.166	35.454.166	35.454.166	35.454.166	35.454.166	35.454.166	35.454.166	35.454.166
Resultados Acumulados	–	2.755.260	9.107.359	19.067.349	30.075.121	38.472.497	52.316.498	66.901.415	81.962.358	94.470.633	108.676.534
TOTAL PATRIMONIO NETO	35.454.166	38.209.426	44.561.525	54.521.515	65.529.287	73.926.663	87.770.664	102.355.581	117.416.524	129.924.799	144.130.700
P+PN	59.090.276	64.471.715	72.183.811	82.071.943	91.060.762	96.402.345	110.330.484	122.266.802	134.372.510	142.248.469	153.429.207

Tabla 134. Balance al 31 de diciembre de cada año, a diez años.

Como puede observarse en el ítem Caja y Bancos-Operativa, el valor de la caja aumenta a lo largo de los años. Considerando las proyecciones de inflación, sumado a la posibilidad de invertir ese dinero en algún otro proyecto o en el mercado bursátil, es conveniente no tener una gran cantidad de dinero inmovilizado. Otra opción sería cancelar la deuda de largo plazo antes de los diez años y por lo tanto no tener que pagar tanto interés mientras el dinero está en caja. Estas opciones no han sido contempladas en este análisis dado que el objetivo de este estudio es ver cómo funciona el proyecto sin tener rendimientos afectados por rendimientos de terceros.

26. Flujo de Fondos

26.1. WACC

Para el cálculo del WACC se deben tener en cuenta varios factores. El riesgo país (Rp) tomado, fue de 4,58%, el cual refleja el promedio del riesgo país desde el pago de los holdouts en adelante como el EMBI+¹⁷³ calculado por JP Morgan. El factor “Beta Unlevered” de la industria fue tomado de la categoría de “*Green & Renewable Energy*”, publicado por Aswath Damodaran¹⁷⁴. El Rendimiento del Mercado (Rm) que se tuvo en cuenta fue de 7,91%¹⁷⁵. Finalmente, la tasa libre de riesgo (Rf) utilizada, es la que corresponde al promedio aritmético de los últimos cinco años del Tesoro Americano¹⁷⁶.

A continuación, se presenta la Tabla 135 a modo de resumen de todos los valores considerados para la WACC.

Tasas	%
Riesgo País: EMBI+	4,58%
Beta Unlevered	0,47
Rendimiento del Mercado	7,91%
Tasa de interés de Deuda	7,0%
Impuesto a las ganancias	35%
Risk Free	2,15%

Tabla 135. Parámetros considerados en el cálculo de la tasa WACC.

Posteriormente, se procedió a realizar el cálculo de la WACC para el proyecto a diez años.

¹⁷³ Ámbito. *Riesgo País Argentina*. Recuperado 23 de septiembre de 2017. <http://www.ambito.com/economia/mercados/riesgo-pais/info/?id=2>

¹⁷⁴ Consultado al 23 de septiembre del 2017.

¹⁷⁵ T. Bonds and T. Bills. Annual Return on Stocks. Recuperado 23 de septiembre de 2017. http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/histretSP.html

¹⁷⁶ Tesoro de EE.UU. *Daily Treasury Yield Curve Rates*. Recuperado el 23 de septiembre de 2017. <https://www.treasury.gov/resource-center/data-chart-center/interest-rates/Pages/TextView.aspx?data=yieldYear&year=2011>

AÑO	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Deuda (D)	\$23.636.110,53	\$26.262.289,23	\$27.622.285,95	\$27.550.427,54	\$25.531.474,69	\$22.475.682,41
Equity (E)	35.454.165,79	38.209.425,72	44.561.524,98	54.521.515,13	65.529.287,15	73.926.662,74
D+E	\$59.090.276,32	\$64.471.714,95	\$72.183.810,93	\$82.071.942,67	\$91.060.761,84	\$96.402.345,16
D/V	40,00%	40,73%	38,27%	33,57%	28,04%	23,31%
E/V	60,00%	59,27%	61,73%	66,43%	71,96%	76,69%
D/E	66,67%	68,73%	61,99%	50,53%	38,96%	30,40%
Beta Re-levered	0,67	0,68	0,66	0,62	0,59	0,56
Kd	7%	7%	7%	7%	7%	7%
Ke	10,61%	10,65%	10,53%	10,33%	10,12%	9,97%
WACC	8,19%	8,16%	8,24%	8,39%	8,56%	8,71%

Tabla 136. Cálculo de la tasa WACC año a año, a diez años.

AÑO	2023	2024	2025	2026	2027
Deuda (D)	\$22.559.820,70	\$19.911.220,94	\$16.955.985,66	\$12.323.670,04	\$9.298.506,72
Equity (E)	87.770.663,74	102.355.580,85	117.416.523,96	129.924.798,57	144.130.700,06
D+E	\$110.330.484,44	\$122.266.801,79	\$134.372.509,63	\$142.248.468,61	\$153.429.206,79
D/V	20,45%	16,29%	12,62%	8,66%	6,06%
E/V	79,55%	83,71%	87,38%	91,34%	93,94%
D/E	25,70%	19,45%	14,44%	9,49%	6,45%
Beta Re-levered	0,55	0,53	0,51	0,50	0,49
Kd	7%	7%	7%	7%	7%
Ke	9,89%	9,78%	9,69%	9,61%	9,55%
WACC	8,80%	8,93%	9,04%	9,17%	9,25%

Tabla 137. Cálculo de la tasa WACC año a año, a diez años, (continuación).

A continuación, la evolución de la tasa WACC a lo largo de los años del proyecto. Cabe destacar que como el costo de capital es mayor que el costo de la deuda, a medida que se repaga la deuda, aumenta la tasa WACC.

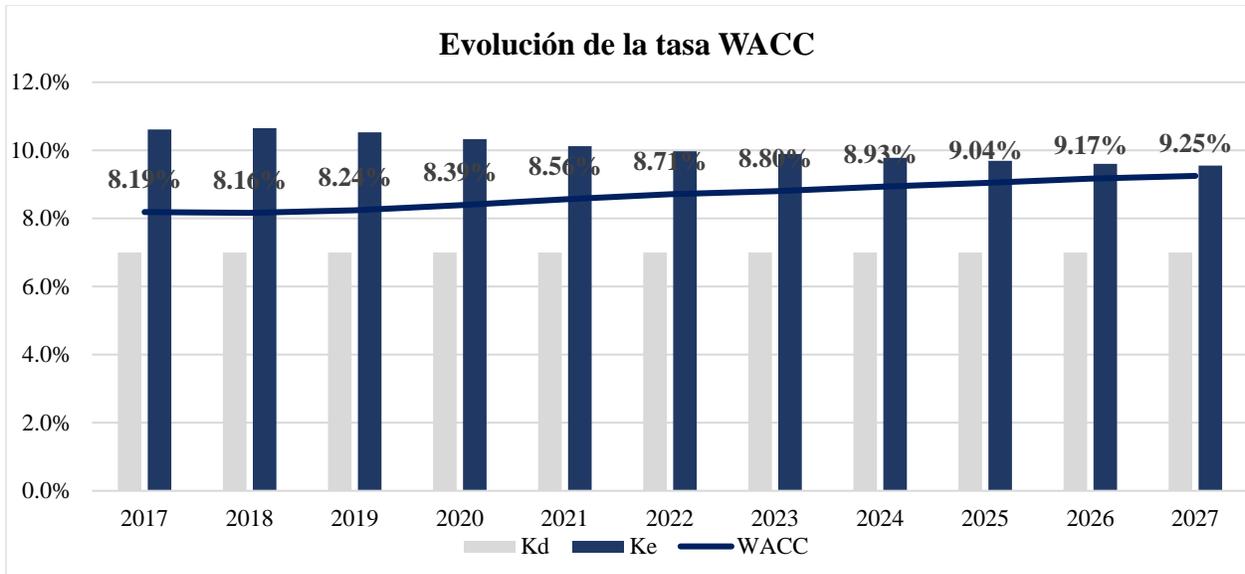


Gráfico 18. Evolución de la tasa WAAC a lo largo del proyecto

26.2. Flujo de Fondos del Proyecto

Para el flujo de fondos del proyecto se utiliza el método de costeo directo. Se parte del EBIT, se le descuenta el impuesto a las ganancias y se le devuelven las amortizaciones de los bienes de uso, dado que este ítem no es un campo erogable sino que es meramente contable. Asimismo, también se tienen en cuenta las variaciones en el capital de trabajo. Tal como se ha especificado anteriormente, el capital de trabajo tiene en cuenta los créditos fiscales, créditos por ventas, caja mínima, deudas comerciales, y deudas fiscales.

Asimismo, también se calculó el valor terminal de la empresa. Este valor se proyecta a perpetuidad utilizando la tasa WACC para el año 2027 y luego se descuenta hasta el año 2017. Este valor representa todos los flujos futuros a los diez años del proyecto. Cabe destacar que no se tuvo en cuenta un crecimiento de los flujos para el cálculo de perpetuidad dado que las líneas de producción se encuentran saturadas y un crecimiento implicaría una nueva inversión en el proyecto.

A continuación, el flujo de fondos del proyecto (FCFF).

FCFF	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	
Capex	(53.493.256)											
EBIT*(1-IIGG)	-	6.207.518	9.054.568	11.735.820	12.341.446	10.457.341	15.077.118	15.643.333	15.947.372	13.129.566	14.531.305	
Amortizaciones		3.617.600	3.617.600	3.617.600	3.617.600	3.617.600	3.617.600	3.617.600	3.617.600	3.617.600	3.617.600	
Variación Capital Trabajo	(5.597.021)	(3.043.065)	(6.594)	111.110	(980.557)	(3.039.447)	310.480	(1.833.403)	(2.272.717)	(4.276.773)	(2.490.733)	
FCFF AR\$	(59.090.276)	6.782.052	12.665.574	15.464.530	14.978.488	11.035.494	19.005.198	17.427.530	17.292.255	12.470.393	15.658.172	V. TERMINAL
FCFF USD	(3.106.744)	311.532	531.720	622.816	589.472	398.106	660.821	582.082	550.709	378.579	453.203	4.899.718
FCFF USD Descontado	(3.106.744)	288.017	454.155	490.792	427.881	265.822	405.555	327.947	284.537	179.175	196.334	2.122.621

Tabla 138. Flujo de Fondos del Proyecto

FCFF VAN	2.336.092
FCFF TIR	17,6%

Tabla 139. Resultado del cálculo del VAN y de la TIR del Flujo de Fondos del Proyecto.

26.3. Flujo de Fondos del Accionista

Asimismo, se deberá tener en cuenta el flujo de fondos del accionista (FCFE). En el mismo, se considera únicamente la proporción de la inversión total que corresponde al aporte de capital. También se deberán tener en cuenta las variaciones de la caja y los dividendos¹⁷⁷.

¹⁷⁷ En el análisis de pre-factibilidad se considera que no se distribuyen dividendos.

FCFE	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	
Aporte de capital	(35.454.166)											
Variación de Caja	-	5.417.126	9.574.238	11.866.157	11.195.028	7.441.577	15.220.024	13.522.885	13.380.407	8.537.085	11.688.435	
Dividendos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FCFE AR\$	(35.454.166)	5.417.126	9.574.238	11.866.157	11.195.028	7.441.577	15.220.024	13.522.885	13.380.407	8.537.085	11.688.435	V. TERMINAL
FCFE USD	(1.864.047)	248.834	401.941	477.896	440.576	268.455	529.208	451.666	426.128	259.171	338.305	3.541.433
FCFE USD Descontado	(1.864.047)	224.887	328.652	354.176	296.498	164.279	294.694	229.104	197.050	109.342	130.282	1.363.818

Tabla 140. Flujo de Fondos desde el Punto de Vista del Accionista

FCFE VAN	1.828.735
----------	-----------

Tabla 141. Resultado del cálculo del VAN del Flujo de Fondos del Accionista.

27. Análisis de Punto de Equilibrio

Como posterior análisis se quiso obtener el punto de equilibrio a partir del cual el producto comercializado comienza a ser rentable, en contraparte con los costos fijos y variables que conlleva su producción.

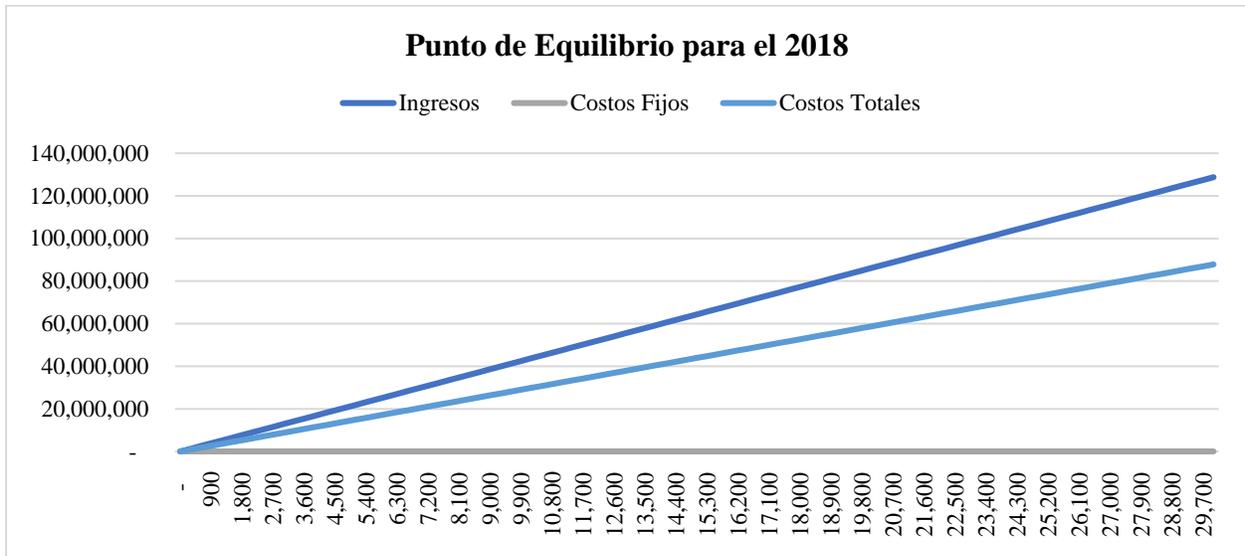


Gráfico 19. Punto de Equilibrio del Proyecto al 2018.

Se realizó un análisis del punto de equilibrio año a año¹⁷⁸. Se pudo observar que el comportamiento del punto de equilibrio es similar cada año. Se ve que la diferencia entre la curva de Ingresos y la de Costos Totales se achica al pasar los años. Esto es debido al tipo de cambio argentino y su respectiva inflación. La inflación proyectada utilizada castiga los costos proyectados para el análisis de pre-factibilidad.

Se puede observar que los Costos Totales resultan superados por los Ingresos desde niveles de producción cercanos a cero, siendo estos niveles muchos menores a los del proyecto analizado. Esto quiere decir que la planta de pellets será capaz de cubrir sus costos para los niveles de producción estimados.

¹⁷⁸ Ver Excel adjunto con este documento.

28. Resultados y Conclusiones

Para concluir, el proyecto valuado resulta favorable en términos del VAN dado que el valor del mismo es de 2.336.092 USD con una TIR en USD del 17,6%, la cual resulta superior a la WACC de cada año. Ambos indicadores de rendimientos económicos resultan positivos en cuanto a la realización del proyecto.

Sin embargo, de acuerdo al FCFF en USD, el recupero de la inversión será entre los años 2025 y 2026 teniendo en cuenta los flujos descontados en USD. Si se tienen en cuenta los flujos sin descontar en USD, el recupero será entre los años 2022 y 2023. Cabe destacar entonces que el valor terminal del proyecto aumenta de forma considerable el valor del VAN. Este representa el 91% del valor y por lo tanto el proyecto a lo largo de los diez años solo genera el 9%.

Dada la macroeconomía cambiante del país, un proyecto con un periodo de repago con flujos descontados de 9 años y 9 meses resulta riesgoso y por lo tanto deberá ser sujeto a un exhaustivo análisis de sensibilidad de riesgos que será el objeto de estudio de la siguiente y última entrega de prefactibilidad.

A priori, se deberá tener en cuenta para el análisis el tipo de cambio y su relación con la inflación. Los estudios realizados para este documento fueron sujetos a un tipo de cambio atrasado con respecto a la inflación del país. Esto resulta poco sostenible para un proyecto con costos en pesos argentinos e ingresos en euros o dólares. Por lo tanto, se podría asumir, para el estudio de sensibilidad, que la tasa de incremento del tipo de cambio será tal que contemple la diferencia entre la tasa de inflación de Argentina y de EE.UU.

Como se mencionó anteriormente, se puede considerar el hecho de que la Caja generada por las utilidades de la actividad, es mucho mayor a la caja mínima determinada por política de la empresa. Esto implica dinero inmovilizado, lo cual, es desfavorable desde el punto de vista financiero, si se considera que podría estar siendo invertido con una rentabilidad asociada. A fines académicos de analizar el rendimiento exclusivo del proyecto de implementación de una fábrica de pellets de madera, no corresponde añadir este rendimiento al análisis del proyecto. Sin embargo, como futuras líneas de análisis, este dinero podría ser utilizado, por ejemplo, para la inversión en un bono. De esta forma, se genera una rentabilidad adicional, mejorando el rendimiento de la inversión inicial. Otra forma sería considerar cancelar la deuda de largo plazo de forma anticipada y evitar de esta forma el pago de intereses y la exposición a la inflación de la caja.

IV. ESTUDIO DE RIESGOS

29. Objetivo del Estudio

Este análisis tiene como objetivo final mitigar los posibles riesgos que puedan surgir en el proyecto. Para esto, primero se debe tener en cuenta la existencia de dos tipos de riesgos: sistemáticos y no sistemáticos. Los primeros, se ven reflejados en la tasa de descuento β y en el R_p , y no es posible mitigarlos. A los últimos, los llamados no sistemáticos, sí es posible mitigarlos, pero antes es crucial hacer un análisis completo de qué tan determinantes son en las variables que miden la rentabilidad del proyecto.

A partir de la sección 3. *Análisis de Variables* se comenzará a analizar las variables que puedan afectar únicamente a los riesgos no sistemáticos con el fin de reducir el impacto negativo que puedan tener.

30. Análisis de Variables

En esta sección, se deberá identificar los riesgos asociados al proyecto. En primer lugar, se identifican cuáles son las variables objetivo que se quieren medir y, en segundo lugar, se determinan cada una las variables de control que, se cree, tendrán un efecto en el resultado.

30.1. Variables Objetivo

Se considera para el análisis de los riesgos el estudio del valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y el período de repago descontado de la inversión. Con estas variables se podrá verificar como varía la rentabilidad del proyecto según las variables de control que se establecen en la próxima sección.

30.2. Variables de Control

Se comenzó por determinar las variables más relevantes para la ejecución del proyecto. Se establecen teniendo en cuenta los siguientes focos de análisis: estructura de costos, precio del pellet de madera, factores macroeconómicos y otras variables. Además, para cada una de las variables se identifica cuál es la distribución estadística de ella y sus parámetros asociados.

30.2.1. Estructura de Costos

El primer foco se hace en la estructura de costos del producto para poder comprender en mayor profundidad cuáles son las variables que más peso tienen en el margen de los pellets. Estas variables luego deben ser analizadas para entender el alcance de su impacto y si será necesario exponerlas a sensibilidad.

A continuación, se muestra la estructura de costos para los pellets de madera en el año 2018.

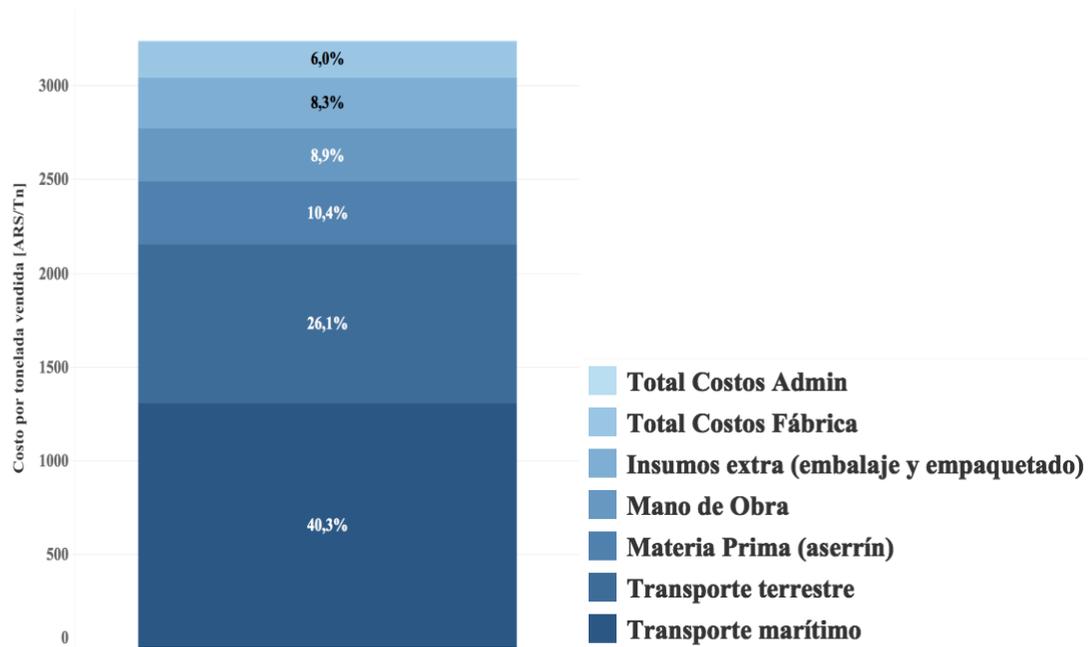


Gráfico 20. Estructura de Costos

Se asume que la estructura de costos no variará significativamente a lo largo de los años, por lo que, de aquí obtenemos las variables más relevantes para todo el proyecto. Realizando un análisis de Pareto, se ve que hay tres variables que explican aproximadamente el 80% de los costos del producto. Estas variables son el *precio del transporte marítimo*, el *precio del transporte terrestre* y el *precio de la materia prima*, el aserrín.

