

Universidad de Lima  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Carrera de Ingeniería Industrial



# **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE TABLONES DE MADERA DE PINO (*Pinus radiata*)**

Trabajo de investigación para optar el título profesional de Ingeniero Industrial

**Gonzalo Jesus Eyzaguirre Dias**

**Código 20090375**

**Asesor**

**Marco Antonio Pedro Henrich Saavedra**

Lima - Perú

Julio de 2016



**PREFEASIBILITY STUDY FOR THE  
INSTALLATION OF A FACTORY TO  
PRODUCE PINE WOOD PLANKS (*Pinus  
radiata*)**



## TABLA DE CONTENIDO

<b>CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>1</b>
1.1 Problemática.....	1
1.2 Objetivos de la investigación .....	1
1.3 Justificación del tema.....	2
1.4 Hipótesis de trabajo.....	4
1.5 Marco referencial de la investigación .....	4
1.6 Análisis del sector .....	5
<b>CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO .....</b>	<b>8</b>
2.1 Aspectos generales del estudio de mercado .....	8
2.1.1 Definición comercial del producto.....	8
2.1.2 Principales características del producto .....	9
2.1.3 Determinación del área geográfica que abarcará el estudio .....	12
2.1.4 Determinación de la metodología que se empleará en la investigación de mercado .....	12
2.2 Análisis de la demanda.....	12
2.2.1 Demanda histórica.....	12
2.2.2 Demanda potencial.....	15
2.2.3 Proyección de la demanda y metodología de análisis .....	16
2.3 Análisis de la oferta.....	17
2.3.1 Análisis de la competencia.....	17
2.3.2 Oferta actual .....	19
2.4 Demanda para el proyecto.....	20
2.4.1 Segmentación del mercado. ....	20
2.4.2 Selección del mercado meta.....	21
2.4.3 Determinación de la demanda para el proyecto .....	21
2.5 Comercialización .....	22
2.5.1 Políticas de comercialización y distribución.....	22
2.5.2 Publicidad y promoción .....	22
2.5.3 Análisis de precios .....	23
2.6 Análisis de los insumos principales .....	24
2.6.1 Características principales de la materia prima.....	24
2.6.2 Disponibilidad de insumos .....	26
2.6.3 Costos de la materia prima.....	27
<b>CAPÍTULO III. LOCALIZACIÓN DE PLANTA.....</b>	<b>29</b>
3.1 Identificación y análisis de los factores de localización.....	29

3.2 Identificación y descripción de las alternativas de localización.....	32
3.3 Evaluación y selección de localización.....	32
3.3.1 Evaluación y selección de la macro localización.....	32
3.3.2 Evaluación y selección de la micro localización.....	34
<b>CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA .....</b>	<b>36</b>
4.1 Relación tamaño-mercado.....	36
4.2 Relación tamaño-recursos productivos .....	36
4.3 Relación tamaño-tecnología.....	37
4.4 Relación tamaño-punto de equilibrio .....	37
4.5 Selección del tamaño de planta .....	38
<b>CAPÍTULO V. INGENIERÍA DEL PROYECTO .....</b>	<b>40</b>
5.1 Definición del producto basada en sus características de fabricación.....	40
5.1.1 Especificaciones técnicas del producto .....	40
5.2 Tecnologías existentes y procesos de producción.....	42
5.2.1 Naturaleza de la tecnología requerida .....	42
5.2.2 Proceso de producción .....	45
5.3 Características de las instalaciones y equipo.....	52
5.3.1 Selección de la maquinaria y equipo.....	52
5.3.2 Especificaciones de la maquinaria .....	53
5.4 Capacidad instalada.....	56
5.4.1 Cálculo de la capacidad instalada .....	56
5.4.2 Cálculo detallado del número de máquinas requeridas.....	57
5.5 Resguardo de la calidad .....	58
5.5.1 Calidad de la materia prima, de los insumos, del proceso y del producto .....	58
5.5.2 Medidas de resguardo de la calidad en la producción.....	59
5.6 Estudio de Impacto Ambiental.....	60
5.7 Seguridad y Salud ocupacional.....	62
5.8 Sistema de mantenimiento .....	63
5.9 Programa de producción .....	65
5.9.1 Consideraciones sobre la vida útil del proyecto.....	65
5.9.2 Programa de producción para la vida útil del proyecto.....	65
5.10 Requerimiento de insumos, servicios y personal .....	66
5.10.1 Materia prima, insumos y otros materiales .....	66
5.10.2 Servicios: energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc.....	66
5.10.3 Determinación el número de operarios y trabajadores indirectos .....	68
5.10.4 Servicios de terceros .....	69
5.11 Características físicas del proyecto .....	69

5.11.1 Factor edificio .....	69
5.11.2 Factor servicio.....	70
5.12 Disposición de planta .....	70
5.12.1 Determinación de las zonas físicas requeridas.....	71
5.12.2 Cálculo de áreas para cada zona.....	72
5.12.3 Dispositivos de seguridad industrial y señalización.....	75
5.12.4 Disposición general.....	76
5.12.5 Disposición de detalle .....	78
5.13 Cronograma de implementación del proyecto .....	80
<b>CAPÍTULO VI. ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA .....</b>	<b>81</b>
6.1 Organización empresarial.....	81
6.2 Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios .....	81
6.3 Estructura organizacional.....	82
<b>CAPÍTULO VII. ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS .....</b>	<b>83</b>
7.1 Inversiones .....	83
7.1.1 Estimación de las inversiones .....	84
7.1.2 Capital de trabajo .....	85
7.2 Costos de producción .....	86
7.2.1 Costos de materias primas, insumos y otros materiales .....	86
7.2.2 Costo de los servicios (energía eléctrica, agua, combustible, etc.) .....	87
7.2.3 Costo de la mano de obra.....	88
7.3 Presupuesto de ingresos y egresos .....	90
7.3.1 Presupuesto de ingresos por ventas.....	90
7.3.2 Presupuesto operativo de costos.....	90
7.3.3 Presupuesto operativo de gastos administrativos .....	92
7.4 Flujo de fondos netos .....	93
7.4.1 Flujo de fondos económicos.....	94
7.4.2 Flujo de fondos financieros.....	95
<b>CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO .....</b>	<b>96</b>
8.1 Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR .....	96
8.2 Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR .....	98
8.3 Análisis de los resultados económicos y financieros del proyecto .....	98
8.4 Análisis de sensibilidad del proyecto .....	99
<b>CAPÍTULO IX: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO .....</b>	<b>102</b>
9.1 Identificación de las zonas y comunidades de influencia del proyecto.....	102
9.2 Impacto en la zona de influencia del proyecto .....	102

9.3 Impacto social del proyecto .....	103
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>105</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>107</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>108</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>111</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>113</b>