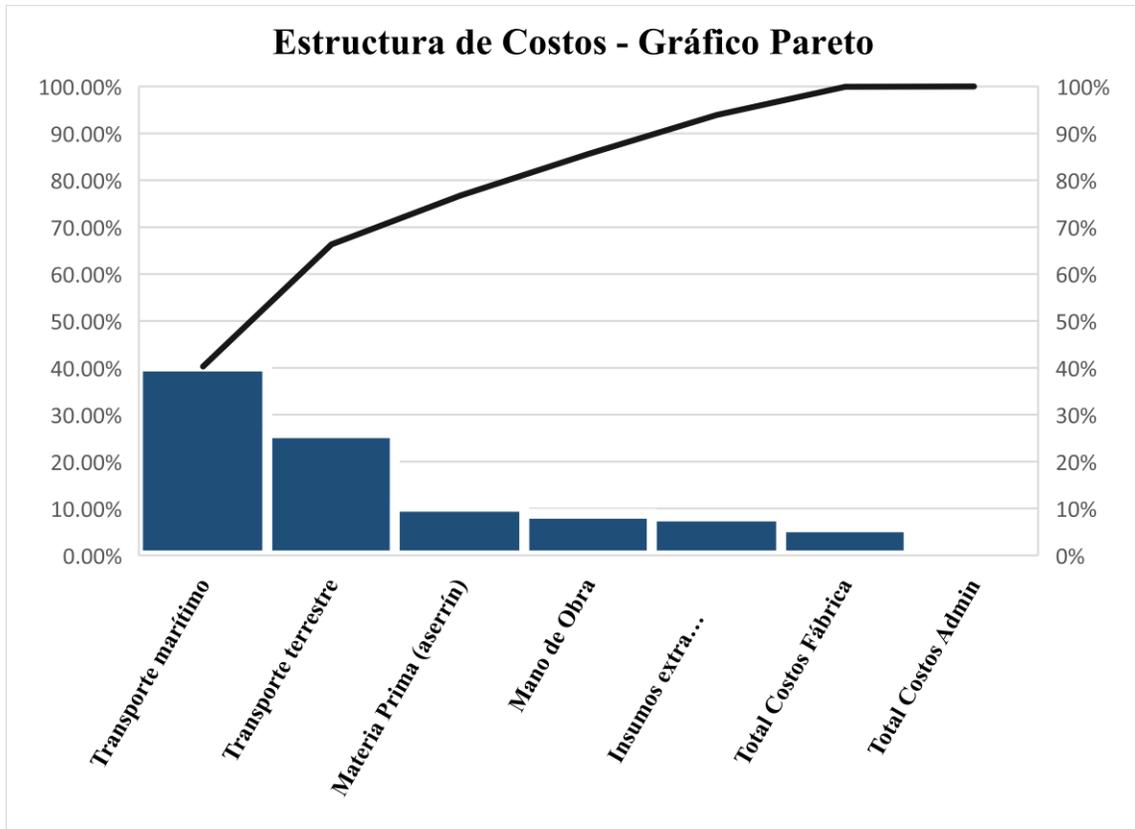


Gráfico 21. Análisis de Pareto

30.2.1.1. Precio Transporte Marítimo

En cuanto al transporte marítimo, éste se cotiza en USD y por lo tanto estará ligado al tipo de cambio. En las instancias del Estudio de Mercado, Ingeniería y Económico-Financiero se ha considerado que el costo por tonelada se mantendrá constante.

Según se determinó en el Estudio Económico-Financiero del proyecto la estimación del precio del flete marítimo al año 2018 se fijó en 50 €/t. Siguiendo con los análisis ya realizados, este precio se afectó por el tipo de cambio a lo largo de los próximos diez años.

Para estudiar la distribución del precio del transporte marítimo se consideró que el mismo varía principalmente en función del precio del petróleo. Para poder determinar la proyección de esta variable se utilizaron proyecciones realizadas por la consultora *IHS Markit*. El precio utilizado fue el precio spot en USD por barril en Texas, EE. UU.

A continuación, se muestra la evolución del precio del petróleo desde el 2000 hasta el año 2022.

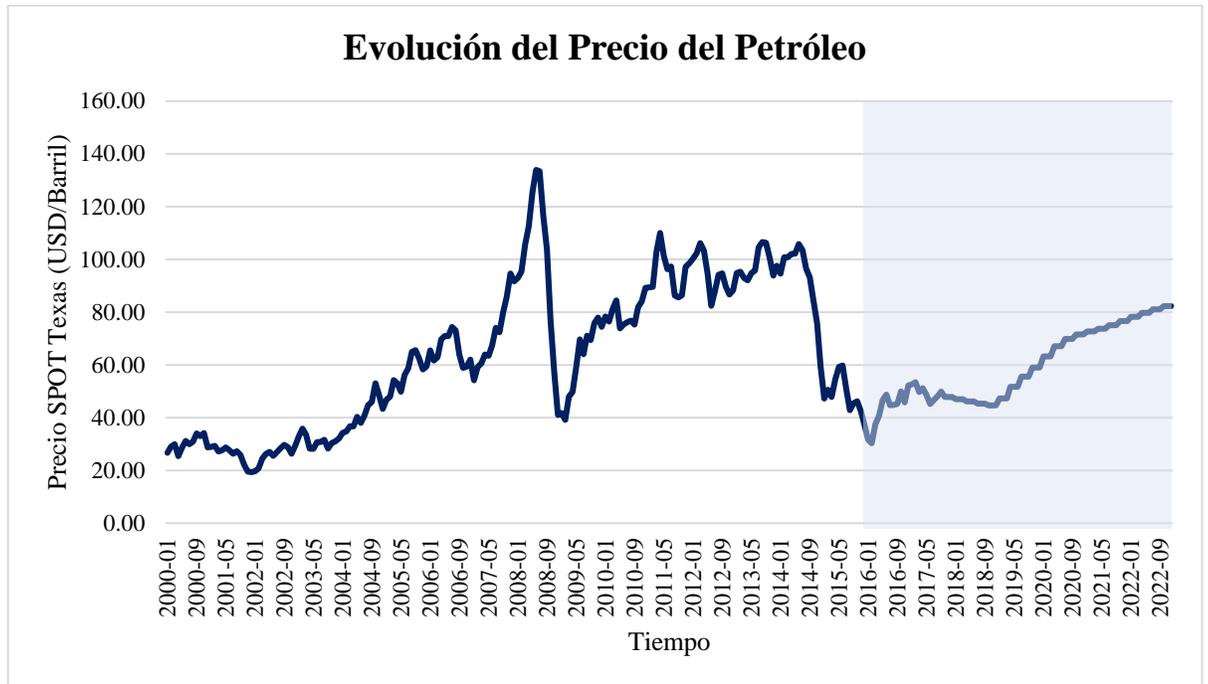


Gráfico 22. Evolución del precio del petróleo trimestrales

Dado a que se debe encontrar una distribución para afectar a la variable precio de transporte marítimo, se procedió a realizar un análisis de las variaciones del precio del petróleo a lo largo de los años. Como se tienen datos mensuales, se procedió a realizar la variación mensual. En el histograma del Gráfico 23 se puede ver la frecuencia con que se producen estas variaciones entre los meses.

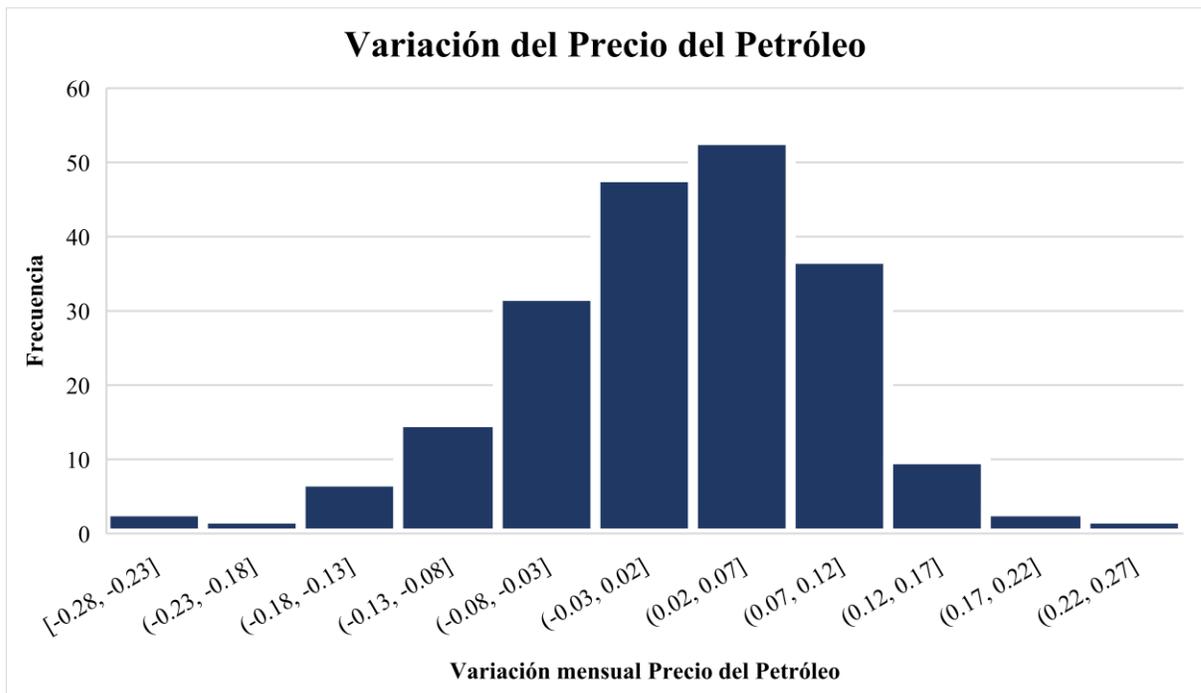


Gráfico 23. Histograma de variación del precio del petróleo.

Como se puede observar en el Gráfico 23, las variaciones porcentuales del precio del petróleo contra el mes anterior tienden a comportarse con una frecuencia acumulada de forma acampanada, como una distribución Normal. Por lo tanto, se analizaron los datos para encontrar cual sería la media y el desvío adecuado para la distribución elegida. A continuación, los parámetros de la distribución.

Variación de Precio del Transporte Marítimo	
Distribución	Normal
Media	1%
Desvío Std.	8%

Tabla 142. Distribución de la variación porcentual del precio de transporte y sus parámetros.

Cabe destacar que como se ha decidido utilizar las variaciones mensuales del precio del petróleo, el valor obtenido de la distribución deberá luego ser trasladado a la cantidad de meses que se debe variar. Hasta el momento, el dato más reciente del precio del petróleo es del mes de septiembre 2017. Por lo tanto, para encontrar la variación del precio del petróleo para el mes de diciembre 2017, se realizará la siguiente ecuación:

$$\text{Variación \% diciembre} = (1 + \text{variación \% mensual})^3 \quad (1)$$

Asimismo, se debe tener en cuenta la relación que tiene el precio del petróleo con el transporte marítimo. Considerando que el costo principal del transporte marítimo es el combustible, se puede aproximar que la variación del costo del transporte marítimo será la misma que la que tiene el combustible.

30.2.1.2. Precio Transporte Terrestre

El precio del transporte terrestre de carga es otra de las variables de peso en la estructura de costos del producto. Si bien el transporte marítimo se asoció a los precios del petróleo, en el caso de Argentina se ve afectada por otras variables que hacen que no sigan la misma tendencia.

Se estudió el precio histórico anual del transporte utilizando valores reales desde el año 2003 hasta el 2017.

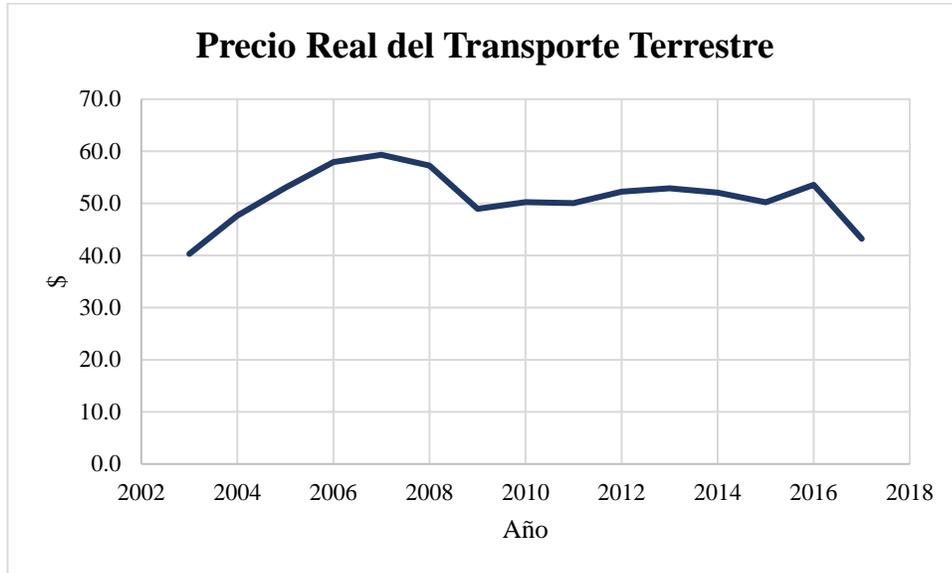


Gráfico 24. Precio real del transporte terrestre a lo largo de los años.

Luego se dividió a los valores en 5 rangos obteniendo el histograma que se muestra en el Gráfico 25.

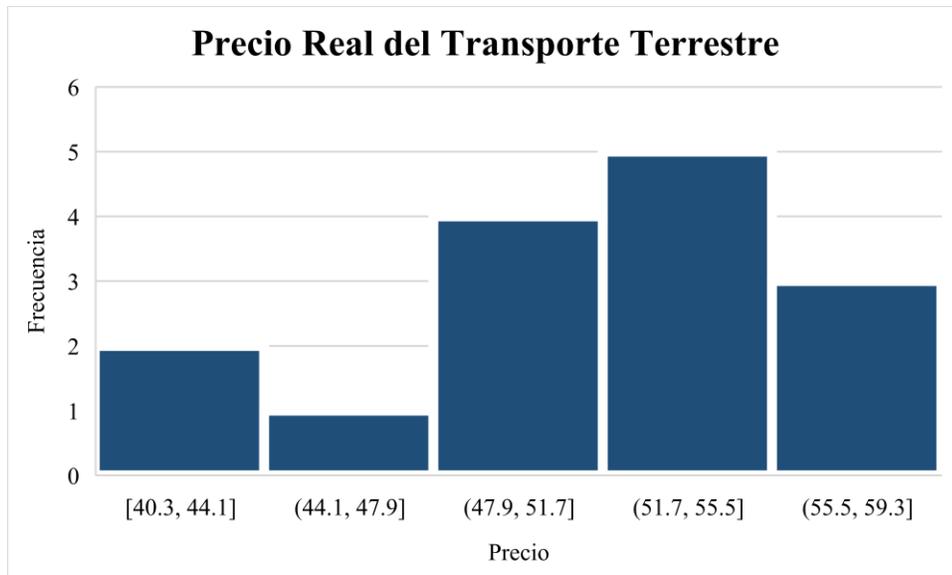


Gráfico 25. Histograma del precio real del transporte terrestre

Se identificó la moda, el valor máximo y mínimo y luego se lo multiplicó por la inflación acumulada desde 2003, para obtener el valor nominal al año 2017. Se modela la variable por medio de una distribución triangular con los parámetros que se muestran en la Tabla 143.

Precio del Transporte Terrestre	
Distribución	Triangular
Moda	668,49
Mínimo	586,57
Máximo	805,02

Tabla 143. Distribución del precio de transporte terrestre y sus parámetros

30.2.1.3. Precio Materia Prima

Para poder determinar el comportamiento del precio de la materia prima, se estudiaron sus valores históricos. Los datos de los precios se muestran a continuación:

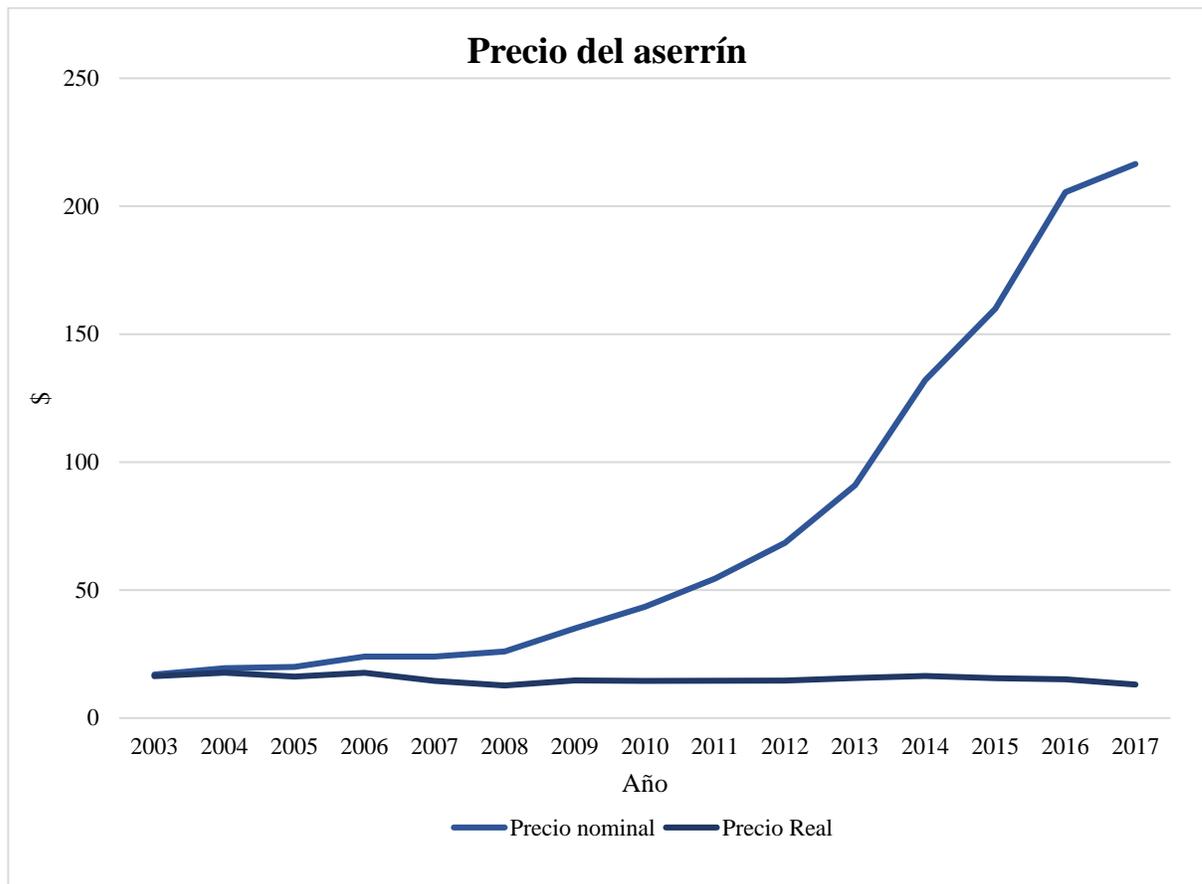


Gráfico 26. Precio de la materia prima a lo largo de los años

Para estudiar el comportamiento del precio del aserrín, se graficó en un histograma la frecuencia con la que se obtienen los precios reales de esto. Sin embargo, no arroja información contundente

del tipo de distribución a la que responde. Esto, puede deberse a que es un negocio que tiene pocos años en vigencia y que todavía no se ha estabilizado ni responde a claras tendencias en la actualidad.

Como una aproximación, se calculó el valor medio del precio real que dio un valor de \$15,3 y valores mínimo y máximo de \$12,72 y \$17,73 respectivamente.

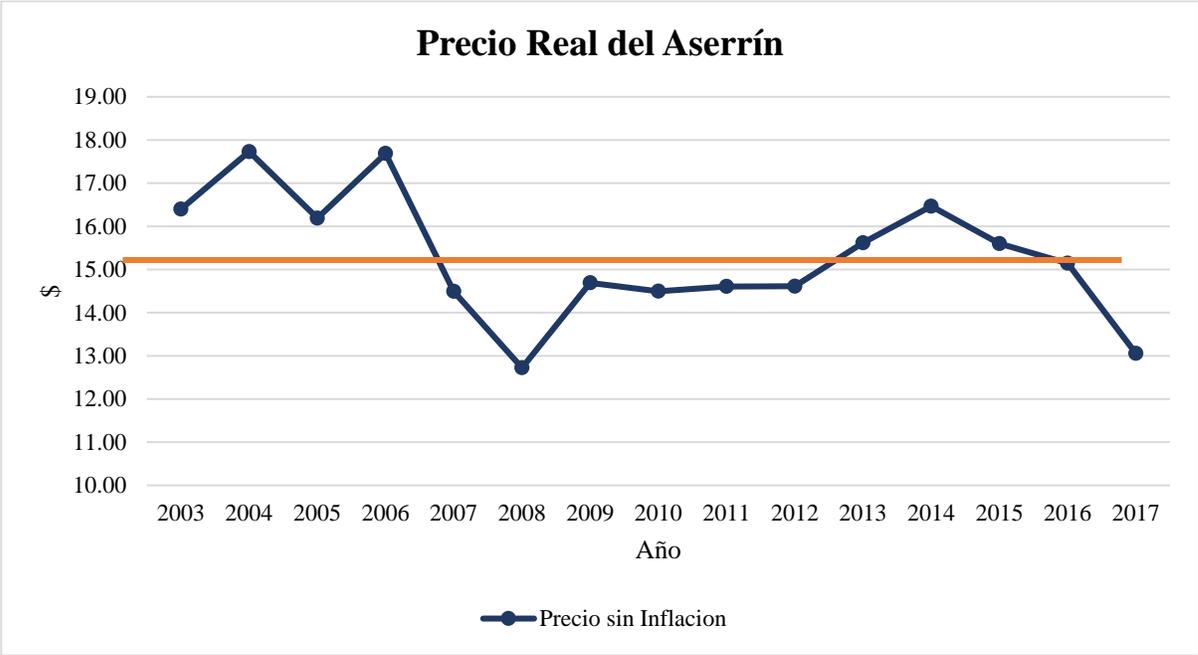


Gráfico 27. Precio histórico real del aserrín 2003 – 2017

Seguidamente, se analizan los valores históricos del precio real del aserrín, se calcula la moda, el máximo y el mínimo y se lo multiplica por la inflación acumulada para obtener el valor nominal en el año 2017 tal como se hizo en la sección anterior.

En el estudio de riesgos esta variable se modelará con una distribución triangular, siguiendo los parámetros de la Tabla 144 que figura a continuación.

Variación de Precio de la Materia Prima	
Distribución	Triangular
Moda	207,62
Mínimo	240,59
Máximo	172,64

Tabla 144. Distribución de la variable precio de materia prima y sus parámetros

30.2.2. Precio de Pellets

El precio de los pellets de madera es una variable de suma importancia para la realización del proyecto ya que es la fuente de ingresos de nuestro negocio. Debido a que los pellets se comportan como un commodity, se estudió la proyección de los precios de los mismos con la metodología de Regresión a la Media¹⁷⁹.

La proyección de los precios se determinó durante el Estudio de Mercado, con un valor esperado y un desvío. El valor esperado del precio que se proyecta es de 207 €/t.

A los fines de este análisis se utilizará el valor esperado anual y se lo hará variar en σ también anual con un coeficiente "A" que estará regido por la distribución de una normal estándar. La ecuación para el precio que se utiliza es:

$$\text{Precio} = E(\text{Precio}) + A * \sigma (2)$$

Coeficiente "A"	
Distribución	Normal Estándar
Media	0%
Desvío	1%

Tabla 145. Distribución de la variable coeficiente "A" y sus parámetros

30.2.3. Variables Macroeconómicas

30.2.3.1. Inflación Pesos Argentinos

Debido a que el proyecto se realiza en la región argentina, el mismo tendrá los costos de producción en la moneda nacional. Asimismo, como se puede observar en la estructura de costos, la inflación en alguno de ellos generaría un grave impacto en los parámetros económico-financieros, como el VAN, la TIR y el período de repago. Por lo tanto, se determinó de suma importancia analizar cómo se comporta esta variable.

Los datos históricos y proyecciones de la inflación se presentan a continuación:

¹⁷⁹ Estudio detallado durante el análisis de Mercado.

Año	Inflación	Año	Inflación	Año	Inflación
2012	5%	2018	18%	2023	10%
2013	5%	2019	14%	2024	10%
2014	8%	2020	12%	2025	10%
2015	9%	2021	11%	2026	9%
2016	16%	2022	10%	2027	9%
2017	19%				

Tabla 146. Valor de inflación histórica y proyectado

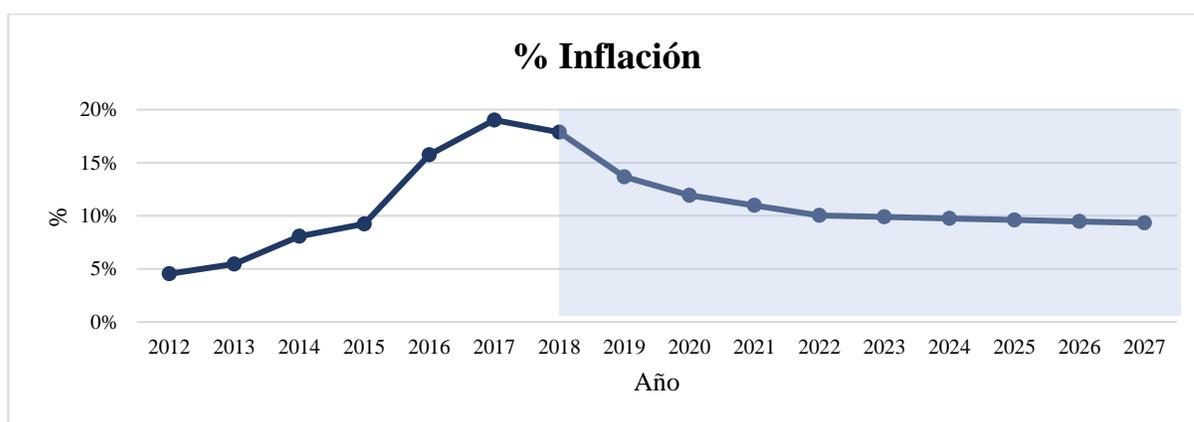


Gráfico 28. Inflación histórica y proyectada

Se puede observar que la misma tiene una tendencia a estabilizarse comenzando en el año 2020. Se procedió a estudiar la distribución para dicha estabilización de la inflación. Debido a que la inflación una variable macroeconómica, la misma depende de un gran número de variables, por lo que, gracias al teorema central del límite, se la puede aproximar por una distribución normal. Asimismo, se determinaron los parámetros estadísticos de dicha distribución en base a las proyecciones provistas de la inflación.

Inflación \$ ARS	
Distribución	Normal
Media	10%
Desvío	1%

Tabla 147. Distribución de la variable inflación de moneda ARS y sus parámetros

30.2.3.2. Tasa de Cambio

La tasa de cambio a analizar es de pesos argentinos a dólares americanos. Como es esperable, la tasa de cambio se encuentra fuertemente correlacionada con el valor de la inflación año a año. Datos proyectados de la inflación y la tasa de cambio se muestran a continuación.

Año	% Inflación	Tasa de cambio (ARS/USD)
2018	18%	15,75
2019	14%	19,02
2020	12%	21,77
2021	11%	23,82
2022	10%	24,83
2023	10%	25,41
2024	10%	27,72
2025	10%	28,76
2026	9%	29,94
2027	9%	31,40

Tabla 148. Valores proyectados de inflación de moneda ARS y tasa de cambio

Por no tener suficientes valores de la tasa de cambio, se hace una variación de la tasa de cambio año a año desde el 2012 hasta el 2027 proyectado. Se utilizó para esta estimación los valores del dólar “blue” entre los años 2012 y 2015 en los que hubo cepo cambiario para que el valor de la variación sea real. De esta forma, se obtiene una distribución triangular de la tasa de cambio que se define en la Tabla 149.

Variación de Tasa de Cambio	
Distribución	Triangular
Moda	5%
Máximo	2.4%
Mínimo	17%

Tabla 149. Distribución de la variable variación de tasa de cambio y sus parámetros

Se ha definido que la tasa de cambio y la inflación tienen un factor de correlación altos y se determina en 0.83 como se explica más adelante.

30.2.3.3. Inflación Dólares Americanos

La inflación de un país tiene que ver con la productividad y las tasas de interés que suelen ofrecer. Un valor sano de inflación activa la economía, activando el consumo de la población. Por lo tanto, es de esperar que la inflación de EE. UU. sea un valor bajo y con pocas variaciones a lo largo de los años. A continuación, se muestra un gráfico de los datos históricos de la inflación de EE. UU. definida por el “*Consumer Price Index Inflation*”¹⁸⁰.

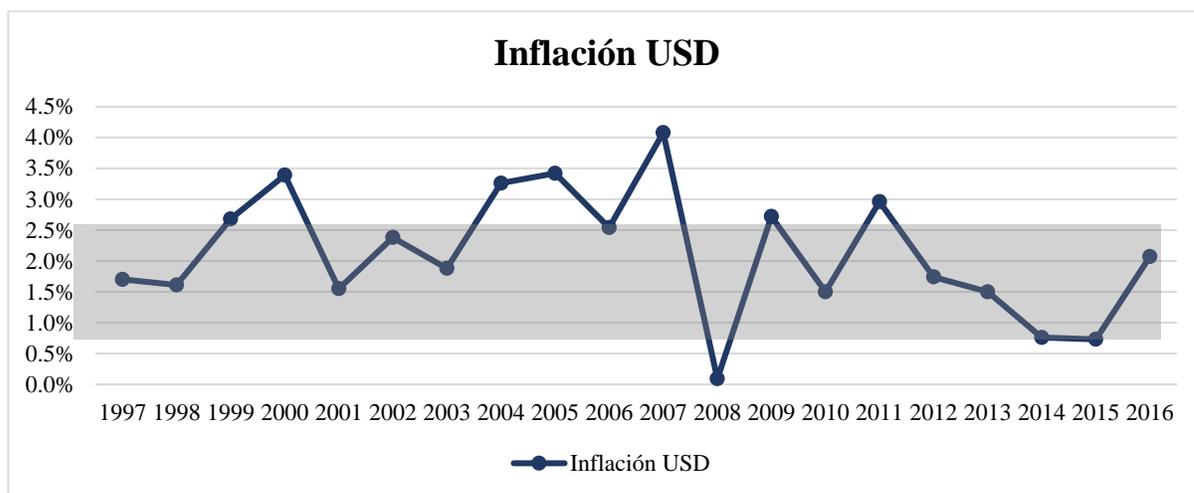


Gráfico 29. Inflación histórica de EE. UU.

Como se puede observar en el Gráfico 29, la mayoría de los valores se comportan dentro de un rango entre 1,5% y 3,0%. El resto de los valores que están por fuera de este rango son casos especiales que no deberían ser tenidos en cuenta para un análisis. Si se observa el valor de la inflación del 2008 se puede ver una fuerte baja debido a la crisis bancaria de ese año en la cual bajó la productividad y el consumo.

Por lo tanto, se decidió tomar la variable inflación de EE. UU. como una variable uniforme. A continuación, los parámetros estadísticos para la distribución.

¹⁸⁰ World Wide Inflation Data. *Historic Inflation United States - CPI Inflation*. Recuperado el 29 de octubre de 2017. <http://www.inflation.eu/inflation-rates/united-states/historic-inflation/cpi-inflation-united-states.aspx>

Inflación \$ USD	
Distribución	Uniforme
Máximo	3%
Mínimo	1.5%

Tabla 150. Distribución de la variable inflación de moneda USD y sus parámetros

30.2.4. Otras Variables

30.2.4.1. Demanda

En cuanto a la demanda del producto terminado, se mencionó durante el estudio de mercado que nuestro mercado potencial es muchísimo mayor que la escala del proyecto. Esto es así porque el producto será colocado en el mercado exportador y se ha considerado al producto como un commodity. Además, se estimó durante el estudio de mercado, una demanda creciente con un CAGR de 5,3%. Entonces, la demanda no se considera como una variable de riesgo a considerar durante este análisis.

30.2.4.2. Disponibilidad de materia prima

Para la realización del proyecto, será crítico contar con acceso a altas cantidades de materia prima. Sin embargo, este factor ha sido teniendo en cuenta en el estudio de Localización, obteniendo una zona con alta generación de aserrín. En Entre Ríos, la proporción de requerimiento mensual de la planta, con respecto a la disponibilidad total de aserrín, es mínima. De esta forma, incluso en los períodos de decrecimiento más pronunciados, se contará con materia prima suficiente para continuar con el ritmo de producción propio del proyecto.

30.2.4.3. Desastres naturales

Se ha explicado en la sección de Localización de la Entrega de Ingeniería, que las inundaciones en la provincia de Entre Ríos son altamente frecuentes. Las ciudades que se encuentran al este de la provincia, al lado del río, son más propensas a sufrir de éstas, pero muchas veces algunos pueblos en el interior también se ven afectados.

Sin embargo, la instalación de todos los Parques Industriales de Entre Ríos entroncados a la autovía nacional 14 (donde se encuentra el Parque Industrial de Ubajay) se aprueban con un *Certificado de No Inundabilidad* emitido por la Dirección de Hidráulica de Entre Ríos.¹⁸¹ De esta forma, se considera que este es un riesgo ya mitigado y no se tendrá en cuenta en análisis futuros.

¹⁸¹ R. Armocida (comunicación personal, 21 de agosto, 2017) - Director de Industria y Parques Industriales de Entre Ríos.

31. Correlación Entre Variables

En el análisis de Montecarlo, además de considerar las variables relevantes para el proyecto, se debe incluir la correlación entre las mismas.

La variación del precio del aserrín se explica en gran medida con el aumento de la inflación argentina, esto genera una alta correlación con esta variable. En el modelo se representó con un 0,8.

Para el caso del precio de transporte terrestre, sucede algo similar al caso del aserrín, con la salvedad que hay una parte más grande de la variación que no se explica con la inflación. De esta forma, la correlación es menor y se le otorga un valor de 0,5.

Otra de las variables de control consideradas fue la variación del precio del petróleo (que justifica la variación del precio del transporte marítimo) que se la correlaciona con la inflación de Estados Unidos en 0,5 puntos.

Finalmente, la tasa de cambio estará altamente correlacionada con la inflación de la moneda argentina y la moneda de Estados Unidos.

32. Análisis “Tornado Chart”

A través de la utilización de la herramienta “Tornado Chart”, se hace un análisis de sensibilidad de cada una de las variables de forma independiente, buscando determinar cuáles son las que impactan en mayor manera en el proyecto. El análisis muestra en orden descendente las variables más relevantes y el color de las barras indica si la relación es directa o inversa con respecto a la variable de referencia. Cabe mencionar, que este análisis no es perfecto, dado que no tiene en cuenta la correlación de las variables y depende fuertemente de la distribución asignada a cada una.

32.1. Valor Actual Neto

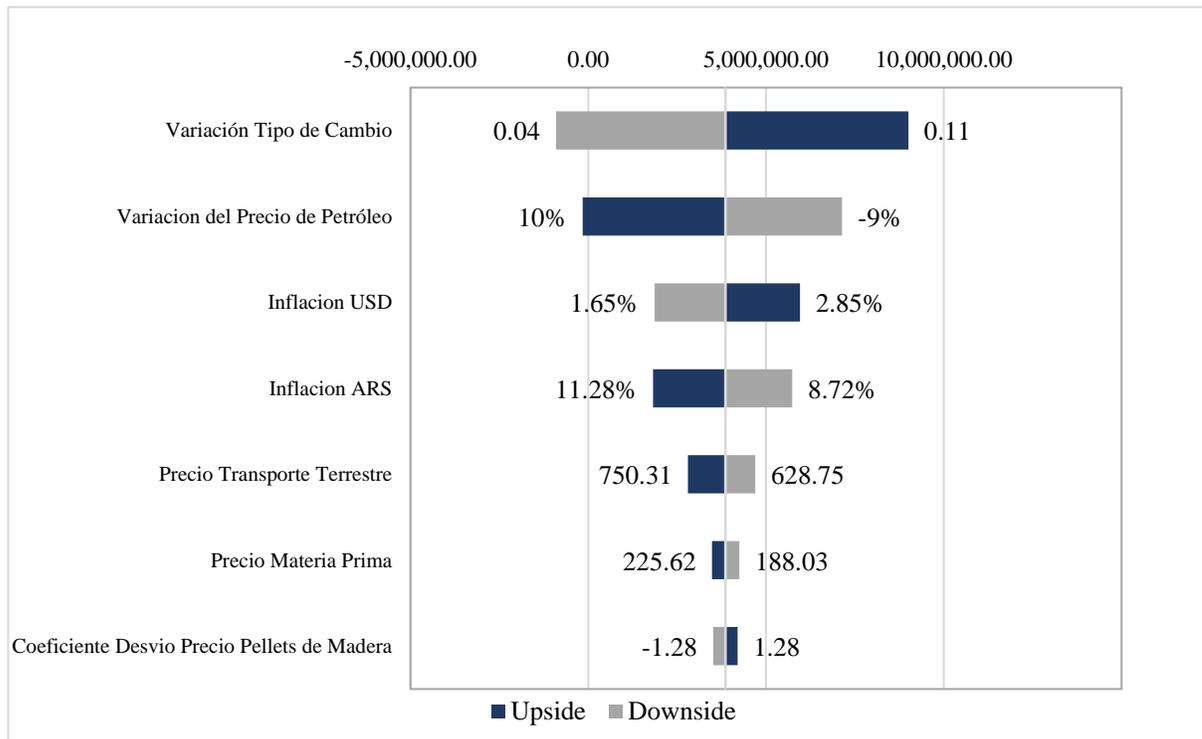


Gráfico 30. Gráfico de Tornado de variable objetivo VAN

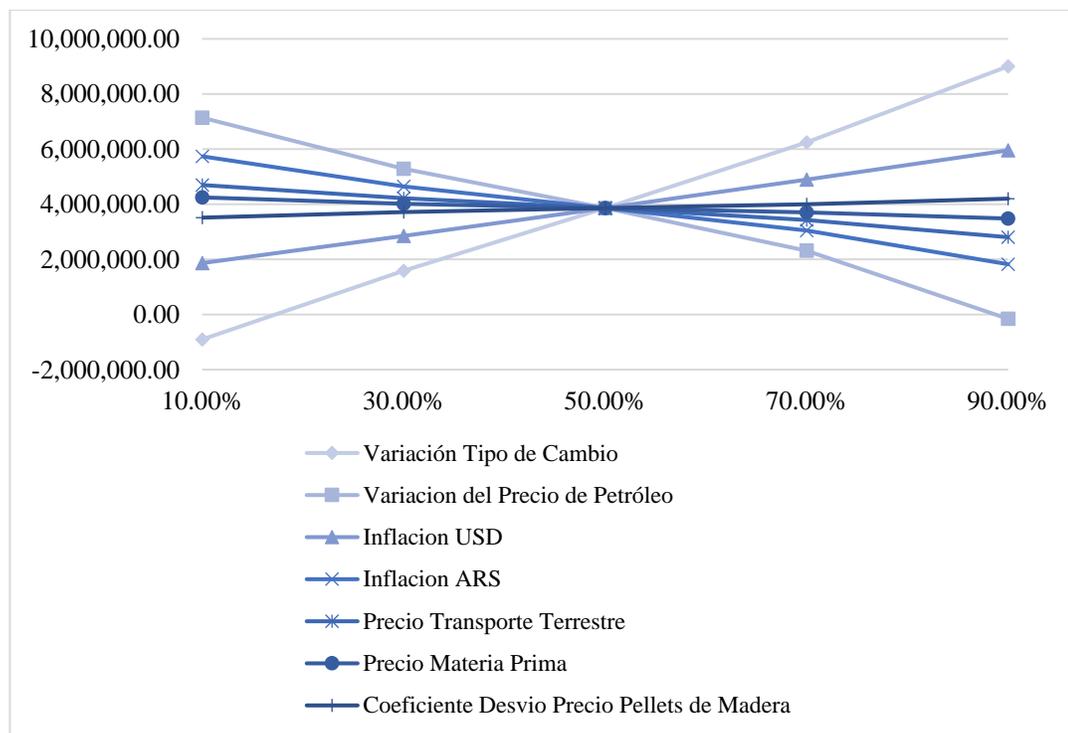
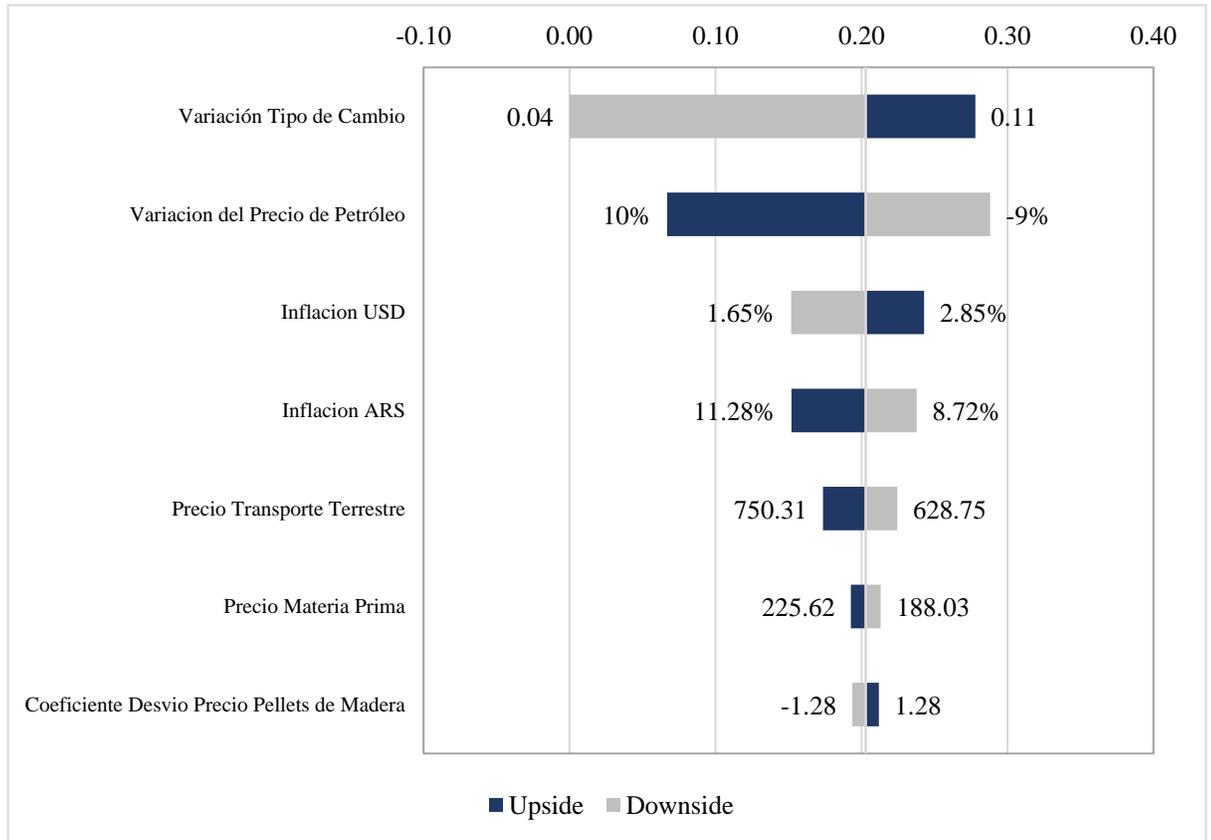


Gráfico 31. Gráfico de Telaraña de variable objetivo VAN del proyecto

32.2. Tasa Interna de Retorno



1.