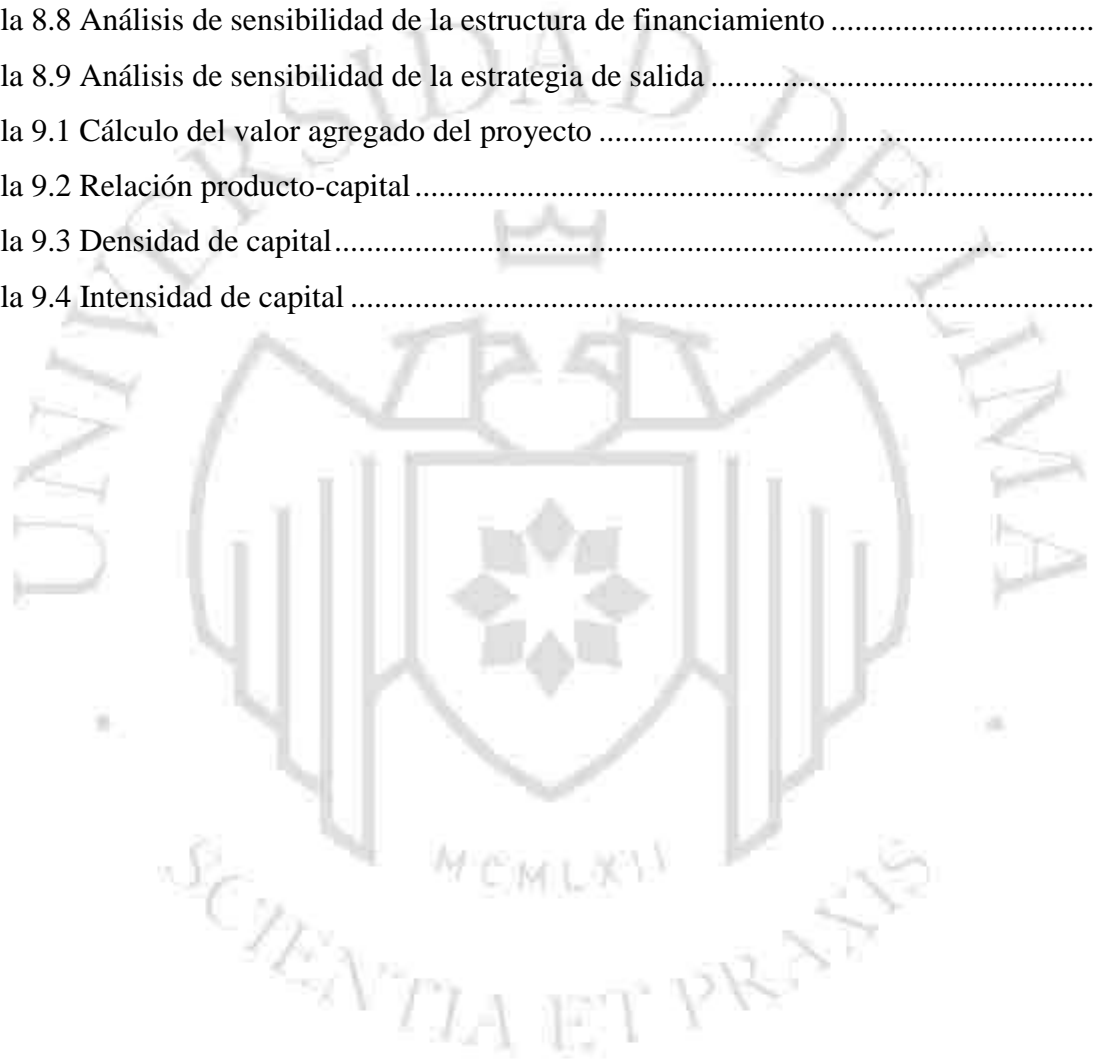
## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Importaciones de madera aserrada de coníferas en el Perú .....	13
Tabla 2.2 Producción de madera aserrada de pino en el Perú .....	14
Tabla 2.3 Demanda interna aparente (DIA) histórica de madera aserrada de coníferas.....	14
Tabla 2.4 Consumo per cápita de madera aserrada por región .....	15
Tabla 2.5 Coeficientes de determinación.....	16
Tabla 2.6 Madera aserrada de coníferas: Proyección de la demanda - Perú .....	17
Tabla 2.7 Importaciones por distribuidores de madera aserrada de coníferas en el 2013 .....	18
Tabla 2.8 Madera aserrada de pino: Demanda para el proyecto.....	21
Tabla 2.9 Madera aserrada de coníferas: Precio CIF de importaciones - Perú.....	23
Tabla 2.10 Características físicas y mecánicas de la madera rolliza de pino .....	26
Tabla 2.11 Producción de madera rolliza de pino por departamento en el 2012.....	26
Tabla 3.1 Matriz de enfrentamiento de factores para macro localización .....	30
Tabla 3.2 Matriz de enfrentamiento de factores para micro localización.....	31
Tabla 3.3 Características de Cajamarca, Lima y Oxapampa .....	33
Tabla 3.4 Ranking de factores para la macro localización .....	33
Tabla 3.5 Características de Cajamarca, Baños del Inca y La Encañada .....	34
Tabla 3.6 Ranking de factores para la micro localización .....	35
Tabla 4.1 Demanda para el proyecto en TM y metros cúbicos .....	36
Tabla 4.2 Punto de equilibrio en la producción de tablonces de pino .....	38
Tabla 4.3 Tamaño óptimo de planta .....	39
Tabla 5.1 Dimensiones de los tablonces de madera .....	41
Tabla 5.2 Propiedades físicas y mecánicas de los tablonces de madera.....	42
Tabla 5.3 Propiedades físicas y mecánicas del tribromofenol.....	45
Tabla 5.4 Maquinaria seleccionada por etapa.....	53
Tabla 5.5 Especificaciones de maquinaria seleccionada .....	54
Tabla 5.6 Capacidad de planta en m <sup>3</sup> por año.....	56
Tabla 5.7 Balance de materia semanal para el año 2023 .....	57
Tabla 5.8 Cálculo detallado del número de máquinas requeridas .....	57
Tabla 5.9 Cálculo de astilladoras requeridas .....	58
Tabla 5.10 Aspectos e impactos ambientales del proceso productivo.....	61



Tabla 5.11 Análisis de riesgos .....	63
Tabla 5.12 Plan de producción anual (m <sup>3</sup> ).....	65
Tabla 5.13 Requerimiento anual de madera rolliza, tribromofenol y cincho .....	66
Tabla 5.14 Requerimiento anual de energía y potencia eléctrica .....	66
Tabla 5.15 Estimación del consumo eléctrico en el 2023.....	67
Tabla 5.16 Requerimiento de viruta a ser utilizada como combustible.....	68
Tabla 5.17 Puestos de trabajo .....	69
Tabla 5.18 Análisis de Guerchet .....	73
Tabla 5.19 Dimensionado de almacenes.....	74
Tabla 5.20 Dimensionado de servicios y oficinas .....	75
Tabla 5.21 Lista de motivos de tabla relacional .....	76
Tabla 5.22 Tabla de pares ordenados A, E y X .....	77
Tabla 6.1 Puestos administrativos y de supervisión .....	82
Tabla 6.2 Puestos de servicios .....	82
Tabla 7.1 Inversión total .....	83
Tabla 7.2 Financiamiento de la inversión.....	83
Tabla 7.3 Inversión en maquinaria, equipos y vehículos.....	84
Tabla 7.4 Activos fijos tangibles .....	85
Tabla 7.5 Activos fijos intangibles .....	85
Tabla 7.6 Cálculo interanual del capital de trabajo .....	86
Tabla 7.7 Presupuesto de costo de materiales.....	87
Tabla 7.8 Presupuesto de costo de servicios.....	88
Tabla 7.9 Presupuesto de costo de mano de obra directa .....	89
Tabla 7.10 Sueldos de la mano de obra indirecta .....	89
Tabla 7.11 Presupuesto de costo de mano de obra indirecta .....	89
Tabla 7.12 Presupuesto de ingresos por ventas .....	90
Tabla 7.13 Inversiones totales en activos fijos .....	91
Tabla 7.14 Tabla de depreciación de activo fijo de planta .....	91
Tabla 7.15 Presupuesto de costo de ventas.....	92
Tabla 7.16 Presupuesto de costo de servicios tercerizados .....	92
Tabla 7.17 Presupuesto de gasto administrativo.....	93
Tabla 7.18 Presupuesto de gasto de venta .....	93
Tabla 7.19 Cálculo del flujo de fondos económicos (PEN ‘000s).....	94
Tabla 7.20 Cálculo del flujo de fondos financieros (PEN ‘000s).....	95