Gráfico 32. Gráfico de Tornado de variable objetivo TIR

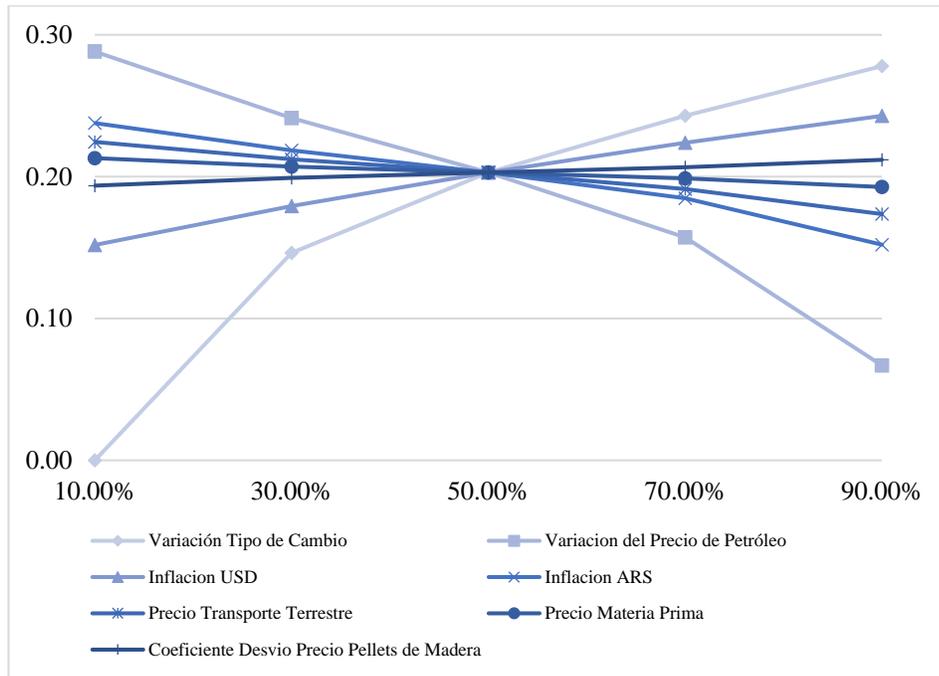


Gráfico 33. Gráfico de Telaraña de variable objetivo TIR

Como puede apreciarse en los gráficos anteriores, las variables objetivo se ven afectadas en mayor proporción por las mismas variables de control. Por lo tanto, se detallará la interpretación de los gráficos de las variables objetivo de manera conjunta.

Se ve que las variables VAN y TIR son altamente sensibles a la tasa de cambio y la variación del precio del petróleo. Vale aclarar, como ya se ha mencionado anteriormente, que se considera que la variación del precio del buque de carga está directamente relacionada con la variación del precio del petróleo.

La alta sensibilidad de ambas variables objetivo a estas se debe a que el precio de venta de los pellets de madera y el precio del transporte marítimo (costo principal del producto), se encuentran en dólares. Además, hay que tener en cuenta que el precio del petróleo y el tipo de cambio están correlacionadas con la inflación en dólares, es por eso que esta última se encuentra en el tercer lugar.

Finalmente, todo el resto de los costos, incluido el transporte terrestre, son afectados por la inflación en Argentina. Sin embargo, la variabilidad que se le estima a esta variable no es muy alta, encontrándose, de esta forma, en el cuarto lugar en el Gráfico de Tornado de ambas variables de referencia. El precio del transporte terrestre, también está correlacionado con la inflación con un coeficiente de 0,5 y ocupa un 30% de la estructura de costos del producto, por lo que también tiene un efecto en ellas, menor, pero suficientemente significativo.

33.Simulación Montecarlo

La descripción de las variables anteriormente mencionadas fue realizada con el propósito de realizar una simulación Montecarlo con la distribución de variables aleatorias. La simulación se realizó con la extensión de *Crystal Ball* de *Oracle* para *Excel*. Se realizaron un total de 200.000 simulaciones, para poder generar un gran espectro de escenarios. Como variables input se utilizaron las variables mencionadas como más relevantes en cuanto al impacto sobre el proyecto.

Las variables input utilizadas fueron:

- inflación
- tipo de cambio
- precio de materia prima
- precio transporte marítimo
- precio transporte terrestre
- precio de los pellets

Para determinar el impacto en el modelo de negocios planteado se consideraron las siguientes variables de control output:

- VAN
- TIR
- Período de Repago

33.1. Valor Actual Neto

Los resultados obtenidos por la simulación Montecarlo para el VAN son los siguientes:

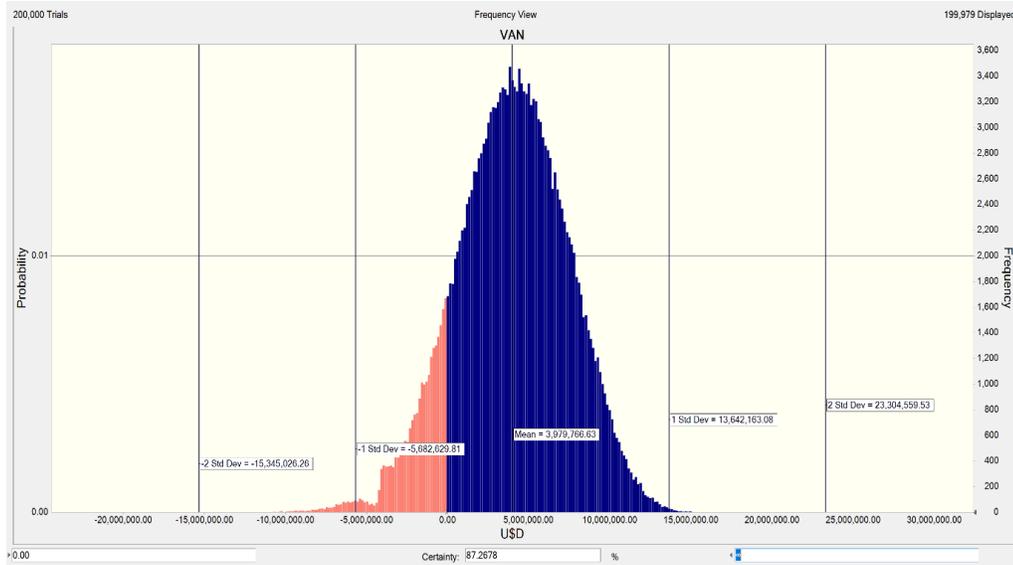


Gráfico 34. Simulación de Montecarlo con variable de salida VAN

La simulación para esta variable determina, con un 87,26% de certeza, que el VAN del proyecto va a ser mayor a cero. El valor medio del VAN se encuentra en 3.979.766 USD con una frecuencia altamente marcada con respecto al resto, sin embargo, sigue existiendo un riesgo de que el proyecto sea no rentable. Asimismo, cabe destacar que el desvío estándar determinada en la simulación es de 9.662.396 USD y por lo tanto presenta una variabilidad alta.

Los resultados estadísticos de la simulación son los siguientes:

Estadísticos	Valor
N° de escenarios	200.000
Certeza	87,26%
Caso base	579.671,38 USD
Media	3.979.766,63 USD
Mediana	4.036.298,94 USD
Desvío Estándar	9.662.396,44 USD

Tabla 151. Parámetros estadísticos obtenidos para el VAN

El análisis de sensibilidad que sale de esta simulación es el de la Figura 49. Se tiene en cuenta, en este caso, que las variables fluctúan en simultáneo y no de a una por vez.

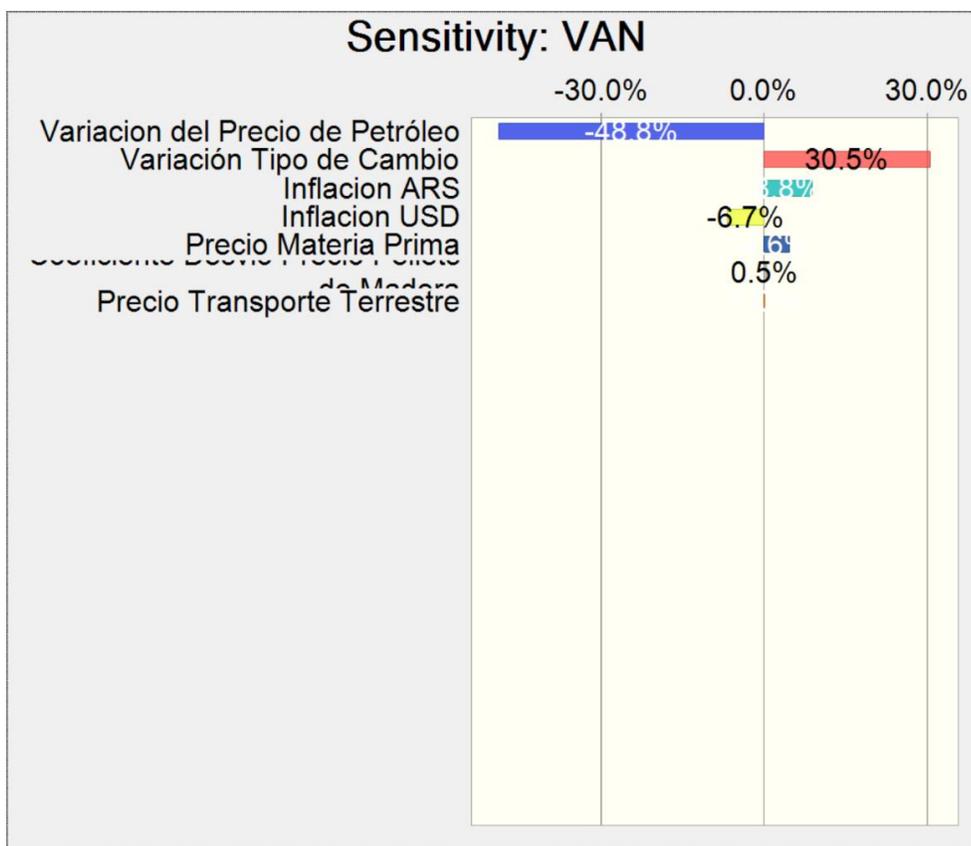


Figura 49. Análisis de sensibilidad del VAN según Simulación de Montecarlo

En la Figura 49 se puede ver claramente, tal como se ha identificado en el Análisis de Tornado, que las variables de mayor relevancia son la variación del precio del petróleo y del tipo de cambio, con signos opuestos. Mientras que la variación del precio del petróleo suele afectar el valor del VAN negativamente, el tipo de cambio, al afectar también al precio de los pellets de madera, afecta al VAN positivamente. La variable inflación de Argentina, fluctúa de manera más optimista que las proyecciones utilizadas para el cálculo determinista del VAN, lo cual genera una variación positiva de este durante las simulaciones. De esta forma, el precio de la materia prima y el precio de transporte terrestre, que están correlacionados al valor de la inflación, también afectarán al VAN de forma positiva. En cuarto lugar, se encuentra la variable inflación en USD que tiene una alta correlación a las dos variables principales, afectando de esta forma, negativamente al VAN.

33.2. Tasa Interna de Retorno

De la misma manera que se realizó con el VAN se generaron los mismos estudios para la variable output TIR.

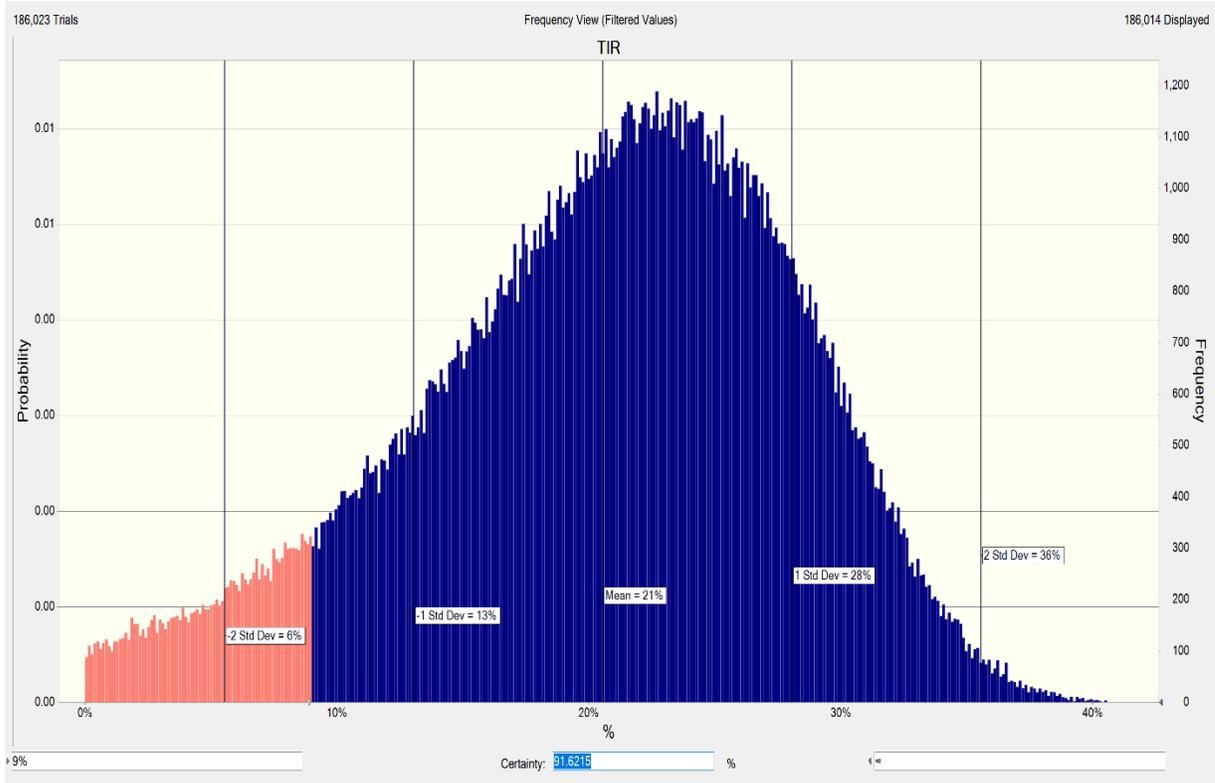


Gráfico 35. Simulación de Montecarlo con variable de salida TIR

El valor de la tasa interna de retorno luego de 186.203 corridas toma una media del 21%. Asimismo, existe una certeza del 91,6% de que los valores de la TIR se encuentren por arriba del valor de la tasa máxima del WACC, que es de un 9,25%. Como puede observarse, en el 8,39% de los casos la TIR resulta desfavorable y por lo tanto se deberán mitigar los riesgos más relevantes para poder reducir este caso. En el caso más optimista, la tasa interna de retorno es de más del 40%. Por último, el desvío estándar de la simulación fue de un 8%.

Estadísticos	Valor
N° de escenarios	186.203
Certeza	91,61%
Caso base	11%
Media	21%
Mediana	21%
Desvío Estándar	8%

Tabla 152. Parámetros estadísticos obtenidos para la TIR

A continuación, se podrá ver cuál es el análisis de sensibilidad que esta herramienta genera para la TIR del proyecto.

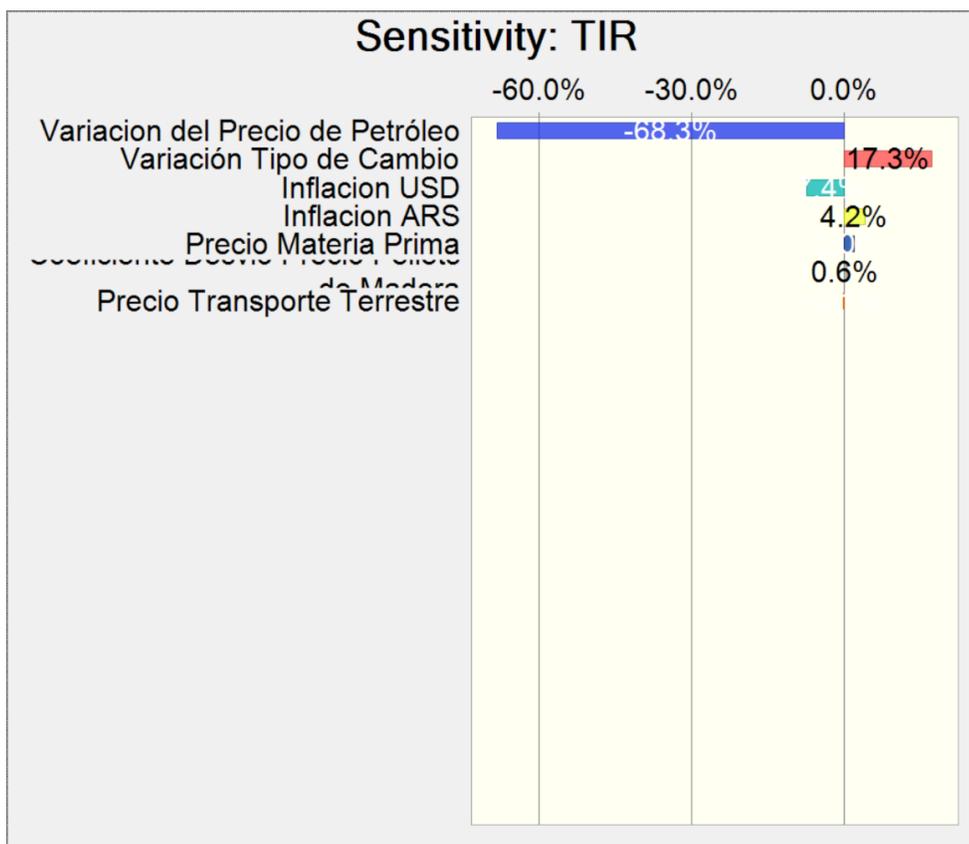


Gráfico 36. Análisis de sensibilidad de TIR según Simulación de Montecarlo

En este caso, al igual que en el análisis de sensibilidad del VAN, las variables se encuentran en el siguiente orden:

1. Variación del precio del petróleo (negativamente)
2. Variación del tipo de cambio (positivamente)
3. Inflación USD (negativamente)
4. Inflación ARS (positivamente)
5. Precio Materia Prima (positivamente)
6. Coeficiente “A” del Precio de Pellets de madera (positivamente)
7. Precio transporte terrestre.

Estos afectan al TIR de la misma forma que lo hacen al VAN y se explicó en la sección anterior.

33.3. Período de Repago Descontado

Por último, se consideró relevante analizar cuál es el período de repago del proyecto descontando a la tasa WACC correspondiente. Según la simulación de Montecarlo se obtienen los resultados que se ven en el Gráfico 37 con los parámetros estadísticos de la Tabla 153.