Tabla 8.1 Empresas comparables.....	96
Tabla 8.2 Indicadores económicos.....	98
Tabla 8.3 Indicadores financieros.....	98
Tabla 8.4 Análisis de sensibilidad del precio del producto terminado.....	99
Tabla 8.5 Análisis de sensibilidad del precio de la materia prima.....	99
Tabla 8.6 Análisis de sensibilidad de la participación de mercado.....	100
Tabla 8.7 Análisis de sensibilidad del porcentaje de productos defectuosos.....	100
Tabla 8.8 Análisis de sensibilidad de la estructura de financiamiento.....	100
Tabla 8.9 Análisis de sensibilidad de la estrategia de salida.....	101
Tabla 9.1 Cálculo del valor agregado del proyecto.....	103
Tabla 9.2 Relación producto-capital.....	104
Tabla 9.3 Densidad de capital.....	104
Tabla 9.4 Intensidad de capital.....	104



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Evolución del PBI real per cápita en el Perú (PEN).....	3
Figura 2.1 Tablones de madera.....	9
Figura 2.2 Composición del costo de materiales en la fabricación de muebles .....	12
Figura 2.4 Importaciones agregadas por tipo de empresa .....	17
Figura 2.5 Importaciones de madera de pino por país.....	19
Figura 2.6 Crecimiento del <i>pinus radiata</i> por hectárea plantada.....	25
Figura 5.1 Producto final: tablón de madera de pino.....	41
Figura 5.2 Fórmula química del tribromofenol. ....	45
Figura 5.4 DOP para la producción de tablones de madera de pino.....	49
Figura 5.5 Balance de materia para la producción de tablones de madera de pino .....	50
Figura 5.6 Diagrama de flujo de proceso de producción de tablones de madera .....	51
Figura 5.7 Diagrama de bloques de aspectos ambientales.....	62
Figura 5.8 Tabla relacional de actividades .....	77
Figura 5.9 Diagrama relacional de espacios .....	78
Figura 5.10 Plano de la planta .....	79
Figura 5.11 Cronograma de implementación del proyecto.....	80
Figura 6.1 Organigrama de la empresa.....	82
Figura 7.1 Estimación de días promedio de inventario .....	85
Figura 7.2 Flujo de fondos económicos (PEN mm) .....	94
Figura 7.3 Flujo de fondos financieros (PEN mm).....	95

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Superficie por reforestar en el Perú por región al año 2012 .....	114
ANEXO 2: Encuesta a fabricantes de muebles en Villa El Salvador .....	115
ANEXO 3: Respuestas de encuestados y ubicación geográfica .....	116
ANEXO 4: Cronograma de depreciación por rubro .....	117



## RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio tiene como objetivo determinar la factibilidad de la instalación de una planta productora de tablonos de madera de pino. El proyecto posee una justificación inicial de mercado, técnica y social, en base a la existencia de un mercado en crecimiento, un proceso de producción establecido y la potencial generación de puestos de trabajo y beneficios ambientales.

El producto propuesto consiste en tablonos de madera de pino, cuyo mercado objetivo corresponde a los fabricantes de muebles de Lima Sur. A partir de la demanda nacional estimada y a los criterios de segmentación establecidos, se determinó una demanda del proyecto de 8.908 m<sup>3</sup> en el 2016 que crecerá a una tasa promedio anual de 8.7% hasta el 2023.

La mejor localización para la planta fue determinada a nivel de macro localización y micro localización mediante el método de ránking de factores. La ubicación elegida fue el distrito de Cajamarca por su proximidad a la materia prima, acceso a carreteras y abastecimiento de energía eléctrica entre otros factores más.

Luego se analizó las relaciones tamaño-mercado, tamaño-recurso productivo, tamaño- tecnología y tamaño-punto de equilibrio. En base a ello se definió que el tamaño de planta debería ser igual a la demanda del proyecto en el año 2023: 15.951 m<sup>3</sup>/año.

Para determinar la viabilidad tecnológica se realizó el estudio de ingeniería. Este consistió en detallar las especificaciones del producto final, diseñar el proceso productivo y seleccionar las máquinas para llevarlo a cabo, determinar una capacidad de planta de 16.981 m<sup>3</sup> de tablonos de pino en el 2023, entre otros. Finalmente, en base al análisis relacional y al método de Guerchet, se pudo diseñar el plano óptimo de la planta.

Asimismo, se determinó que la inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto es de PEN 8.488.600, la cual será financiada en un 69% con capital propio y el resto vía un préstamo bancario.

Se concluyó el estudio mediante un análisis económico y financiero, con lo cual se pudo calcular el VAN Económico (PEN 12.384.263) y el VAN financiero (PEN 11.127.717), los cuales demostraron la rentabilidad del proyecto.

**Palabras clave:** Madera, pino, tablonos, producción, proyecto



## EXECUTIVE SUMMARY

This study has the objective to determine the feasibility of the development of a pine tree sawmill installation. The project has an initial market, technical and social justification, based in the existence of a growing market, an established production process and the potential to generate new work positions and environmental benefits.

The proposed product consists in pine wood planks. The main target market for this products consists of furniture manufacturers located in Lima Sur, particularly Villa El Salvador. The demand was projected and segmented in order to determine an initial project demand of 8.908 m<sup>3</sup> in 2016 with an annual growth of 8.7% until 2023.

The sawmill should be located in Cajamarca district, which was determined through a macro localization and micro localization methodologies. Main advantages of Cajamarca are proximity to pine plantations, access to highway and available supply of water and electrical power.

Relationships size-market, size-raw material, size-technology and size breakeven were analyzed to define a sawmill size of 15.951 m<sup>3</sup> in 2023. A capacity of 16.981 m<sup>3</sup>/year was calculated for 2023, based in a detailed bottle neck analysis of process by process.

To determine technical feasibility, an engineering study was made. It consisted in setting detailed specifications of the end product, design a detailed production process and select the equipments required for each stage of the process. Finally, a relational analysis between areas was made, and the optimal plant design was made through Guerchet methodology.

The investment required for the project is PEN 8.488.600, which will be 69% financed with equity and 31% with bank loan.

Economic NPV of the project was calculated at PEN 12.384.263 and financial NPV was calculated at PEN 11.127.717, showing financial feasibility of the project.

**Keywords:** timber, pine, planks, production, project

# **CAPÍTULO I. ASPECTOS GENERALES**

## **1.1 Problemática**

El presente estudio se referirá a la instalación de una planta productora de tablones de madera de pino.

El Perú ocupa el noveno puesto a nivel mundial en cantidad de superficie forestal pues cuenta con 69 millones de hectáreas ocupadas por bosques naturales. Sin embargo, solo el 8% de la capacidad productiva de estos bosques está siendo utilizada. El proyecto busca otorgarle un valor agregado a la extracción de madera, rentabilizando un recurso que actualmente está siendo subutilizado.

La madera aserrada de pino es utilizada en el sector construcción y en la fabricación de muebles. Los clientes de dichos sectores se abastecen principalmente a través de importadores de productos provenientes de países como Chile y Estados Unidos, entre otros. La madera aserrada de pino también es producida en el Perú, pero es un producto de una calidad inferior pues no es secado correctamente, razón por la cual los compradores locales optan por abastecerse con madera importada. El proyecto busca cubrir este déficit en la balanza comercial al ofrecer un producto con las mismas características que el producto importado, pero a un menor precio por haber sido producido localmente.

Finalmente, el proyecto busca lidiar con uno de los mayores problemas ambientales en el Perú: la deforestación. Esta asciende a 150.000 hectáreas deforestadas al año en promedio. El proyecto priorizará la compra de materia prima con certificación forestal de reforestación para promover el uso adecuado de los recursos naturales y garantizar su sostenibilidad ecológica.

## **1.2 Objetivos de la investigación**

Determinar la viabilidad de mercado, técnica, económica y financiera para la instalación de una planta productora de tablones de madera de pino.



Los objetivos específicos son los siguientes:

- Realizar el estudio de mercado para determinar la demanda de tablones de madera de pino y demostrar la viabilidad de mercado del proyecto.
- Evaluar la viabilidad tecnológica del proyecto.
- Demostrar si el proyecto es viable económica y financieramente.

### **1.3 Justificación del tema**

En términos generales, el proyecto es viable técnicamente ya que existe un proceso de producción sencillo con una serie de operaciones para las cuales existen diferentes alternativas tecnológicas accesibles. La principal operación es el aserrado, el cual puede llevarse a cabo en un aserradero estacionario o en uno portátil, dependiendo del tamaño de planta seleccionado. Además, para asegurar la calidad del producto, se tendrá una operación de secado, la cual puede ser realizada en un horno convencional o en un sistema de secado al vacío. Las demás operaciones de corte como el canteado y el despuntado pueden realizarse en máquinas independientes o en el aserradero estacionario. Por último, el baño anti manchas se puede realizar en tinas de inmersión por lotes o en línea.

Adicionalmente, existe amplia disponibilidad de materia prima. La madera rolliza se obtiene de proveedores locales, cuya producción en el 2012 habría permitido obtener 30.795 m<sup>3</sup> de madera aserrada. En el 2012 existían 114.000 hectáreas por reforestar en Cajamarca. Considerando un crecimiento anual promedio de 17,7 m<sup>3</sup> / ha-año se estima que hay un potencial para producir anualmente hasta 807.120 m<sup>3</sup> de madera aserrada de pino.

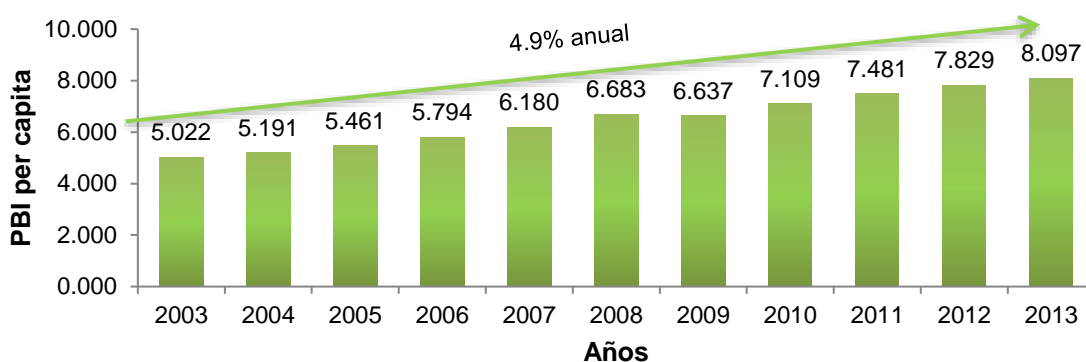
Por otro lado, el proyecto es viable económicamente ya que estudios similares cuentan con indicadores económicos y financieros positivos. Por ejemplo, tomando como referencia el estudio de Trigueros sobre la implementación de una planta de madera aserrada, se obtienen indicadores financieros positivos: el VANE es USD 1.416.519 y el VANF es USD 857.380. Las similitudes y diferencias con este proyecto son analizadas en el punto 1.3.

Además, el crecimiento del mercado de madera aserrada está directamente relacionado al crecimiento del sector construcción, ya que parte de la madera es utilizada en los acabados y amoblados de nuevas edificaciones. Dicho sector ha crecido a una tasa promedio anual de 11,4% durante los últimos 10 años y se espera que esta tendencia continúe en los próximos años.

Asimismo, el poder adquisitivo de la población peruana ha venido aumentando. Como se muestra en la figura 1.1, el PBI real per cápita ha crecido a una tasa promedio anual de 4.9% en los últimos 10 años. Se espera que esta tendencia se mantenga en los próximos años. Estos factores en conjunto justifican económica y financieramente al proyecto.

Figura 1.1

*Evolución del PBI real per cápita en el Perú (PEN)*



Nota. Adaptado de FMI, (2015). Elaboración propia

El proyecto es ambientalmente amigable ya que incentiva la reforestación del territorio nacional para poder obtener la materia prima. El principal beneficio ambiental de la reforestación es la disminución de los gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global.

Finalmente, se puede determinar que el proyecto es viable socialmente ya que genera desarrollo y puestos de trabajo en provincias ricas en el recurso forestal. Por ejemplo, según el estudio de Trigueros, en un aserradero cuya capacidad fuese de 2.830 m<sup>3</sup>/año se generarían 44 puestos de trabajo. Además, utiliza la merma del aserrado para producir viruta de madera la cual será utilizada en primer lugar para reducir el

requerimiento energético de la planta pero en segundo lugar será donado a agricultores de la zona para que la utilicen en la preparación de compost.

#### **1.4 Hipótesis de trabajo.**

La instalación de una planta productora de tablonos de madera de pino es factible, pues existe un mercado que va a aceptar el producto, además de ser viable tecnológica, económica y financieramente.

#### **1.5 Marco referencial de la investigación**

Las investigaciones realizadas que guardan relación con el presente estudio son las siguientes:

- Benites, W. (2009) presenta un estudio con la misma estructura excluyendo el análisis económico-financiero. El proceso de producción es muy similar, aunque no incluye el baño anti manchas. Asimismo, contiene información técnica sobre la maquinaria necesaria, sobre el mercado de madera aserrada y sobre la situación de la deforestación en el Perú. Las principales diferencias son el tipo de madera elegido, la teca, y el mercado objetivo del producto, ya que en el proyecto de Benites se plantea la exportación a Estados Unidos.
- García, C. (2000) muestra la trascendencia del desarrollo de la industria maderera del Perú. Brinda información sobre el sector forestal, la deforestación y los beneficios económicos, sociales y ambientales de la reforestación. También explica el marco legal que rige al sector. Sin embargo, los objetivos del trabajo de investigación son muy distintos al presente ya que no evalúa la instalación de una planta específica, más bien analiza y evalúa al sector maderero nacional de forma general.
- Gatter, S. (2005) muestra información sobre los costos a lo largo de la cadena de suministro, desde el procesamiento de la madera hasta el transporte al cliente final. Además presenta información sobre el rendimiento forestal y sobre el proceso de

aserrado de la madera. Sin embargo, una importante diferencia es que está ubicado en Ecuador y el estudio de mercado se focaliza en ese mercado. Además, se evalúan diferentes variedades de madera a la del pino.