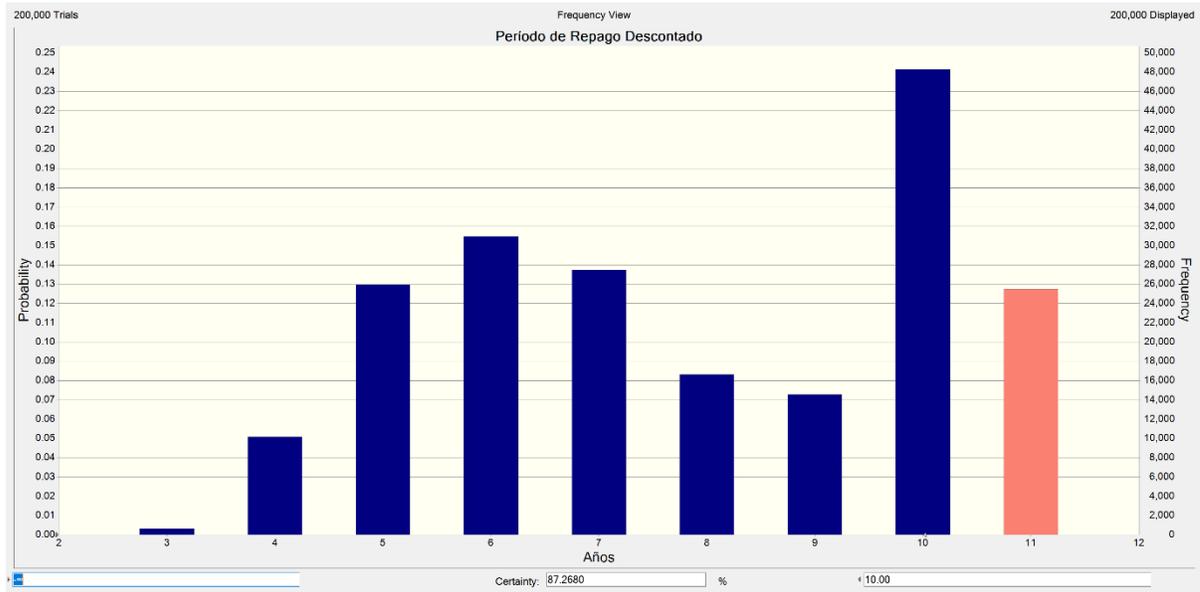


Gráfico 37. Simulación de Montecarlo con variable de salida VAN

Estadísticos	Valor
Nº de escenarios	200.000
Certeza	87,26%
Caso base	10
Media	7.88
Mediana	8
Moda	10
Desvío Estándar	2.23

Tabla 153. Parámetros estadísticos obtenidos para el Período de Repago Descontado.

Se puede identificar, en el Gráfico 38, con una certeza del 87,26% que el proyecto se repagará en el valor terminal de la perpetuidad o antes. En un 24% de las ocasiones el período de repago descontado será en el décimo año del proyecto dejando tan solo una probabilidad del 63,26% de que el proyecto se repague en los años anteriores. Hay que tener en cuenta, en lo recién mencionado,

que, como el proyecto se localiza en Argentina, un período de repago en el año 10 es muy riesgoso. Esto se debe principalmente a factores políticos que afectan a las decisiones económicas haciendo muy difícil predecir con seguridad que ese repago en 10 años efectivamente va a suceder por más que el VAN y el TIR den, en la gran mayoría de los casos, de forma favorable.

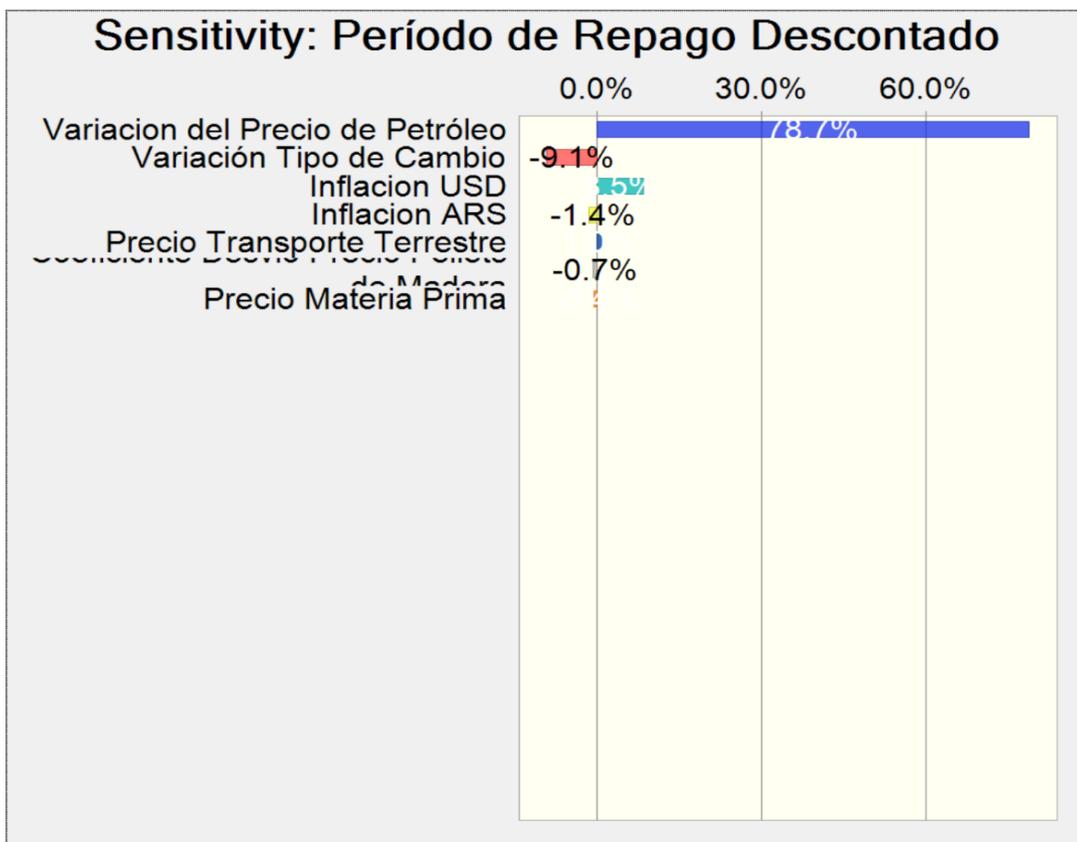


Gráfico 38. Análisis de sensibilidad de Periodo de Repago descontado según Simulación de Montecarlo

Las variables más relevantes, al igual que en las variables output antes analizadas, son la variación del precio del petróleo y la variación del tipo de cambio. Sin embargo, se ve que la sensibilidad del período de repago es de signos opuestos con respecto a estas variables dado a que se considera que al aumentar el período de repago se está afectando positivamente a este.

34. Opciones Reales

En cuanto a un posible estudio de opciones reales, no se observa ninguna posibilidad clara. Algunas de las habituales son:

Ampliación: la evaluación de una expansión según el nivel de demanda, no se aplica ya que el mercado italiano posee estabilidad hace varios años y se considera infinito a comparación con la escala de producción del proyecto. La variación de demanda no cambiará la elección del volumen a exportar.

Investigación y mejoramiento de eficiencia para aumentar las barreras de entrada: el mercado ya está establecido y la tecnología conocida, por lo que la evaluación desde esta perspectiva no sería significativa para una variación en el VAN.

Aprendizaje: se estima que poner en espera la inversión para obtener más información del contexto, tampoco será relevante. Esto se debe a que la situación macroeconómica a nivel nacional muestra ciclos cambiantes, que están influidas, en gran medida por los dirigentes de turno y todavía no han mostrado signos de estabilidad a largo plazo.

Nuevos clientes: la posibilidad de adquisición de nuevos clientes es también un factor que no tiene peso para este tipo de producto. Se repite el mismo concepto explicado en el punto “Ampliación”, la oferta de producto estará marcado por lo que se decida inyectar al mercado.

35. Estrategias de Mitigación de Riesgos

Se deriva, de los análisis de sensibilidad realizados, las variables más relevantes a considerar para controlar la variabilidad del proyecto y se procede a utilizar una serie de herramientas para lograr mitigar los riesgos no sistemáticos del proyecto.

35.1. Tipo de cambio

En este proyecto se perciben dólares por la venta de pellets. De esta forma, una disminución repentina del tipo de cambio implica una menor cantidad de pesos percibidos. Dado que los costos del proyecto se encuentran en su mayoría en pesos, es importante conocer cómo mitigar la disminución del tipo de cambio. Será fundamental poder convertir a la mayor tasa posible los dólares de ingresos para cubrir los costos. Por otra parte, un aumento en el tipo de cambio podría ser perjudicial, teniendo en cuenta que la deuda está tomada en dólares y el 40% de nuestros costos también lo están. Sin embargo, como las ganancias del proyecto también son en dólares, este riesgo no generaría un efecto a mitigar ya que ambas estarán en la misma moneda.

Se ha decidido optar por el mercado de Futuros como herramienta financiera para mitigar el riesgo. En este caso, al disponer de dólares y querer convertirlos a pesos argentinos, la empresa se posicionará como vendedora de dólar futuro. Es necesario entonces encontrar una ecuación para poder definir el precio al cual se ofertarán los dólares a futuro. Asimismo, cabe destacar que por normativas de ROFEX para el mercado de Futuros no se pueden ofertar con un plazo mayor a un año. Esto quiere decir que se ofertará de forma anual, variando el precio ofertado de acuerdo con el año. Dado que se requieren los pesos para poder pagar los costos, en este caso se operará en el mercado de futuros con contrato de entrega física de Producto Subyacente.

Tal como se ha mencionado en las conclusiones de la entrega Económico-Financiero, se puede tomar el tipo de cambio en equilibrio con la siguiente ecuación, siendo $TCEq$ la tasa de cambio en el equilibrio y TCA la tasa de cambio actual.

$$TCEq = TCA * \frac{(1+f_{arg})}{(1+f_{EE.UU.})} \quad (3)$$

Sin embargo, también hay que tener en cuenta los cambios diferenciales de productividad de ambos países medidos en diferencia de PBI, agregar los factores de oferta y demanda de las divisas y las tasas de interés correspondientes a cada moneda.

Como una primera aproximación para la mitigación del riesgo de tipo de cambio, se tomará la ecuación presentada anteriormente sin tener en cuenta las distintas cuestiones mencionadas en el párrafo anterior. El tipo de cambio en equilibrio será calculado anualmente y variará de acuerdo con la inflación de Argentina y de EE. UU. para ese año.

35.2. Precio del transporte marítimo

Como ya se mencionó anteriormente, el costo del flete marítimo es de suma importancia para el proyecto, por lo que idear un plan de mitigación para esta variable es crucial para el análisis de riesgos.

Un aumento en el precio del transporte marítimo significa menores utilidades dado que representa el 40,3% del costo de los pellets. Como estrategia para mitigar este precio se plantea la utilización de Freight Forward Agreements (FFA)¹⁸², una de las opciones que se presentan en la Revista Institucional N°1516 de la Bolsa de Comercio de Rosario.

Estos contratos se acuerdan en forma privada, y suelen realizarse por una cantidad determinada o por un buque en particular. El precio se establece entre el oferente y el demandante.

El “Baltic Dry Index” (BDI)¹⁸³ es un índice que mide cuánto cuesta transportar materia prima seca, principalmente commodities, en más de 23 rutas marítimas. Éste índice es comúnmente utilizado por los operadores logísticos para definir los precios de las rutas del resto de los productos.

Para definir cuál será el valor del contrato de FFA se tomó como supuesto que el valor dependerá de las variaciones del BDI. Se utilizó la media de las variaciones de los últimos 10 años que tiene un valor de 2,1%. Por lo tanto, el acuerdo FFA será el precio actual que está establecido en 50 €/T más la variación del 2,1%, tirando un total del acuerdo de 50,6 €/Tn. Este valor quedará fijo en la moneda y por lo tanto el costo del transporte marítimo en pesos únicamente variará con el tipo de cambio a lo largo de los años.

35.3. Inflación de moneda argentina

Un aumento en el factor inflacionario genera un aumento generalizado de los costos de producción. Las medidas a llevar a cabo involucran contratos de aprovisionamiento con los proveedores que impacten de forma significativa en los costos.

El precio del transporte terrestre y del aserrín representan uno de los principales factores dentro de la estructura de costos del producto. Esto implica variaciones sustanciales en los costos totales ante un aumento o disminución de esta variable.

Como se ha dicho anteriormente, se decidió mitigar este riesgo, mediante contratos de aprovisionamiento con los proveedores. La ganancia del proyecto estará dada por la siguiente ecuación.

¹⁸² Bolsa de Comercio de Rosario. (2012) *Contratos Derivados de Fletes Marítimos*. Recuperado 27 de octubre de 2017. <http://www.bcr.com.ar/Pages/Publicaciones/inforevista.aspx?IdArticulo=157>

¹⁸³ Bloomberg. *Baltic Dry Index*. Recuperado el 27 de octubre de 2017. <https://www.bloomberg.com/quote/BDIY:IND>

$$G = \alpha I - \beta E \quad (4)$$

Siendo G la ganancia, I los ingresos y E los egresos del proyecto. Esta, a su vez, tiene asociada un riesgo según la siguiente ecuación.

$$\text{VAR}(R) = \alpha^2 \text{VAR}(I) + \beta^2 \text{VAR}(E) - 2\alpha\beta \text{COV}(E; I) \quad (5)$$

Vemos entonces que el riesgo disminuye al aumentar la covarianza positivamente, lo que se ve favorecido al aumentar la relación entre las variables.

Esto se puede lograr al correlacionar el costo y los ingresos del proyecto, para controlar la volatilidad de la ganancia. Se toma como base los costos y los ingresos en 2018 y se calcula un factor de aprovisionamiento (FA) para mantener la proporción entre costos e ingresos a lo largo de los años. En la siguiente ecuación se calcula el $FA_{Transporte}$ siendo P_{TT} el precio del transporte terrestre y P_V el precio de venta de los pellets de madera. Conociendo el precio del transporte terrestre que es 0,87 \$/kg¹⁸⁴ y el precio de venta en 2018, 3,97 \$/kg¹⁸⁵, se calcula:

$$FA_{Transporte} = \frac{P_{TT} \left(\frac{\$}{KG} \right)}{P_V \left(\frac{\$}{KG} \right)} = \frac{0,87 \frac{\$}{KG}}{3,97 \frac{\$}{KG}} \quad (6)$$

$$FA_{Transporte} = 0,21 \quad (7)$$

Para el cálculo del factor de aprovisionamiento de la materia prima, $FAMP$, se utiliza el costo de la materia prima, 0,34 \$/kg, y el precio de venta antes mencionado. En la siguiente ecuación se calcula:

$$FA_{MP} = \frac{C_{MP} \left(\frac{\$}{KG} \right)}{P_V \left(\frac{\$}{KG} \right)} = \frac{0,34 \left(\frac{\$}{KG} \right)}{3,97 \left(\frac{\$}{KG} \right)} \quad (8)$$

$$FA_{MP} = 0,086 \quad (9)$$

El contrato buscará mantener el factor de aprovisionamiento a lo largo de los años. De esta forma, si la ganancia aumenta, los costos aumentarán y si se mantiene constantes, no variarán.

¹⁸⁴ Datos obtenidos de la Entrega de Ingeniería.

¹⁸⁵ Datos obtenidos de la Entrega de Mercado.

36.Resultados de Mitigación de Riesgos

Luego de analizar las posibles formas de mitigar las variables que atribuyen los riesgos más importantes al proyecto, es importante analizar cómo varía el VAN, la TIR y el Período de Repago Descontado.

A continuación, se presenta el resultado estadístico del VAN con las mitigaciones de las variables relevantes.

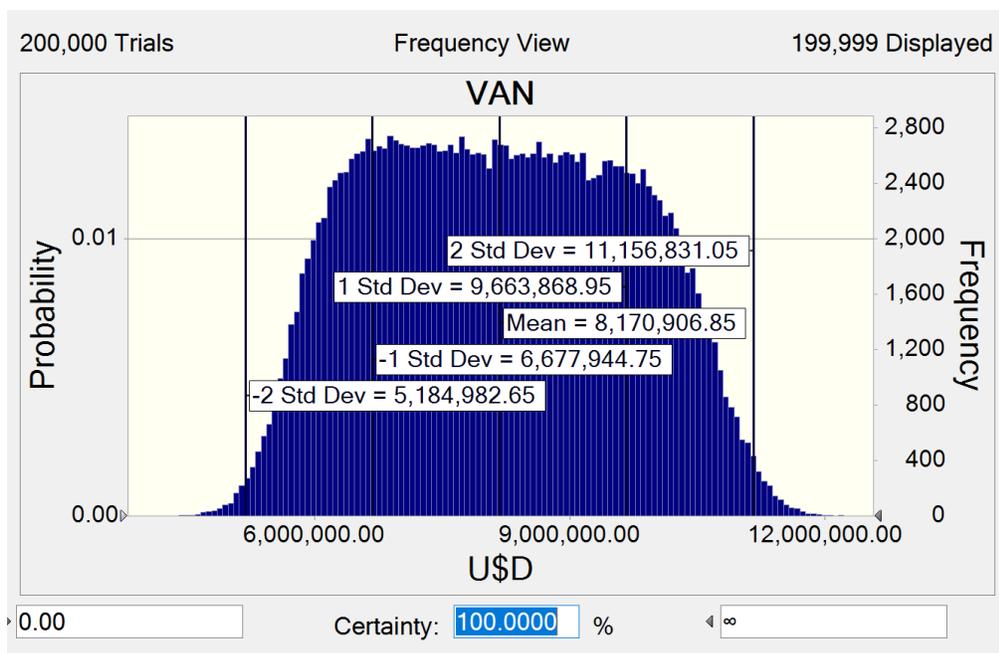


Gráfico 39. Resultados de simulación Montecarlo del VAN con variables mitigadas

Como puede observarse en la Gráfico 39, el promedio del VAN del proyecto cuando se mitigan las variables pertinentes es de 8.170.907 USD con un desvío estándar de 1.492.962 USD. Esto implica un aumento del promedio del VAN sin mitigación de 4.191.141 USD y representa un valor 2,05 veces mayor al valor del VAN sin mitigar. Asimismo, se reduce el valor del desvío y por lo tanto se reduce la variabilidad del resultado del proyecto. Dado este aumento en la media, es importante destacar cuales son las variables que dentro de la mitigación tuvieron un mayor impacto en el VAN mitigado. Es por esto que se realizó, además, una simulación Montecarlo para cada una de las variables de forma de mantener la condición de *ceteris paribus*.

Cuando se hizo variar únicamente el tipo de cambio se llegó a una media del VAN de 9.206.169 USD. Por lo tanto, una primera conclusión sería que la variable tipo de cambio mitigada según el método elegido, está beneficiando de manera extremadamente positiva al proyecto. Sin embargo, tiene un desvío estándar de 2.716.749 USD, mayor al anterior. Cabe entonces tener en cuenta el valor del desvío ya que representa un 30% con respecto al VAN mitigado.

En cuanto a la variable transporte marítimo, esta fue mitigada utilizando un FFA. Teniendo en cuenta esta única variable, el VAN tuvo una media de 4.200.176 USD y por lo tanto es mayor al

VAN arrojado por el análisis de Montecarlo sin mitigación de riesgos. El desvío estándar fue de 2.255.356 USD, mayor al obtenido por la variación de todas las variables mitigadas.

Por último, utilizando contratos de aprovisionamiento de aserrín y del transporte terrestre, se mitigan tanto los riesgos de inflación como los de los precios de ambas variables. En este caso, el VAN arrojado por la simulación tiene un valor medio de 6.192.47 USD. Por lo tanto, al igual que en el caso anterior, la mitigación de estas variables aumenta el VAN del proyecto y genera un resultado más favorable. Cabe destacar que en este caso el aumento del VAN es menor que con el tipo de cambio. Sin embargo, la mitigación de las variables tiene un comportamiento beneficioso.

Asimismo, como se ha mencionado anteriormente, el resultado del VAN no es el único para tener en cuenta, sino que también lo es la TIR. A continuación, se presenta el resultado estadístico obtenido de la simulación Montecarlo de la TIR con la mitigación de todas las variables simultáneamente.

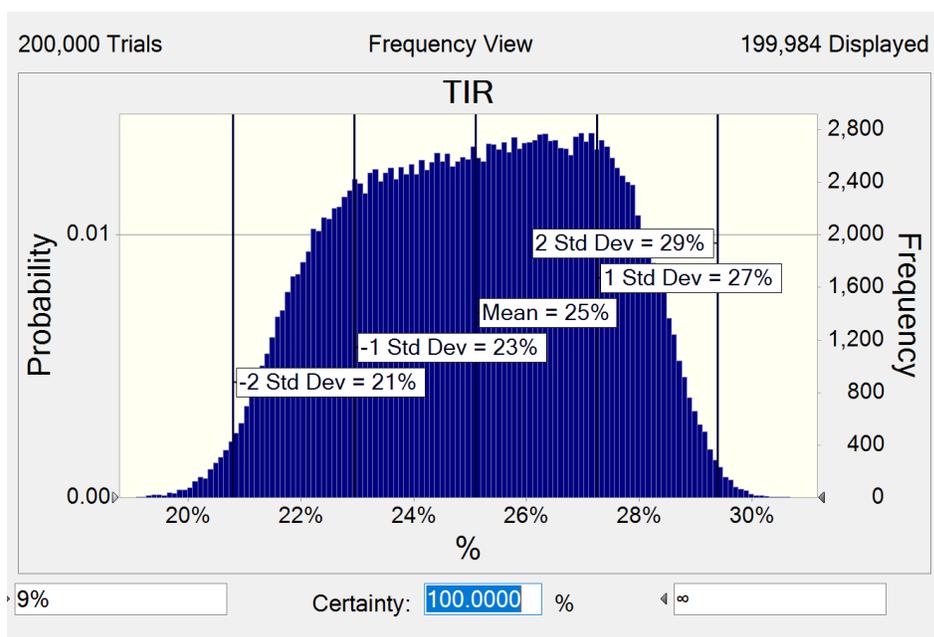


Gráfico 40. Resultados de simulación Montecarlo de la TIR con variables mitigadas

En la Gráfico 40, puede observarse que la TIR tiene un valor medio esperado del 25%. Dado que el valor más alto de la WACC es de 9,25% la TIR esperada es mayor y por lo tanto el proyecto resulta favorable. Si se compara la TIR mitigada con la TIR sin mitigación obtenida anteriormente (21%), esta resulta mayor y por lo tanto es posible decir que la mitigación de los riesgos ha aumentado de manera beneficiosa el proyecto. Asimismo, el desvío estándar de la TIR fue del 2% y, por lo tanto, al igual que con el VAN, se logró reducir la variabilidad de los posibles resultados.

Por último, también se tuvieron en cuenta los resultados obtenidos con la simulación Montecarlo del Período de Repago Descuento. A continuación, se detallan los resultados.

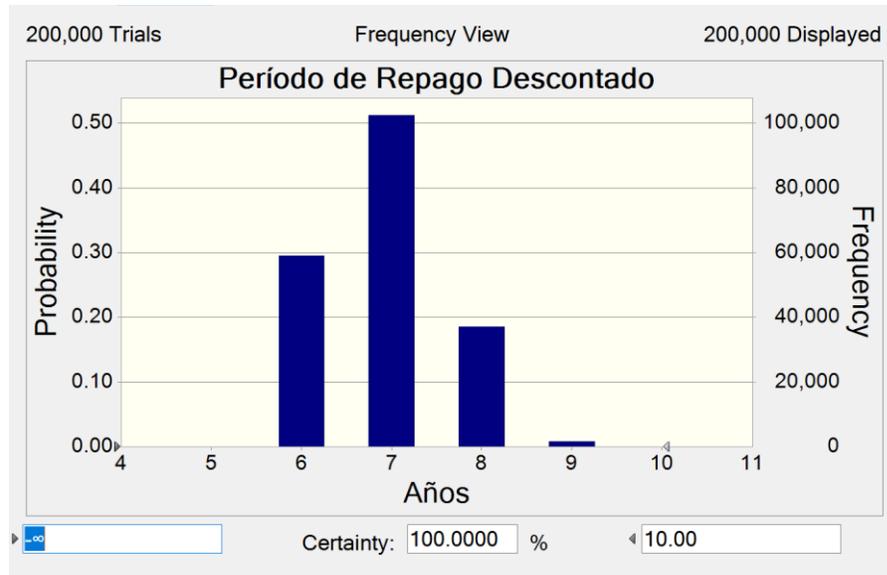


Gráfico 41. Resultados de simulación Montecarlo del Período de Repago Descontado con variables mitigadas

Como puede observarse en el Gráfico 41 el período de repago tiene una media esperada de 6,91 años. Asimismo, hay una probabilidad del 30% de que el periodo de repago sea en el año seis y una probabilidad aproximadamente del 18% de que sea en ocho años. Cabe mencionar que, con las variables mitigadas, no se presenta una posibilidad en la que no se logre repagar el proyecto, a diferencia de los escenarios sin mitigación. Asimismo, según los datos obtenidos, tampoco hay probabilidad de que el período de repago se de en el valor terminal.

Como se ha mencionado anteriormente, es importante tener en cuenta que el período de repago es un indicador de alta relevancia en un contexto político-económico turbulento como sucede en la Argentina. Por lo tanto, la mejora del periodo de repago descontado mejorará la percepción de los inversores hacia el proyecto.

37. Conclusiones

Durante la simulación de Montecarlo, se modelaron las variables de tipo de cambio, inflación (de EE. UU. y Argentina), precio marítimo, precio de transporte terrestre y precio de aserrín. Las salidas fueron el VAN, la TIR y el período de repago.

En el análisis de Montecarlo, tras correr 200.000 simulaciones (sin las mitigaciones), el VAN tiene un valor esperado de 3.979.766,63 USD con un desvío estándar de 9.662.396,44 USD. La probabilidad de que el VAN resulte mayor a cero es del 87%. La TIR esperada promedio es de 21%, con un desvío del 8%. Es importante resaltar que la simulación de los escenarios, en todos los casos, mejoró los valores medios del VAN y la TIR del proyecto. Esto se debe a que el mismo se encuentra muy expuesto al tipo de cambio y al considerar las tendencias actuales, mejora mucho la performance del proyecto (consistente con las conclusiones obtenidas en el Estudio Económico-Financiero).

Por otro lado, el análisis de Tornado Chart muestra una alta relación con el tipo de cambio, la variación del precio del petróleo y la inflación (primero la de EE. UU. y luego la de Argentina).

Teniendo en cuenta la sensibilidad de las variables, se llega a la conclusión de que las más significativas están dadas por el tipo de cambio y la inflación. De esta forma, se encontraron algunas posibles mitigaciones para los riesgos asociados a estos factores y se generaron nuevas simulaciones. Cabe mencionar, que, en esta nueva simulación, los valores que anteriormente estaban modelados con distribuciones tomaron valores determinísticos y generando nuevos escenarios con resultados más optimistas que en casos anteriores. De la realización de las mitigaciones en su conjunto, el VAN aumenta en un 205%, generando un claro impacto positivo del análisis de las mitigaciones. Asimismo, también se reduce la variabilidad del proyecto dado que, tanto para el VAN, como para la TIR y el período de repago descontado, el desvío estándar es menor.

Como ya se aclaró, la utilización de la herramienta de opciones reales no aplica al proyecto en cuestión, por lo que su realización no agregaría riqueza al estudio.

V. CONCLUSIONES

El pellet de madera se ha vuelto un producto de creciente importancia a nivel mundial y cada vez tiene mayor peso en la generación de energía tanto de forma doméstica como industrial. Argentina es un país que se encuentra atrasado en términos de generación de energía a partir de biomasa a pesar de contar con los recursos para llevarlo a cabo, dado al alto desarrollo del sector foresto industrial en el Noreste del país. Gracias a que el mercado interno no se encuentra desarrollado, y por los altos subsidios con los que cuentan las energías no renovables en el país, como lo es el GLP y el gas natural, las primeras industrias que se instalen en territorio nacional encontrarán mayor rentabilidad en el mercado externo. Principalmente, se identifica a Europa como el mercado de mayor atractivo por su creciente consumo e inferior nivel de producción.

En este proyecto se decide apuntar a un mercado doméstico italiano del cual se espera un crecimiento sostenido a lo largo de los años y con una demanda notablemente insatisfecha. Se puede decir que el proyecto propuesto se encuentra favorecido dado a que se cuenta con un contexto a nivel nacional e internacional en donde las energías renovables son altamente valorizadas y se busca fomentar su desarrollo. Por otro lado, la disponibilidad del recurso biomásico y su tratamiento actual como desecho en el país, hacen que el aseguramiento de materia prima no sea un limitante. El diferencial que se aporta es el de la producción de un pellet de calidad, certificado por la ENPlus, y una relación estrecha con los proveedores de la materia prima gracias a la localización estratégica de la planta en el Parque Industrial de Ubajay.

Desde un punto de vista de justificación de la inversión y retorno asociado, se concluye un repago durante los últimos años del proyecto, y un VAN positivo de 2,3 MM USD. Sin embargo, la mayor parte de este valor se ve reflejado durante la perpetuidad y esto puede atribuirse a que el proyecto se ve sumamente afectado por el tipo de cambio. En caso de que no aumente en igual medida que la inflación, los costos comienzan a aumentar con respecto a las ganancias. En el estudio de riesgos, puede reflejarse esta premisa y se contempló el escenario en el que se generen devaluaciones. Esta situación suele cumplirse en los ciclos económicos argentinos para lograr actualizar el tipo de cambio. A su vez, se contemplaron los principales riesgos del proyecto y se procedió a realizar un plan para reducirlos.

Puede concluirse, que, con una adecuada ejecución del plan de mitigación de riesgos y manejo de la estructura de costos, este proyecto es recomendado a los potenciales inversores que deseen llevarlo a cabo.

VI. ANEXO

VI.I. Anexo Mercado

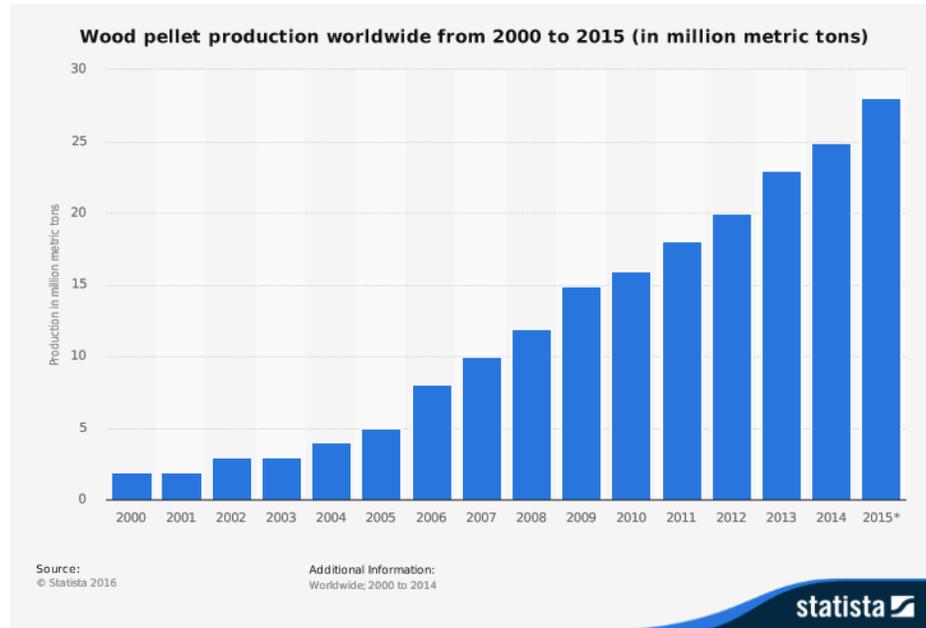
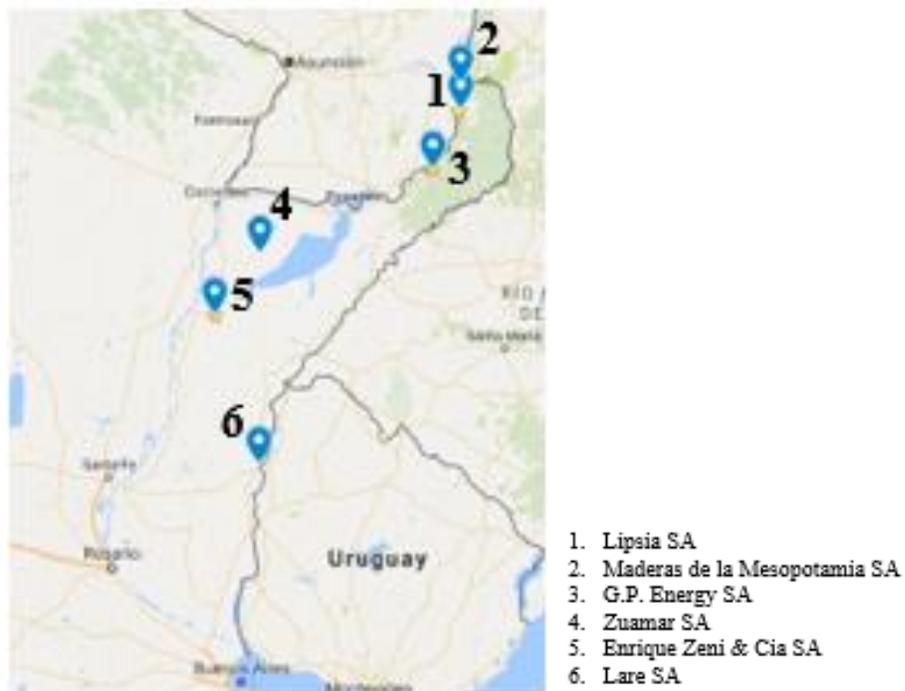


Gráfico Anexo 1. Producción Mundial de pellets de madera desde 2000 hasta 2015. Fuente: Statista



Mapa Anexo 1. Ubicación de plantas de competidores nacionales

Impieghi energetici delle famiglie per uso domestico (riscaldamento/raffrescamento, acqua calda, uso cucina e elettrodomestici), per prodotto energetico – Anni 1990-2015* (Mtep)

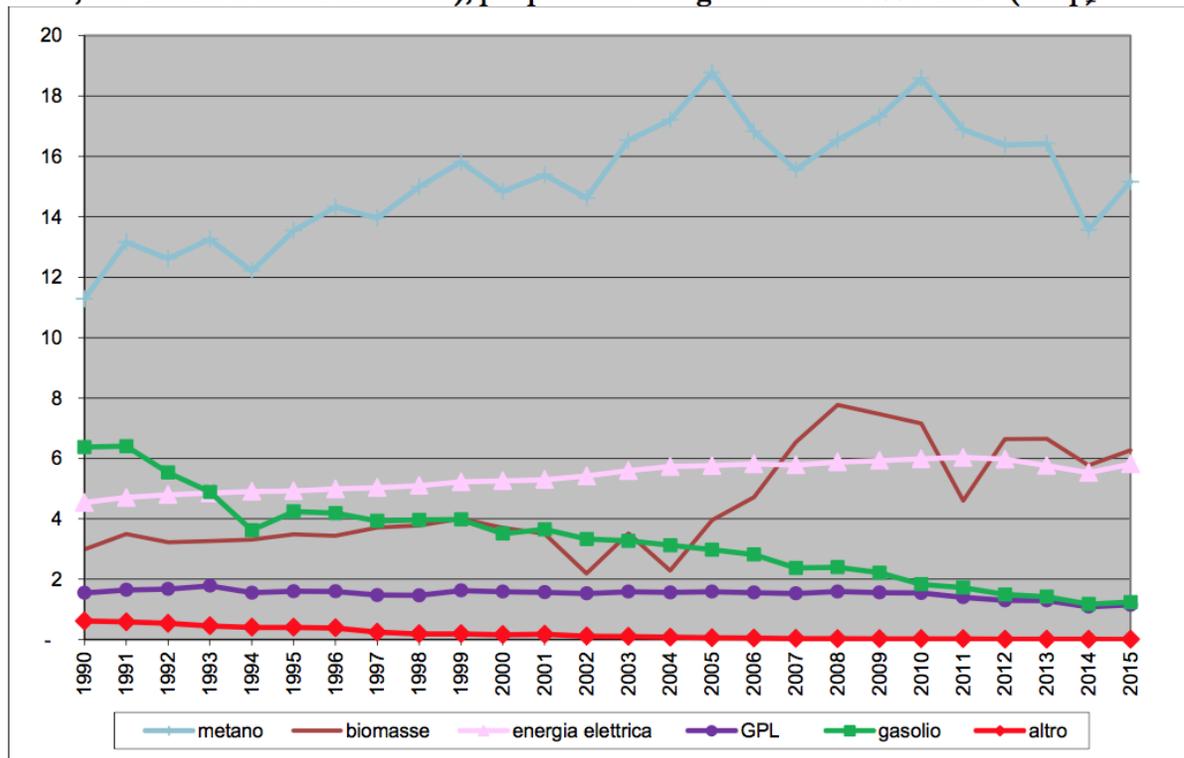


Gráfico Anexo 2. Consumo Energético para uso doméstico por tipo de producto energético. Referencias de izquierda a derecha: metano, biomasa, energía eléctrica, GPL, Diésel, otros. Fuente: Ministero Dello Sviluppo Economico (Ministero De Desarrollo Económico de Italia), enero 2016.

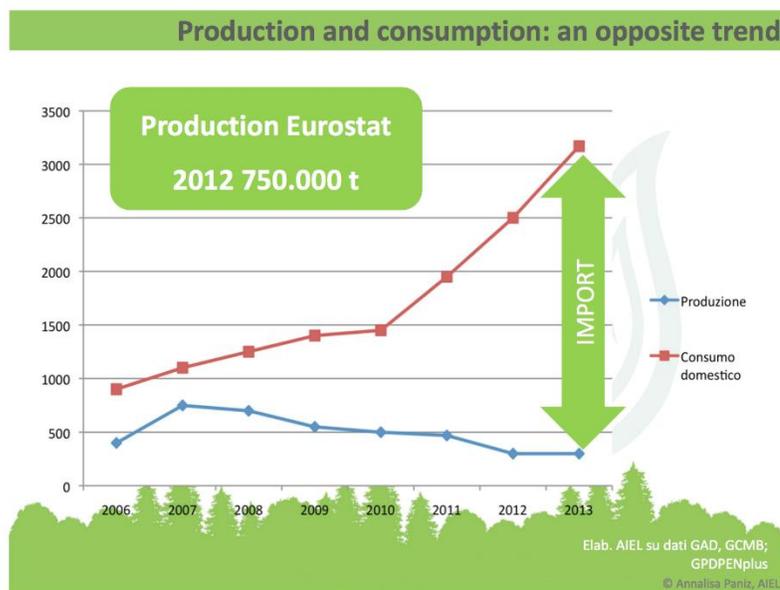


Gráfico Anexo 3. Consumo comparado con producción

Partner Country	Unit	2013		2014		2015	
		USD	Quantity	USD	Quantity	USD	Quantity
World	T	454,571,953	1,755,961	494,105,218	1,956,277	329,437,410	1,640,238
Austria	T	110,715,366	349,491	118,649,530	400,299	90,991,002	405,017
Germany	T	29,401,201	94,507	33,260,290	113,045	24,429,974	108,638
Croatia	T	29,668,188	129,338	24,690,134	111,801	22,080,010	127,732
France	T	25,203,805	86,553	18,623,560	62,350	19,590,614	87,942
Slovenia	T	20,101,939	77,012	25,707,319	99,426	19,532,289	97,869
Lithuania	T	21,415,233	86,689	23,527,280	93,105	16,684,119	82,478
Bosnia & Herzegovina	T	23,842,735	103,823	25,887,472	112,863	15,530,947	86,723
Canada	T	41,880,883	186,001	48,426,183	229,180	14,507,900	85,349
Czech Republic	T	8,261,339	30,803	10,361,975	39,263	14,493,913	66,077
Poland	T	15,096,183	65,553	24,034,500	100,336	14,117,976	71,967
Romania	T	23,915,901	112,145	21,412,945	86,539	10,855,809	62,938
Russia	T	4,924,663	20,528	12,579,437	55,434	9,981,482	58,253
United States	T	28,998,368	120,147	42,469,817	179,965	9,557,147	48,322
Slovakia	T	11,247,198	45,026	10,546,143	40,367	8,539,386	41,452
Ukraine	T	8,781,877	41,846	8,805,826	39,494	5,513,119	33,859