- Guzmán, J. (1991) presenta el proceso de aserrado exceptuando al baño anti manchas, el cual le da un valor agregado adicional. Sin embargo, hay 2 diferencias con el estudio actual. En primer lugar, las variedades de madera utilizadas en el proyecto de Guzmán son el tornillo, la moena y la cumala. En segundo lugar, el proyecto de Guzmán busca lograr una integración vertical hacia atrás mediante la plantación de pinos.
- Trigueros, A (1994) presenta un estudio con similitudes en el proceso productivo, la maquinaria y la estructura de costos del proyecto. Sin embargo, utiliza como materia prima otras variedades de madera como el tornillo, la caoba y el cedro. Además, es un estudio realizado hace más de 20 años por lo que las características del mercado eran muy diferentes. Las importaciones del sector han aumentado 436% en los últimos 10 años y la tecnología ha avanzado permitiendo procesos más productivos.

## **1.6 Análisis del sector**

Para analizar el sector se utilizó el método de las 5 fuerzas de Porter. A continuación son descritos los aspectos importantes de cada una de ellas.

### **Poder de negociación de los proveedores: Alto**

Materia prima son los troncos de pino, los cuales serán comprados de proveedores de la zona. Granja Porcón concentra la producción pues posee 10,800 hectáreas de pinos plantados, dejando un espacio bajo para poder negociar con él. Tendrán un alto poder de negociación pues la producción de madera rolliza de pino solo asciende a 77.741 m<sup>3</sup>.

### **Poder de negociación de los clientes: Bajo**

Los clientes, fabricantes de productos de madera, tienen un alto grado de atomización dado que el 97% del sector está compuesto por MYPES. Asimismo, la posibilidad de que se integren hacia atrás es baja ya que más del 60% de ellos se encuentran en la costa (Lima, Arequipa y Piura) y plantar árboles en tierras forestales implicaría una gran inversión.

### **Amenaza de nuevos entrantes: Media**

La inversión requerida para el procesamiento de la madera ofreciendo un producto de alta calidad es elevada pues se requiere maquinaria especializada. Sin embargo, estas se podrían alquilar o se podría tercerizar el procesamiento de la madera y la inversión consistiría en la compra del terreno, la cual es favorecida por políticas gubernamentales como por la Ley 29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre. Además, se trata de un producto que no posee muchos factores de diferenciación.

### **Amenaza de productos sustitutos: Alta**

Se tiene productos de otros materiales que satisfacen la misma necesidad. Como opciones más económicas, se tiene a los tableros de aglomerados de fibra de madera como el MDF y la melamina, cuyo uso se ha ido extendiendo; no obstante, son productos con una resistencia y durabilidad inferior a la de la madera. Alternativamente, otros productos sustitutos son el hormigón y el acero; sin embargo, la madera presenta la ventaja de ser un material ecológico y preferido estéticamente. Entre los productos de madera en general, los de mayor producción y demanda en el Perú son el tornillo, el cedro y la caoba, siendo estas últimas dos las de mayor valor comercial.

### **Rivalidad entre los competidores existentes: Baja**

La mayor parte de la madera aserrada de pino que se utiliza en el Perú es importada de Chile, representando el 92% en peso del total importaciones en el 2013. La madera importada tiene una gran desventaja frente a la nacional porque los costos adicionales de transporte se deben trasladar al precio.

En el 2012 había 1350 empresas registradas productoras de madera aserrada a lo largo del país y las de mayor participación fueron las siguientes: Maderera Bozovich S.A.C. (13,0% de participación), IMK Maderas SAC. (5,6%), Nature Wood (PERU) SAC (4,7%), Maderera Vulcano SAC (4,7%) y Consorcio Maderero SAC (4,6%).



## CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO

### 2.1 Aspectos generales del estudio de mercado

Se definió el producto y se hizo una evaluación de bienes complementarios y bienes sustitutos.

#### 2.1.1 Definición comercial del producto

El producto propuesto en el proyecto consiste en tablones de madera de pino. Las normas técnicas que contemplan su elaboración son las siguientes: NTP 251.003:1990 MADERA ASERRADA. Dimensiones. Método de medición y NTP 251.101:1988 MADERA ASERRADA. Defectos. Definiciones y clasificación de medición. Se define un tablón de madera como una pieza de madera plana, más larga que ancha, poco gruesa y cuyas dos caras son paralelas entre sí. Se utilizará madera de pino, proveniente de la especie *pinus radiata*.

La diferenciación del producto frente a la madera aserrada de pino producida localmente es la alta calidad del producto, asegurada por las operaciones de secado artificial de la madera y el baño anti manchas. Además se utilizará madera nacional y se priorizará aquella que sea proveniente de bosques con certificación forestal por haber sido reforestados. Con ello se reforzará la sostenibilidad ambiental del proyecto. A continuación se describen los 3 niveles del producto: básico, real y aumentado.

- **Producto básico:** Los tablones de madera de pino son la materia prima para los productos en base a esta madera, entre los cuales se tienen productos de mobiliario, decoración, productos de carpintería y elementos de construcción. Las principales necesidades que satisfacen estos productos son la seguridad y comodidad.
- **Producto real:** Los tablones de madera de pino serán tratados con una solución anti manchas y serán secados artificialmente para garantizar una alta calidad. La madera de pino tiene varias cualidades que la hacen ideal para la producción de

muebles: ofrece la mejor combinación de densidad, resistencia, dureza, contracción, flexión y flexibilidad, y destaca por su alta impregnabilidad y facilidad de procesamiento. La marca del producto será Pino Verde y se posicionará como una marca nacional y amigable con el medio ambiente. Los tablones de madera no poseerán empaque y sus dimensiones serán variables, teniendo las siguientes combinaciones posibles: espesor 15 - 19 - 33 - 41 mm, ancho 95 – 145 – 195 - 245 mm y largo 2,44 – 3,05 – 3,66 - 3,96 – 4,88 m.

- **Producto aumentado:** La empresa ofrecerá sus productos en un local comercial ubicado en Villa María del Triunfo permitiendo el rápido abastecimiento de sus clientes. Le dará crédito a 30 días a sus clientes. Asimismo, se garantizará a los clientes que los tablones cumplirán con las especificaciones técnicas del producto y contará con una alta calidad. Se tendrá una línea telefónica de atención a reclamos con el objetivo de recibir retroalimentación en un marco de mejora continua.

En la figura 2.1, se muestra una imagen del producto.

Figura 2.1

*Tablones de madera*



Nota. Adaptado de Sodimac, (s.f.)

### **2.1.2 Principales características del producto**

Se profundizó en las características y usos del producto.