Source: GTA

Gráfico Anexo 4. Mercado de importación Italia

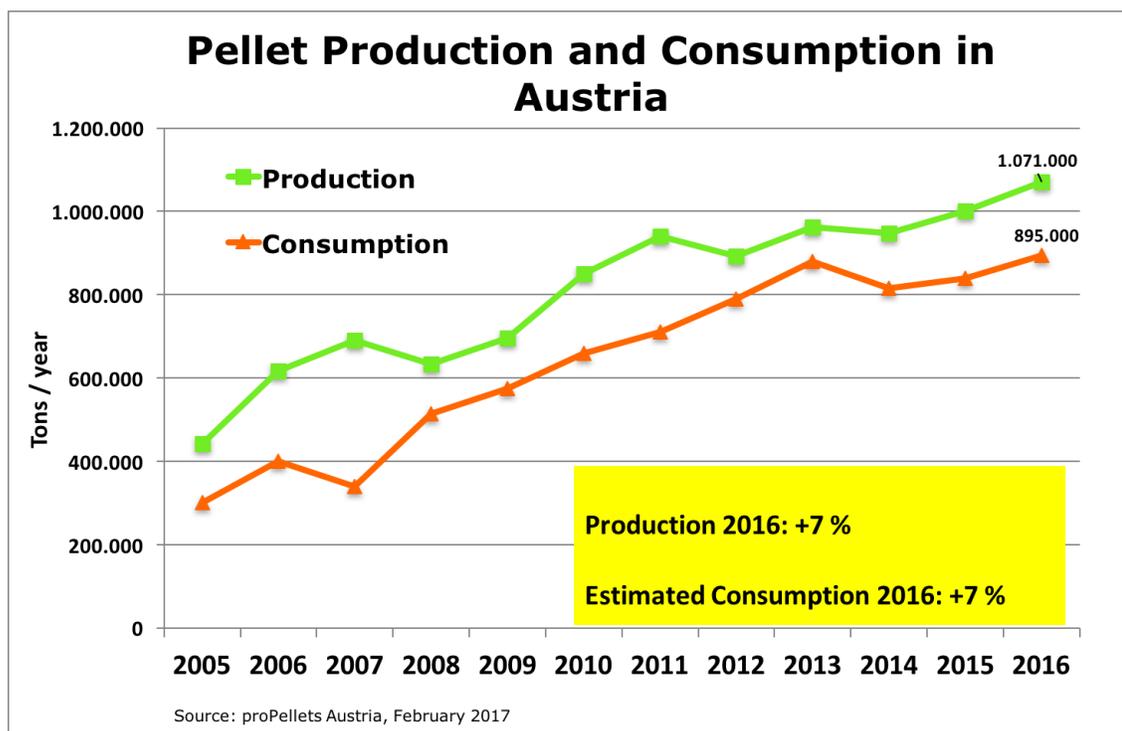


Gráfico Anexo 5. Consumo y producción en Austria

Mes Año	Precio Pellet EUR/t	Mes Año	Precio Pellet EUR/t	Mes Año	Precio Pellet EUR/t
2/9/99	163	2/1/03	199	2/4/06	188
2/10/99	178	2/2/03	199	2/5/06	189
2/12/99	178	2/3/03	199	2/6/06	200
2/1/00	178	2/4/03	175	2/7/06	220
2/2/00	178	2/5/03	175	2/8/06	228
2/3/00	178	2/6/03	175	2/9/06	244
2/4/00	174	2/7/03	179	2/10/06	265
2/5/00	174	2/8/03	179	2/11/06	267
2/6/00	174	2/9/03	179	2/12/06	265
2/7/00	178	2/10/03	179	2/1/07	261
2/8/00	178	2/11/03	181	2/2/07	249
2/9/00	178	2/12/03	181	2/3/07	198
2/10/00	203	2/1/04	181	2/4/07	185
2/11/00	203	2/2/04	184	2/5/07	185
2/12/00	203	2/3/04	162	2/6/07	187
2/1/01	203	2/4/04	162	2/7/07	187
2/2/01	203	2/5/04	162	2/8/07	186
2/3/01	174	2/6/04	165	2/9/07	187
2/4/01	174	2/7/04	165	2/10/07	187
2/5/01	174	2/8/04	165	2/11/07	188
2/6/01	174	2/9/04	165	2/12/07	188
2/7/01	182	2/10/04	169	2/1/08	192
2/8/01	188	2/11/04	169	2/2/08	190
2/9/01	188	2/12/04	169	2/3/08	179
2/10/01	207	2/1/05	169	2/4/08	168
2/11/01	207	2/2/05	169	2/5/08	167
2/12/01	207	2/3/05	165	2/6/08	170
2/1/02	207	2/4/05	153	2/7/08	172
2/2/02	207	2/5/05	153	2/8/08	174
2/3/02	207	2/6/05	156	2/9/08	178
2/4/02	173	2/7/05	156	2/10/08	193
2/5/02	173	2/8/05	161	2/11/08	195
2/6/02	183	2/9/05	161	2/12/08	195
2/7/02	183	2/10/05	170	2/1/09	200
2/8/02	183	2/11/05	170	2/2/09	206
2/9/02	199	2/12/05	170	2/3/09	207
2/10/02	199	2/1/06	178	2/4/09	202
2/11/02	199	2/2/06	181	2/5/09	202
2/12/02	199	2/3/06	184	2/6/09	204

Tabla Anexo 1. Tabla de precios Históricos de pellets Parte I

<i>Año</i>	<i>Precio Pellet EUR/t</i>	<i>Mes Año</i>	<i>Precio Pellet EUR/t</i>	<i>Mes Año</i>	<i>Precio Pellet EUR/t</i>
2/7/09	204,9	2/10/12	233	2/1/16	237
2/8/09	205,4	2/11/12	238	2/2/16	237
2/9/09	207,6	2/12/12	241	2/3/16	235
2/10/09	207,2	2/1/13	250	2/4/16	225
2/11/09	207,3	2/2/13	251	2/5/16	222
2/12/09	207,5	2/3/13	249	2/6/16	222
2/1/10	205,2	2/4/13	241	2/7/16	223
2/2/10	205,0	2/5/13	240	2/8/16	223
2/3/10	204,4	2/6/13	245	2/9/16	223
2/4/10	199,2	2/7/13	252	2/10/16	224
2/5/10	197,1	2/8/13	257	2/11/16	225
2/6/10	201,4	2/9/13	261	2/12/16	227
2/7/10	205,6	2/10/13	264	2/1/17	230
2/8/10	205,6	2/11/13	265	2/2/17	238
2/9/10	207,4	2/12/13	265	2/3/17	240
2/10/10	212,2	2/1/14	266	2/4/17	229
2/11/10	215,4	2/2/14	264	2/5/17	225
2/12/10	216,5	2/3/14	260		
2/1/11	225,9	2/4/14	243		
2/2/11	230,8	2/5/14	241		
2/3/11	231,1	2/6/14	242		
2/4/11	226,3	2/7/14	242		
2/5/11	226,1	2/8/14	243		
2/6/11	226,5	2/9/14	243		
2/7/11	227,2	2/10/14	245		
2/8/11	227,3	2/11/14	246		
2/9/11	227,7	2/12/14	247		
2/10/11	229,9	2/1/15	248		
2/11/11	230,8	2/2/15	249		
2/12/11	230,8	2/3/15	247		
2/1/12	231,5	2/4/15	233		
2/2/12	231,7	2/5/15	228		
2/3/12	231,0	2/6/15	229		
2/4/12	224,0	2/7/15	229		
2/5/12	221,8	2/8/15	229		
2/6/12	222,5	2/9/15	229		
2/7/12	224,7	2/10/15	229		
2/8/12	226,5	2/11/15	230		
2/9/12	227,9	2/12/15	231		

Tabla Anexo 2. Tabla de precios Históricos de pellets Parte II

Año	Demanda en Toneladas
1999	3.000
2000	33.000
2001	55.000
2002	95.000
2003	113.000
2004	287.000
2005	410.000
2006	830.000
2007	1.055.000
2008	1.225.000
2009	1.427.000
2010	1.628.000
2011	1.852.000
2012	2.200.000
2013	2.961.000
2014	3.164.000
2015	3.360.000

Tabla Anexo 3. Tabla de demanda actual de pellets de madera residencial en Italia

Año	Demanda en Toneladas
2016	3.643.020
2017	3.918.549
2018	4.185.458
2019	4.442.942
2020	4.690.461
2021	4.927.692
2022	5.154.485
2023	5.370.838
2024	5.576.853
2025	5.772.704
2026	5.958.599
2027	6.134.768

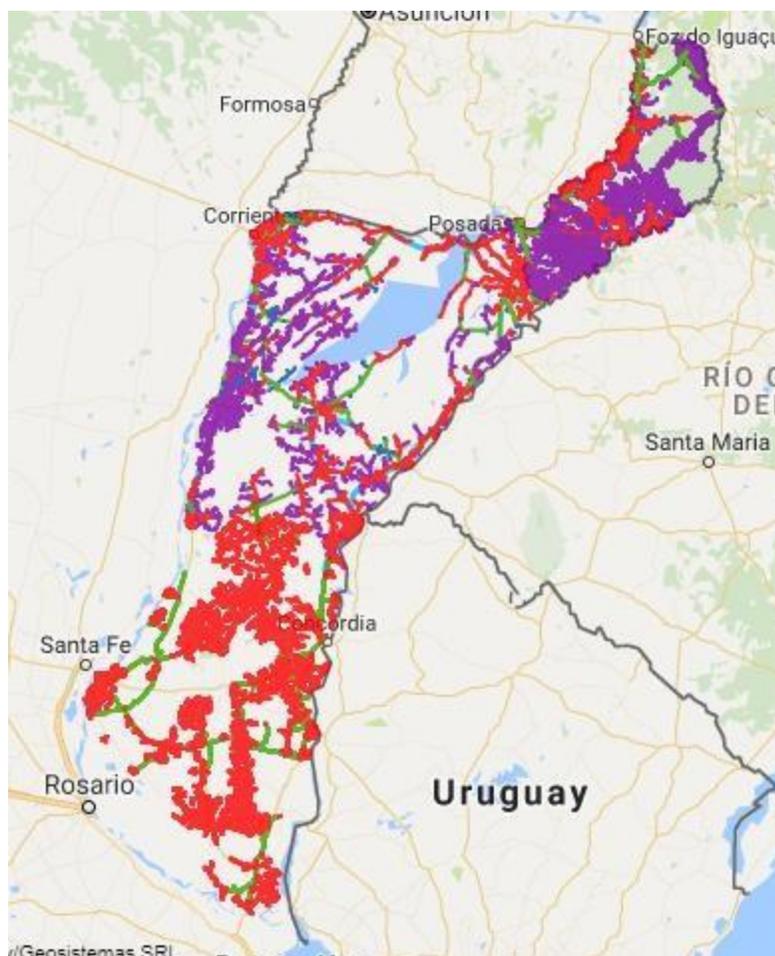
Tabla Anexo 4. Tabla de proyección de demanda de pellets de madera residencial en Italia

Año	Población	Año	Población
1999	56.916.320	2020	62.497.030
2000	56.942.110	2021	62.631.770
2001	56.977.220	2022	62.756.710
2002	57.157.410	2023	62.872.790
2003	57.604.660	2024	62.980.770
2004	58.175.310	2025	63.081.260
2005	58.607.040	2026	63.174.650
2006	58.941.500	2027	63.261.290
2007	59.375.290	2028	63.341.390
2008	59.832.180	2029	63.415.150
2009	60.192.700	2030	63.482.850
2010	60.483.390	2031	63.544.810
2011	60.626.440	2032	63.602.450
2012	60.916.200	2033	63.655.960
2013	61.178.360	2034	63.705.260
2014	61.417.630	2035	63.750.030
2015	61.636.880	2036	63.789.820
2016	61.838.230	2037	63.824.090
2017	62.023.420	2038	63.852.380
2018	62.194.040	2039	63.874.280
2019	62.351.490	2040	63.889.450

Tabla Anexo 5. Población italiana histórica y proyección a 2040

VI.II. Anexo Ingeniería

A continuación, se presentan los tendidos de energía eléctrica para las Misiones, Corrientes y Entre Ríos utilizadas en el análisis de macro-localización. Cabe destacar que las tres localizaciones tienen acceso a redes de MT de 13.2 kV o hasta 33 kV, suficientes para lo que se necesita en la industria.



Mapa Anexo 2. Tendido eléctrico de las tres provincias

I.IV. Anexo Riesgos

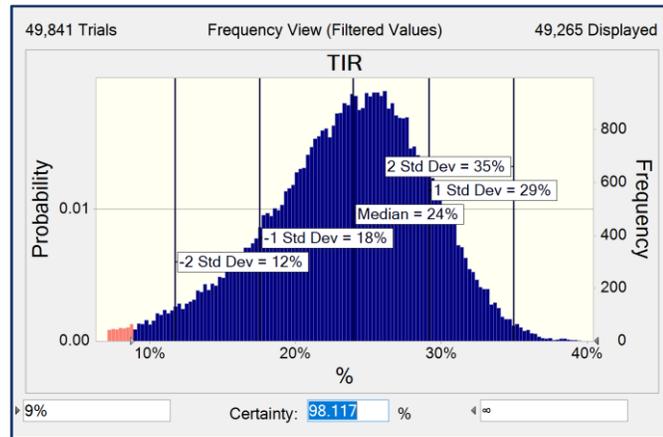


Gráfico Anexo 6. Simulación de Montecarlo del VAN por la variable Inflación ARS

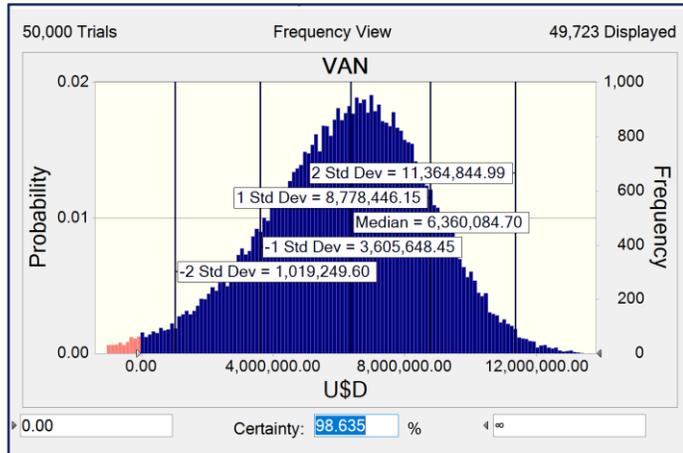


Gráfico Anexo 7. Simulación de Montecarlo de la TIR por la variable Inflación ARS

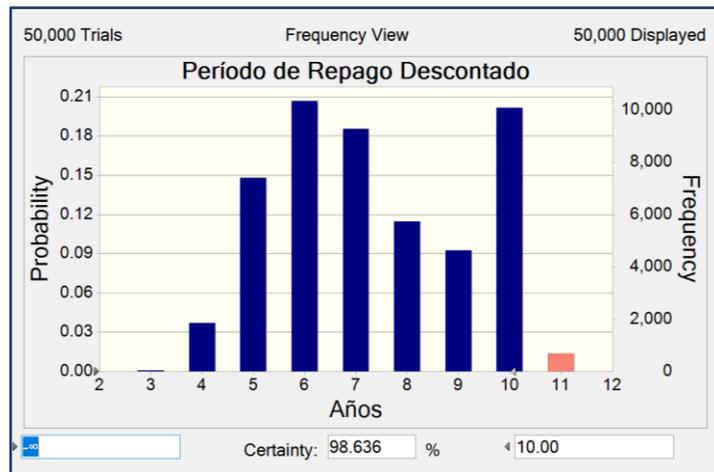


Gráfico Anexo 8. Simulación de Montecarlo del Periodo de Repago descontado por la variable Inflación ARS

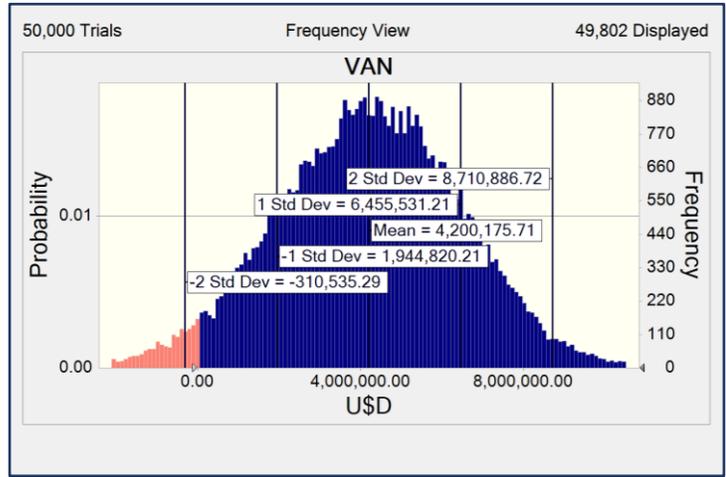


Gráfico Anexo 9. Simulación de Montecarlo del VAN por la variación del precio del petróleo

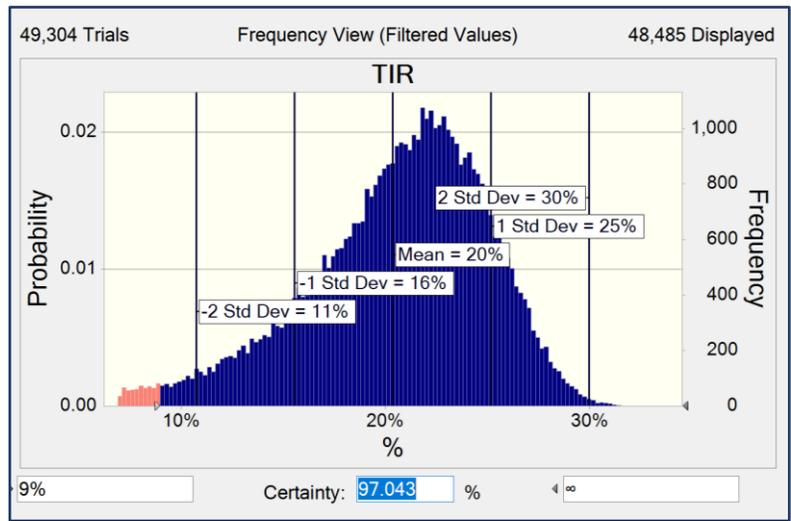


Gráfico Anexo 10. Simulación de Montecarlo de la TIR por la variación del precio del petróleo

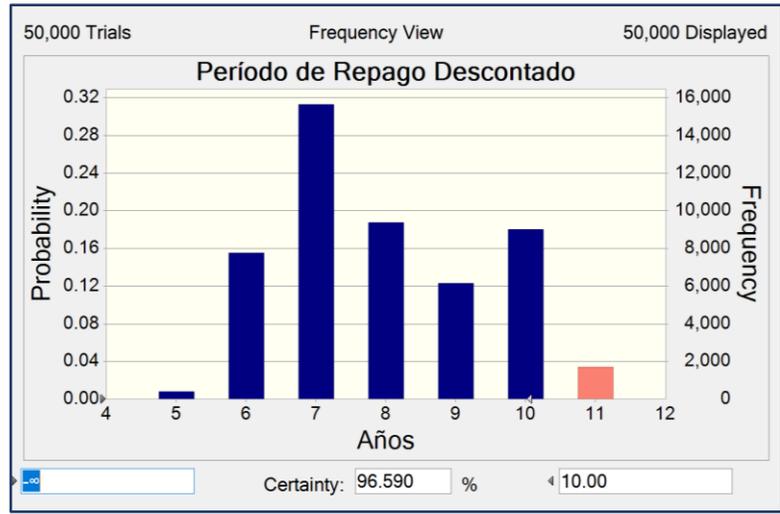


Gráfico Anexo 11. Simulación de Montecarlo del Período de Repago por la variación del precio del petróleo

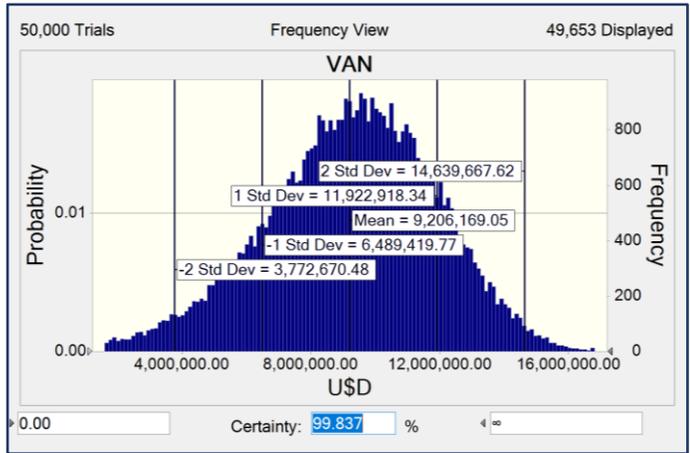


Gráfico Anexo 12. Simulación de Montecarlo del VAN por la variación de la tasa de cambio

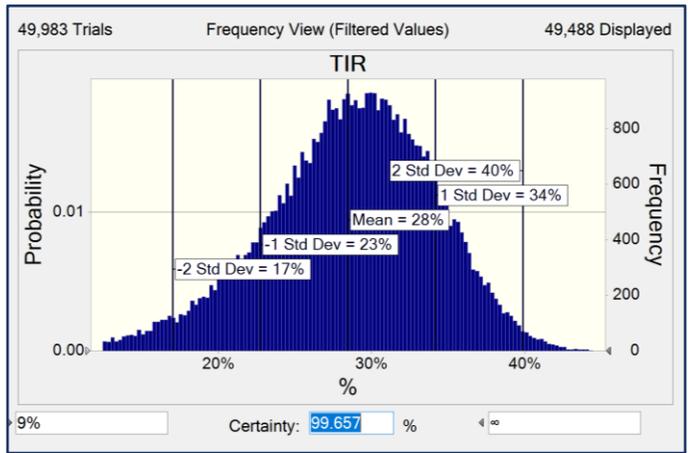


Gráfico Anexo 13. Simulación de Montecarlo de la TIR por la variación de la tasa de cambio

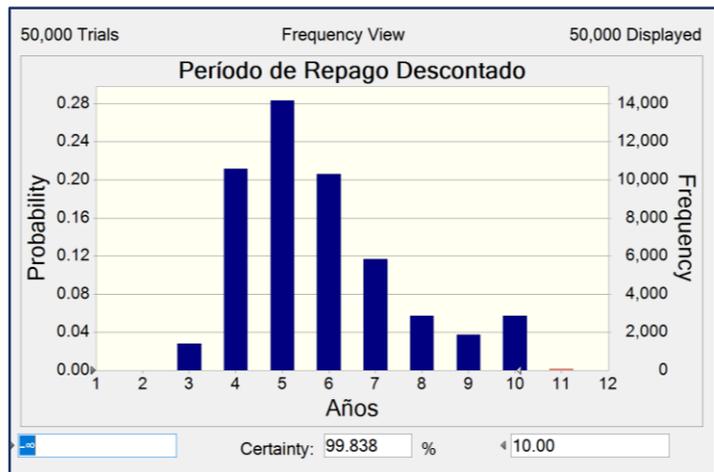


Gráfico Anexo 14. Simulación de Montecarlo del Período de Repago Descontado por la variación de la tasa de cambio