#### **2.1.2.1 Posición arancelaria NANDINA, CIUU**

La partida arancelaria del producto es 4407109000: Demás madera aserrada o desbastada longitudinalmente de coníferas, de espesor >6mm. En cuanto a la



clasificación internacional industrial uniforme (CIU), el producto forma parte de la Clase: 2010 - Aserrado y acepilladura de madera.

### **2.1.2.2 Usos y características del producto**

El producto puede ser utilizado como materia prima para los siguientes productos:

- Mueblería: bancas, mesas, estantes, camas, sillas.
- Construcción: estructuras de tabiquerías, techos envigados.
- Carpintería: puertas, suelos, revestimientos de fachadas, ventanas, terrazas.

Algunas de sus propiedades físicas, químicas y organolépticas son las siguientes:

- Forma: paralelepípedo.
- Dimensiones: combinación de las siguientes medidas:
  - Espesor 15 – 19 – 33 – 41 mm.
  - Ancho 95 - 145 - 195 - 245 mm.
  - Largo 2,44 – 3,05 – 3,66 - 3,96 – 4,88 m.
- Color: beige claro, uniforme y suavemente vetado con líneas longitudinales oscuras.
- Olor: característico a madera resinosa.
- Textura: lisa y suave.
- Peso: liviano.
- Características: alta flexibilidad, alta impregnabilidad, resistencia media, dureza media, alta facilidad de procesamiento.

### **2.1.2.3 Bienes sustitutos y complementarios**

Los productos sustitutos son aquellos que pueden ser utilizados como materia prima para los mismos usos que fueron detallados en el punto 2.1.2.2. Entre ellos se encuentran los tableros de aglomerados de fibra de madera como el MDF y la melamina, productos con una resistencia y durabilidad inferior a la de la madera pero cuyo uso se ha ido extendiendo por representar una alternativa más económica.

Además, hay que considerar a otros tipos de madera como producto sustitutos. Se distinguen 2 grandes grupos: maderas duras y maderas blandas. Las primeras provienen de árboles de lento crecimiento, son más densas, difíciles de trabajar y tienen un precio bastante mayor que las maderas suaves. Entre ellas se encuentra el roble, el nogal, el cerezo, la encina, el olivo, la caoba, el castaño y el olmo.

Las maderas suaves, entre ellas el pino, provienen de árboles de alto crecimiento denominados coníferos, son más fáciles de trabajar, tienen una alta impregnabilidad y tienen un menor precio. Son maderas suaves el cedro, abeto, ciprés, picea, haya, fresno, álamo, abedul, aliso y chopo. Sin embargo, la madera de pino es la que presenta una mejor relación calidad/precio.

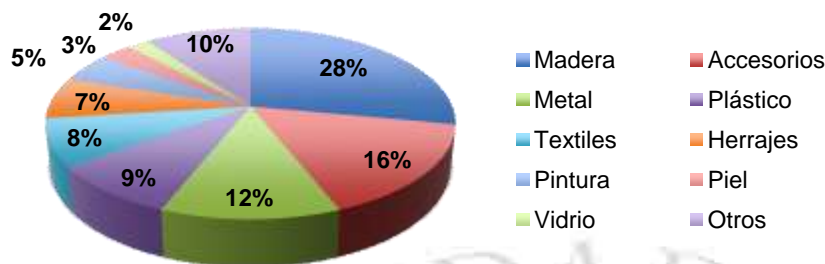
Otros productos sustitutos son el hormigón y el acero, sin embargo la madera presenta la ventaja de ser un material ecológico y preferido estéticamente. Por último se tiene como producto sustituto al plástico, el cual también representa una opción más económica pero menos estética y más frágil que la madera.

En la figura 2.2 se puede apreciar que la madera es el principal material de fabricación de los muebles pues representa el 28% del costo total. El metal y el plástico caen dentro de la categoría de bienes sustitutos, pero no son considerados como una amenaza. El resto de materiales son bienes complementarios.

En general, todo insumo utilizado en la fabricación de productos de madera es considerado un bien complementario. Los elementos de unión como las tuercas y clavos, los recubrimientos como el barniz y la pintura, y los accesorios y componentes como las manijas y las asas son considerados bienes complementarios.

Figura 2.2

*Composición del costo de materiales en la fabricación de muebles*



Nota. Adaptado de Observatorio Industrial de la Madera, (2014). Elaboración propia

### 2.1.3 Determinación del área geográfica que abarcará el estudio

El estudio se realizará en Perú con el objetivo de destinar la producción al mercado nacional para cubrir el amplio déficit en la balanza comercial calculado en el punto 2.2. El estudio se centrará en Lima pues ahí se concentra el 44% de los fabricantes de muebles.

### 2.1.4 Determinación de la metodología que se empleará en la investigación de mercado

Se estimó la demanda del proyecto proyectando la tendencia histórica en el consumo de madera aserrada de coníferas<sup>1</sup> de acuerdo a la ecuación 2.1. Luego se hizo una segmentación para determinar el porcentaje del mercado que es posible atender.

$$DIA = Importaciones - Exportaciones + Producción \quad (2.1)$$

## 2.2 Análisis de la demanda

Se procedió a analizar cada componente de la demanda por separado.

### 2.2.1 Demanda histórica

Las tendencias de cada componente se analizaron en base a los últimos 11 años.

<sup>1</sup> Las coníferas son árboles cuyas estructuras reproductivas son llamadas conos o piñas en lugar de flores, crecen con forma cónica y tienen hojas alargadas.

### 2.2.1.1 Importaciones / exportaciones

La tabla 2.1 muestra el comercio internacional histórico del producto.

Tabla 2.1

#### *Importaciones de madera aserrada de coníferas en el Perú*

Año	Importaciones (m <sup>3</sup> )	Exportaciones (m <sup>3</sup> )	Importaciones netas (m <sup>3</sup> )
2003	15 943	3187	12 756
2004	20 170	10 809	9 361
2005	21 670	4 668	17 002
2006	24 500	11 818	12 682
2007	38 999	2 555	36 444
2008	52 456	8 567	43 889
2009	47 553	9 271	38 282
2010	98 398	13 540	84 858
2011	92 975	5 942	87 033
2012	85 438	767	84 671
2013	115 425	596	114 829

Nota. Fuente: FAO, (2014); Trademap, (2015); SUNAT (2015). Elaboración propia.

Las importaciones netas han crecido a una tasa anual promedio de 24,6%, evidenciando una tendencia al alza. Las ventajas diferenciales que tiene la madera importada sobre la nacional es la alta calidad lograda por medio del secado artificial y el hecho de que esta se ofrece en las dimensiones comerciales utilizadas en el mercado de madera. Por ello, para competir con las importaciones se tiene que adoptar ambas características utilizando materia prima nacional.

### 2.2.1.2 Producción

En la tabla 2.2 se muestra la producción anual de madera aserrada de coníferas durante los últimos 10 años. Esta ha crecido a una tasa promedio anual de 2,9% en dicho periodo, cifra que se encuentra por debajo de la velocidad de crecimiento de las importaciones. De ello se puede concluir que el déficit comercial de madera aserrada de coníferas se ha ampliado.

Tabla 2.2

*Producción de madera aserrada de pino en el Perú*

Año	Producción (m <sup>3</sup> )
2003	6.000
2004	9.000
2005	7.000
2006	16.000
2007	16.000
2008	13.000
2009	7.000
2010	2.000
2011	9.000
2012	8.000
2013	8.000

Nota. FAO, (2014). Elaboración propia

**2.2.1.3 Demanda Interna Aparente (DIA)**

A partir de la información detallada en los puntos 2.2.1.1 y 2.2.1.2 y aplicando la ecuación 2.1, se estimó en la tabla 2.3 la demanda interna aparente (DIA) histórica.