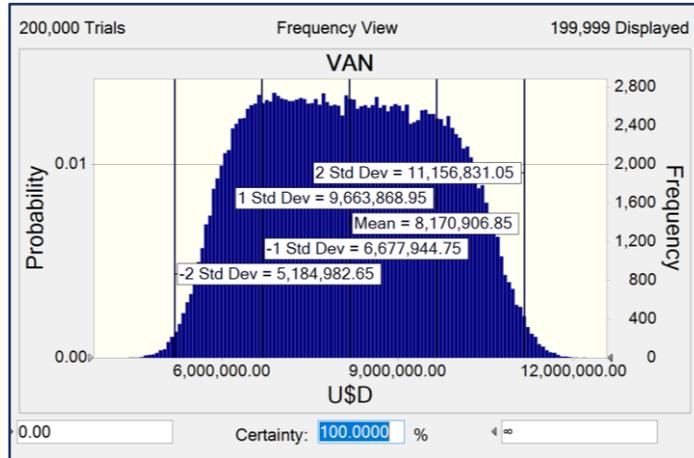


Gráfico Anexo 15. Simulación de Montecarlo del VAN

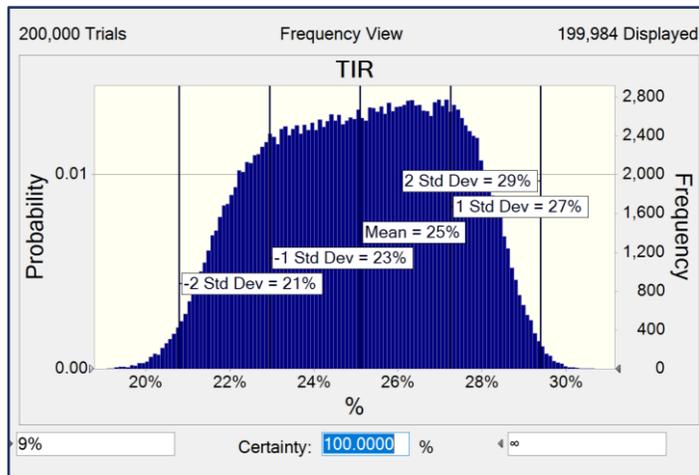


Gráfico Anexo 16. Simulación de Montecarlo de la TIR

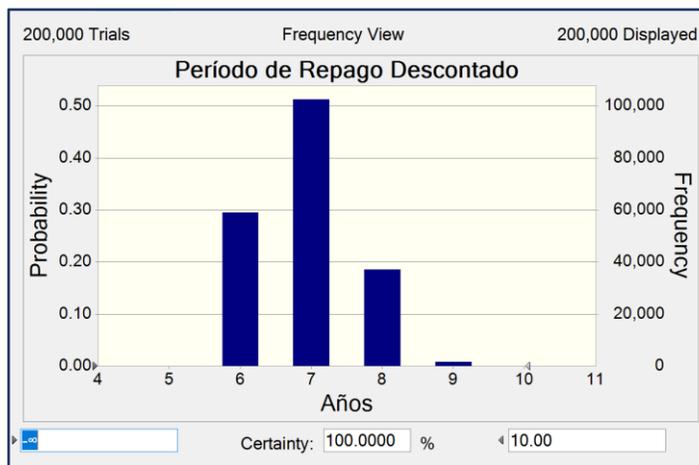


Gráfico Anexo 17. Simulación de Montecarlo del Periodo de Repago Descontado

VII. BIBLIOGRAFIA

- AEBIOM (2016) *Key Findings*. Recuperado el 21 de mayo del 2017 <http://www.aebiom.org/wp-content/uploads/2016/12/AEBIOM-KEY-FINDINGS-REPORT-2016.pdf>
- AIEL (Assoziaciones Italiana Energie Agroforestali) (2014) *Development of the Italian Pellet Market*, Annalisa Paniz. Recuperado el 21 de mayo del 2017 https://www.pellet.org/images/DAY%20-%202005%20-%20WPAC%202014%20-%20ANALIZE%20PANIZ%20-%202014-11-19_Vancouver_Paniz.pdf
- Aldunate Vidal, J.J. (2015) *Plan de Negocios para una Fábrica de Pellets de Madera en Chile*. Memoria para Optar al Título de Ingeniero Civil Industrial no publicada. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.
- In Statista – The Statistics Portal. Recuperado el 21 de mayo del 2017, www.statista.com
- Anuario 2017, Valor Agregado La Industria Maderera en Cifras* (2017) Vigésima Primera Edición, 96 páginas
- O. Pereira (comunicación personal, 12 de abril, 2017) – Profesor en la Facultad de Ciencias Forestales de Misiones.
- M. Gauto (comunicación personal, 7 de abril, 2017) – Consultor LARE
- E. Bongers (comunicación personal, 18 de abril, 2017) – Gerente General GP Energy
- C. Schlagitwei. (comunicación personal, 2 de mayo, 2017) – Propellets Austria
- J.M. Gimenez (comunicación personal, 5 de abril, 2017) – Gerente ZENI
- USDA Foreign Agriculture Service (2016) *The Italian Wood Pellet Market*, Ornella Bettini. Recuperado el 21 de mayo del 2017 https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/The%20Italian%20Wood%20Pellet%20Market%20_Rome_Italy_8-11-2016.pdf
- Ministerio de Agroindustria Presidencia de la Nación (2012), Recuperado el 21 de mayo de 2017 <http://forestindustria.magyp.gob.ar/archivos/informacion-por-region/corrientes.pdf-region/corrientes.pdf>
- Ministerio de Producción, Trabajo y Turismo de Corrientes (2013), *Informe Técnico estadístico de difusión de censo* no publicado.
- F. Torres Cayman (comunicación personal, 10 de mayo, 2017) – APEFIC, Asociación de Plan Estratégico Foresto Industrial de Corrientes
- Enrique R. ZENI & Cia (2016) *Pellet de Aserrín* no publicado.
- Pellet Fuels Institute (2015), *The Global Wood Pellet Market*. John Granth Ekman & Co. Recuperado el 21 de mayo de 2017 http://www.pelletheat.org/assets/docs/2015_Conference/speaker_presentations/2015_pfi_conf_presentation_granath_monday_900.pdf

Hawkins Wright (2015), *Global Wood Pellet Market Outlook*, Fiona Matthews. Recuperado 21 de mayo del 2017 <https://www.pellet.org/images/2015/FionaMcDermottHawkinsWright.pdf>

Hawking Wright (2016) *The Global Outlook for Wood Pellet Markets*, John Bingham. Recuperado 21 de mayo del 2017 <https://www.pellet.org/wpac-agm/images/2016/JohnBingham-The-global-outlook-for-wood-pellet-markets.pdf>

Lipsia (2016) *Pellets de Madera*. Recuperado 21 de mayo del 2017 <http://www.jnardellimaderas.com.ar/uploads/biocombustible.pdf>

AIEL, (2017) *Agriforenergy. Mercati &Prezzi*. Recuperado 21 de mayo 2017 <http://aiel.cia.it/download-rubrica-prezzi.html>

European Comission (2017) *Trade Export Helpdesk*. Recuperado 21 de mayo de 2017 http://exporthelp.europa.eu/thdapp/display.htm?page=st%2fst_Estadisticas.html&docType=main&languageId=es

Wood pellet association of Canada (2017) *The Voice of Canada's Growing Pellet Sector*. Recuperado 21 de mayo del 2017 <https://www.pellet.org/about/markets>

Eurostat (2017) *Your key to European Statistics*. Recuperado 21 de mayo de 2017 <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

INTI Instituto Nacional de Tecnología Industrial (2017). Recuperado 21 de mayo de 2017 <http://www.inti.gob.ar/>

Ministerio Dello Sviluppo Economico (2016) *La Situazione Energetica Nazionale nel 2015*. Recuperado 21 de mayo de 2017 http://www.sviluppoeconomico.gov.it/images/stories/documenti/Situazione_energetica_nazionale_2015.pdf

IERAL (2014) *Una Argentina Competitiva, Productiva y Federal -Actualidad y desafíos en la cadena forestoindustrial*. Gerardo Alonso Schwarz Recuperado el 21 de mayo de 2017 http://www.fundmediterranea.org.ar/images_db/noticias_archivos/2778-Cadena%20forestoindustrial.pdf

Ministerio de Agroindustria (2016). *Datos abiertos Agroindustria: Forestal – Inventario Nacional de Plantaciones forestales*. Recuperado 21 de mayo de 2017: <https://datos.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=ForestalProduccion>

APEFIC - Asociación Plan Estratégico Foresto Industrial Corrientes. Datos del 2015 otorgados por Ing. Francisco José Torres Cayman - *Gerente de APEFIC*

Ministerio de Agroindustria (2015) *Características de la Región Corrientes* Recuperado el 21 de mayo de 2017 <http://forestoindustria.magyp.gob.ar/archivos/informacion-por-region/corrientes.pdf>

Ministerio de Agroindustria (2014). Datos abiertos Agroindustria: Forestal – Extracciones Forestales. Recuperado de: <https://datos.magyp.gob.ar/reportes.php?reporte=ForestalProduccion>

Biomass counts (2013) *Statistics*. Recuperado el 21 de mayo de 2017 <http://www.biomasscounts.eu/get-the-facts/statistics/>

Ing. Ftal Leonel Harrand Ing. & Ftal Ciro Mastrandrea (2009) *Cadena Foresto Industrial de la Provincia (Entre Ríos)* (2009) Recuperado el 21 de mayo de 2017 http://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-harrand_mastrandrea_2009_cadena_foresto_industrial_.pdf

AIEL (2017) *Mercado Prezzi* Recuperado de 21 de mayo de 2017 <http://www.aiel.cia.it/mercato-prezzi.html>

Official Journal of European Communities (2017) *COUNCIL DIRECTIVE 2000/29/EC*. Recuperado 21 de mayo de 2017 <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2000:169:0001:0112:en:PDF>, consultado 21/05/2017.

Aspectos de la generación de calor por combustión de desechos foresto-industriales densificados. Obtenido de: INTI - Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Informe 2011. https://www.inti.gov.ar/e-renova/erBI/pdf/Informe_pellets2011.pd

INTI - Instituto Nacional de Tecnología Industrial (2011) *Aspectos de la generación de calor por combustión de desechos foresto-industriales densificados*. Recuperado el 21 de mayo de 2017 https://www.inti.gov.ar/e-renova/erBI/pdf/Informe_pellets2011.pdf

ENplus (2015) *Schema per la Certificazione di dualita del pellet di legno*. Recuperado 21 de mayo de 2017 http://www.enplus-pellets.eu/wp-content/uploads/2015/07/ENplusHandbook_part3_V3.0_PelletQuality_IT.pdf

WPAC Annual Conference (2016), John Bingham. *The global Outlook for pellet Market*. Recuperado el 21 de mayo del 2017. <https://www.pellet.org/wpac-agm/images/2016/JohnBingham-The-global-outlook-for-wood-pellet-markets.pdf>.

Biomass Magazine (2016) *Asian Wood Pellet Producer & Market Snapshot*. Recuperado 21 de mayo de 2017 <http://biomassmagazine.com/articles/13880/asian-wood-pellet-producer-market-snapshot>.

U.S. Industrial Pellet Association. (2016). *Industrial Wood Pellets in Japan Market Drivers and Potential Demand*. Recuperado de 21 de mayo de 2017 <http://www.futuremetrics.info/wp-content/uploads/2016/11/Japan%20Markets%20-%20William%20Strauss%20-%20FutureMetrics%20-%20USIPA%202016.pdf>

INTI. Enero 2008. Pellets de madera para usos energéticos. Recuperado 3 de julio 2017. <http://www.inti.gov.ar/sabercomo/sc60/inti9.php>

Cámara Argentina de Aserraderos de Madera. *Pellets de madera*. Recuperado 3 de julio 2017. http://www.cadamda.org.ar/portal/index.php?Itemid=2&id=207&option=com_content&task=view

KMEC Engineering. *Planta Completa de Pelletizado*. Recuperado 24 de julio 2017. <http://www.plantaspeletizadoras.com/planta-de-peletizado.html>

Aldunate Vidal, J.J. (2015) *Plan de Negocios para una Fábrica de Pellets de Madera en Chile*. Memoria para Optar al Título de Ingeniero Civil Industrial no publicada. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

KMEC Engineering. *Diferencias entre matriz plana y anular*. Recuperado 24 de julio del 2017. <http://www.plantaspeletizadoras.com/diferencias-matriz-plana-anular.html>

Perten Instruments. *Quality Control Solutions for Wood Pellets*. Recuperado 24 de julio del 2017. https://www.perten.com/Global/Brochures/Segment%20brochures/Wood%20pellets_EN_20150429_LOW.pdf

COFORD Connects. *The Production of Wood Pellets*. Recuperado 24 de julio de 2017. <http://www.coford.ie/media/coford/content/publications/projectreports/cofordconnects/ccnpelletproduction.pdf>

KMEC. *How to make quality sawdust pellets*. Recuperado 24 de julio de 2017. <http://www.biomasspelletplant.com/pelletmill/how-to-make-quality-sawdust-pellets.html>

Kahl. *Productos*. Recuperado el 1 de agosto de 2017. <https://www.akahl.de/en/products/pelleting-of-biomass/machinesplants/detail//show/fabric-beltdrier-for-wood/>

Lippel. *Secador Rotativo para el Secado de Biomasa*. Recuperado el 1 de agosto de 2017. <http://www.lippel.com.br/es/categorias/energia/queimadores-e-secadores-de-biomassa/secadorrotativo/secador-rotativo-para-secagem-de-biomassa-179.html>

M. Rodrigo Santos (comunicación personal, 1 de agosto, 2017) – Responsable de Ventas Lippel, Brasil.

Kahl. *Molienda de productos individuales y mezclas de productos*. Recuperado 1 de agosto de 2017. https://www.akahl.de/fileadmin/media/akahl/downloads/Prospekte/Prospekte_franzoesisch/AK59-Akana-13f.pdf

Kahl. *Flat Die Pelleting Presses*. Recuperado 1/08/2017. https://www.akahl.de/fileadmin/media/akahl/downloads/Prospekte/Prospekte_englisch/1327-PressenTypen-14e.pdf

KMEC. *Productos*. Recuperado 1/08/2017. <http://kmecplant.es/>

L. Dominic (comunicación personal, 31 de julio, 2017) – Responsable de Ventas KMEC, China

G. Paz (comunicación personal, 3 de agosto, 2017) – CEO Lare, Argentina

M. Curci (comunicación personal, 4 de agosto, 2017) – Responsable de Ventas Andritz, Austria

Iapack. *Productos*. Recuperado 2/08/2017. <http://www.iapack.com/ztck--automaticgranular-heavy-bag-packaging-machine-137.html>

DG. *Productos*. Recuperado 2/08/2017. <http://www.danielgenta.com/product-details/dg300-de-elavacion-manual-de-carro-portafilm/>

ZMG Argentina. *Autoelevador*. Recuperado 5 de agosto de 2017. <http://zmgargentina.com.ar/pdf/autoelevadores/CLG-2025as.pdf>

ZMG Argentina. *Pala cargadora*. Recuperado 5 de agosto de 2017. http://zmgargentina.com.ar/pdf/pala_cargadora/ZMG-816.pdf

ENplus. *Quality Certification Scheme for Wood Pellets*. Recuperado 24 de Julio del 2017. http://www.enplus-pellets.eu/wp-content/uploads/2016/03/ENplusHandbook_part2_V3.0_CertificationProcedure_EPCinternational.pdf

Perten. *Quality Control Solutions for Wood Pellets*. Recuperado 27 de julio de 2017. https://www.perten.com/Global/Brochures/Segment%20brochures/Wood%20pellets_EN_20150429_LOW.pdf

A. Chiesa (comunicación personal, 30 de julio, 2017) – Gerente Perten, sede Sudamérica

Perten. *Productos*. Recuperado 27 de julio de 2017. <https://www.perten.com/es/Productos/Analizador-NIR-DA-7250/>

TEKPRO. *Pellet Durability Tester*. Recuperado 29 de Julio de 2017 <http://www.tekpro.com/lignotester.html>

TEKPRO. *Strength in Pellet Durability*. Recuperado 29 de Julio de 2017. <http://www.tekpro.com/PDF/Ligno%20Tester%20Info%20Sheet-v2-min.PDF>

A Guyton (comunicación personal, 28 de julio, 2017) – Gerente TEKPRO, UK.

COFORD Connects. *The Production of Wood Pellets*. Recuperado 24 de julio de 2017. http://www.coford.ie/media/coford/content/publications/projectreports/cofordconnects/ccnpellet_production.pdf

Contenido Instituto Tecnológico de Buenos Aires, Cátedra de Gestión de la Calidad. *Gráficos de Control por Variables*. Recuperado 29 de Julio de 2017. https://campus.itba.edu.ar/bbcswebdav/pid-10972-dt-content-rid-12909_1/courses/11.7613648/Cap%2007.pdf

PYSMA. *Cómo determinar el tamaño de una muestra*. Recuperado el 29 de Julio de 2017
<http://www.pysma.com/company/news/message/como-determinar-el-tamano-de-una-muestra>

CONCEREAL. *Norma Europea Sobre la Calidad del Pellet*. Recuperado 26 de julio de 2017.
http://www.concereal.es/norma_EN14961-2

EPAL. *EPAL Euro Pallet*. Recuperado el 11 de agosto de 2017.
https://www.epal-pallets.org/fileadmin/user_upload/ntg_package/images/Produktdownloads/Produktdatenblatt/GB/EPAL_Produktdatenblatt_GB_EPAL1.pdf

CHEP. *Pallet Sizes/Pallet Dimensions*. Recuperado el 11 de agosto de 2017.
http://global.chep.com/pallets/pallet_sizes/

El Economista. *EURUSD*. Recuperado el 12 de agosto de 2017.
<http://www.eleconomista.es/cruce/EURUSD>

Maersk (comunicación personal, 9 de agosto de 2017).

Terminal Zárate. *Tarifario de Cargos Portuarios de Contenedores de Exportación*. Recuperado el 12 de agosto de 2017.
http://www.tz.com.ar/doc/Tarifario-Cargos-Portuarios-Contenedores_Exportacion.pdf

Puerto de Buenos Aires, Ministerio de Transporte. *Tarifario*. Recuperado el 12 de agosto de 2017.
<http://www.puertobuenosaires.gov.ar/tarifario-/68>

APM Terminals. *Preguntas Frecuentes*. Recuperado el 12 de agosto de 2017.
<http://www.apmterminals.com.ar/faqs>

APM Terminals. *Procedimientos y Recomendaciones*. Recuperado el 11 de agosto de 2017.
http://www.apmterminals.com.ar/procedimientos_recomendaciones

Ministerio de Transporte. *Informe Estadístico 2016 Red Ferroviaria Argentina (2016)*.
Recuperado el 11 de agosto de 2017.
https://www.cnrt.gob.ar/sites/default/files/InfoEst2016_FFCC_CARGAS.pdf

Ámbito. *Riesgo País Argentina*. Recuperado 23 de septiembre de 2017.
<http://www.ambito.com/economia/mercados/riesgo-pais/info/?id=2>

T. Bonds and T. Bills. Annual Return on Stocks. Recuperado 23 de septiembre de 2017.
http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/histretSP.html

Tesoro de EE.UU. *Daily Treasury Yield Curve Rates*. Recuperado el 23 de septiembre de 2017.
<https://www.treasury.gov/resource-center/data-chart-center/interest-rates/Pages/TextView.aspx?data=yieldYear&year=2011>

Ministerio de Producción. *Ley Pyme*. Recuperado el 1 de octubre de 2017.

<http://www.produccion.gob.ar/2016/07/15/se-aprobo-la-ley-pyme-menos-impuestos-y-mas-credito-54498>.

Unión Sindicatos de la Industria Maderera, *Convenio Colectivo de trabajo*. Recuperado el 23 de septiembre. <http://www.usimra.com.ar/>

World Wide Inflation Data. *Historic Inflation United States - CPI Inflation*. Recuperado el 29 de octubre de 2017. <http://www.inflation.eu/inflation-rates/united-states/historic-inflation/cpi-inflation-united-states.aspx>

Bolsa de Comercio de Rosario. (2012) *Contratos Derivados de Fletes Marítimos*. Recuperado 27 de octubre de 2017.

<http://www.bcr.com.ar/Pages/Publicaciones/inforevista.aspx?IdArticulo=157>

Bloomberg. *Baltic Dry Index*. Recuperado el 27 de octubre de 2017. <https://www.bloomberg.com/quote/BDIY:IND>

R. Armocida (comunicación personal, 21 de agosto, 2017) - Director de Industria y Parques Industriales de Entre Ríos.