Tabla 2.3

*Demanda interna aparente (DIA) histórica de madera aserrada de coníferas*

Año	Producción (m <sup>3</sup> )	Importaciones netas (m <sup>3</sup> )	DIA (m <sup>3</sup> )
2003	6.000	12.756	18.756
2004	9.000	9.361	18.361
2005	7.000	17.002	24.002
2006	16.000	12.682	28.682
2007	16.000	36.444	52.444
2008	13.000	43.889	56.889
2009	7.000	38.282	45.282
2010	2.000	84.858	86.858
2011	9.000	87.033	96.033
2012	8.000	84.671	92.671
2013	8.000	114.829	122.829

Nota. FAO, (2014); Trademap, (2015); SUNAT, (2015). Elaboración propia.

La DIA ha crecido a una tasa promedio anual de 20,7% en los últimos 10 años, siguiendo una tendencia al alza. Además, las importaciones netas representaron el 93,5%

de la DIA en el año 2013. Esto evidencia una oportunidad para el proyecto pues existe la oportunidad abordar un mercado en expansión sustituyendo importaciones con producción nacional, evitando altos costos logísticos de importación.

## 2.2.2 Demanda potencial

Se analizó la penetración de mercado para estimar la demanda potencial.

### 2.2.2.1 Patrones de consumo

El consumo de madera aserrada de coníferas per cápita en el Perú en el 2013 fue 4.04 m<sup>3</sup> por cada 1000 habitantes, monto relativamente bajo comparado con otros países de Sudamérica, tal como se muestra en la tabla 2.4. Tomando la penetración sudamericana, hay espacio para sextuplicar la penetración del producto en el Perú.

Tabla 2.4

*Consumo per cápita de madera aserrada por región*

Región	Consumo per cápita (m <sup>3</sup> / 1000 hab)
Chile	266,4
Brasil	42,4
Uruguay	28,1
Argentina	24,0
Venezuela	22,1
Ecuador	7,6
Sudamérica	24,9

Nota. FAO, (2014); Banco Mundial, (2014). Elaboración propia

### 2.2.2.2 Determinación de la demanda potencial

Considerando el consumo per cápita sudamericano y la población estimada del Perú en el 2014 que asciende a 30.814.175 habitantes, la demanda potencial de madera aserrada en el Perú en el 2014 es 767.353 m<sup>3</sup> al año. Hay que tomar en cuenta que esta crecerá anualmente como mínimo al mismo ritmo que crecerá la población.

### 2.2.3 Proyección de la demanda y metodología de análisis

Para proyectar la DIA se analizó su relación con la población y con el PBI. La tabla 2.5 muestra los coeficientes de determinación de cada una de las regresiones hechas.

Tabla 2.5

*Coefficientes de determinación*

Tipo	Población	PBI real
Lineal	0,9110	0,9420
Logarítmica	0,9055	0,9183
Potencial	0,9382	0,9587
Exponencial	0,9366	0,9442

Nota. INEI, (2014); FMI, (2015). Elaboración propia.

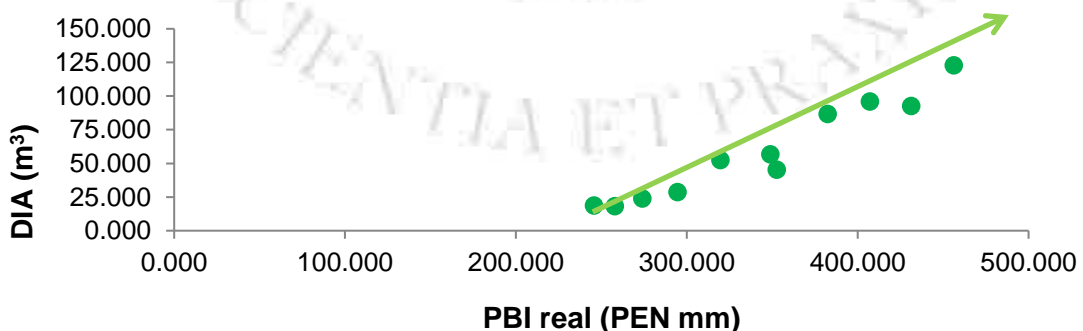
La DIA guarda una relación más estrecha con el PBI real que con la población pues tiene coeficientes de determinación más altos, por ello se eligió al PBI real como variable base. A pesar de que el coeficiente más alto se obtuvo en la regresión potencial, se eligió a la regresión lineal para partir de un escenario más conservador. La ecuación 2.2 muestra el resultado de la regresión entre PBI real (PEN mm) y DIA (m<sup>3</sup>).

$$DIA = 0,491 * (PBI\ real) - 109.861 \quad (2.2)$$

La figura 2.3 muestra la regresión lineal entre el PBI real y la DIA histórica.

Figura 2.3

*Demanda de madera aserrada de coníferas vs. PBI real*



Nota: INEI, (2015). Elaboración propia.

El horizonte de evaluación del proyecto comprende el periodo desde el 2015 y hasta el 2023. En la tabla 2.6 se muestra la DIA proyectada en base a la ecuación 2.1 y a las proyecciones del crecimiento del PBI real hechas por el FMI.

Tabla 2.6

*Madera aserrada de coníferas: Proyección de la demanda - Perú*

Año	PBI real (PEN mm)	DIA (m <sup>3</sup> )
2014	472 662	122 238
2015	496 840	134 111
2016	524 037	147 466
2017	552 918	161 648
2018	583 442	176 636
2019	615 354	192 307
2020	649 011	208 834
2021	684 510	226 266
2022	721 950	244 650
2023	761 438	264 041

Nota: FMI, (2015). Elaboración propia.

### 2.3 Análisis de la oferta

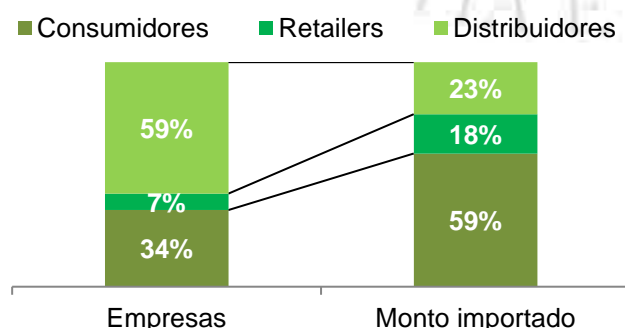
Se analizó la competencia y la oferta actual.

#### 2.3.1 Análisis de la competencia

En el Perú, la mayor parte del consumo de madera aserrada de pino proviene de madera importada. En el año 2013, las importaciones netas cubrieron el 93,5% del consumo local. Actualmente ningún aserradero nacional abastece al mercado de Villa El Salvador pues tendría que competir con productos de mejor calidad. En los importadores se puede reconocer tres diferentes tipos de empresas. En la figura 2.4 se muestra el número de empresas de cada segmento y su volumen de importaciones como porcentaje.

Figura 2.4

*Importaciones agregadas por tipo de empresa*



Nota. SUNAT, (2015). Elaboración propia



Los minoristas, al igual que los consumidores, son considerados como una oportunidad de mercado. Este segmento incluye a las 3 tiendas de mejoramiento del hogar con presencia nacional<sup>2</sup>, quienes representan un canal alternativo para llegar a hogares y carpinteros independientes. Los distribuidores son considerados como competidores directos pues son quienes verán afectadas sus ventas tras el ingreso al mercado de Pino Verde. La tabla 2.7 muestra las importaciones hechas por distribuidores mayoristas:

Tabla 2.7

*Importaciones por distribuidores de madera aserrada de coníferas en el 2013*

Empresa	Importaciones (m <sup>3</sup> )	Participación (%)
Maderera Andina	57.774	84,4%
Compañía Industrial Maderera San Paulo	2.204	3,2%
Negociación Comercial Santa María	1.752	2,6%
La Casa del Pino Maderera	1.723	2,5%
Arauco Perú	1.449	2,1%
Maderas América	1.441	2,1%
Comercial Check Import Export	575	0,8%
Industria Forestal JRB	542	0,8%
Corporación Jocema	306	0,4%
Representaciones Martin	251	0,4%
Representaciones Comerciales Filamer Yrupailla	200	0,3%
Maderas, Puertas y Embalajes	172	0,3%
Toronto Perú	43	0,1%
Aserradero y Negocios Madereros Internacionales	42	0,1%
Total	68.473	100,0%

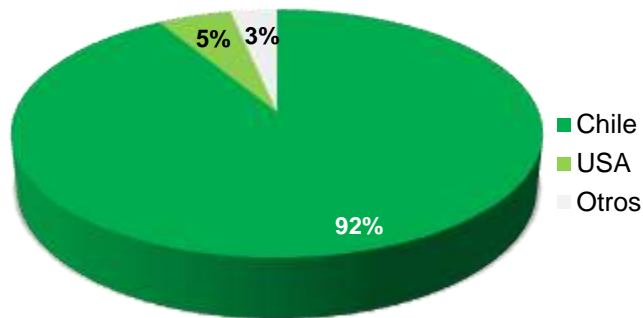
Nota. Data Trade, (2014). Elaboración Propia

Resalta notablemente la empresa Maderera Andina, la cual posee una participación del 84,4% sobre el total de importaciones por distribuidores mayoristas, 50,0% sobre el total de importaciones y 47,0% sobre el total del mercado. La empresa se encuentra ubicada en Lima y tuvo ventas por USD 21 mm en el 2012. Cuenta con una flota de 10 camiones con la cual distribuye sus productos en Lima y provincias. Además de ofrecer tablones de madera aserrada de pino, también cuenta con material de embalaje, triplay fenólico, MSD, MDF, Melamina, entre otros.

También es necesario considerar como competencia a las empresas productoras en el extranjero. Tal como se observa en la figura 2.5, el 92% de las importaciones provienen de Chile. Por esta razón, se ha limitado el análisis a los principales productores de madera aserrada de *pinus radiata* en Chile.

Figura 2.5

*Importaciones de madera de pino por país*



Nota. SUNAT, (2015). Elaboración: Ministerio de Agricultura (2012)

En el mercado local existe un bajo reconocimiento a las marcas pues más importantes son atributos como calidad y precio. Sin embargo, existe una empresa que tiene una participación mayoritaria dentro de las importaciones: Arauco. Esta empresa, con más de 45 años de trayectoria, es una empresa especializada en el sector forestal habiendo incursionado en la plantación de pino radiata (integración vertical); en el aserrado de madera para mueblería, construcción, uso industrial y embalaje; producción de celulosa; y en la producción de paneles.

### 2.3.2 Oferta actual

La oferta actual del mercado ofrece 2 opciones para los fabricantes de muebles en lo que se refiere a madera de pino. Ellos pueden decidir abastecerse de producto importado, principalmente proveniente de Chile, o de producto producido localmente por aserraderos nacionales.

La propuesta de valor de los importadores consiste en ofrecer un producto de alta calidad asegurada por el secado artificial y el baño anti manchas a un mayor precio que los productos locales pues incorpora costos de importación como flete, seguros, aranceles, cartas de crédito, entre otros.

Por otro lado, la propuesta de valor de los productores locales consiste en ofrecer un producto a precio bajo pero de baja calidad, sin secar y sin medidas uniformes. Los productores de muebles tienen que secar por cuenta propia la madera a través de empresas localizadas en Villa María del Triunfo que cuentan con hornos de secado. Sin embargo, por la heterogeneidad de la materia prima que proviene de distintos aserrados y plantaciones, se obtiene un producto final poco estandarizado y de baja calidad.

El proyecto busca combinar parte de ambas propuestas de valor. Por un lado, alcanzar la calidad de la madera proveniente de Chile. Por otro lado, ofrecerla a un menor precio sustentado en el ahorro de costos de importación como fletes, seguros, aranceles, cartas de crédito, entre otros.

## **2.4 Demanda para el proyecto**

Se determinó el mercado del proyecto proyectando la demanda y segmentándola.

### **2.4.1 Segmentación del mercado.**

El mercado que se analiza para el proyecto es el mercado peruano. La región escogida para ser el mercado objetivo es Lima Sur, compuesta principalmente por el distrito de Villa El Salvador (“VES”), ya que es ahí donde se concentra el mayor procesamiento de madera aserrada en el Perú.

Entre los diversos sectores que utilizan madera aserrada como materia prima se tiene a la carpintería, construcción, mueblería, entre otros. Se ha seleccionado al sector mueblería por ser el que utiliza un mayor porcentaje del pino debido a que sus características de facilidad de procesamiento, liviandad y resistencia son ideales para la fabricación de muebles.

En síntesis, se segmenta al mercado de madera aserrada de pino como sigue:

- **País:** Perú
- **Región:** Lima Sur
- **Sector:** Mueblería

#### 2.4.2 Selección del mercado meta.

Se seleccionó el mercado considerando la segmentación descrita en el punto 2.4.1 y utilizando los siguientes criterios:

- Según Werner Schuller, experto en el mercado de madera de pino, se estima que el porcentaje de la madera aserrada de pino consumida en el Perú que se destina a la fabricación de muebles corresponde al 85%.
- Según Desco, el 44% de fabricantes de muebles se encuentran concentrados en Lima. El 32% de ellos están ubicados en Lima Sur, principalmente en VES.

Para determinar la probabilidad de compra del producto se realizó una encuesta a fabricantes de muebles en Villa El Salvador. En base a ella se determinó que si la madera de pino nacional cumpliera los estándares de calidad chilena que incluyen el secado artificial, el baño anti manchas y el dimensionado, 76% de los fabricantes de muebles que utilizan madera de pino la comprarían con una intensidad de compra del 66%. En base a dichos factores se define una participación de mercado de 50%.<sup>3</sup>

#### 2.4.3 Determinación de la demanda para el proyecto

La demanda interna aparente fue ajustada con la ecuación 2.3, la cual surge de la segmentación detallada en el punto 2.4.2. Los resultados son presentados en la tabla 2.8.

$$\text{Demanda (m}^3\text{)} = \text{DIA} * 85\% * 44\% * 32\% * 50\% \quad (2.3)$$

Tabla 2.8

*Madera aserrada de pino: Demanda para el proyecto*

Año	DIA (m <sup>3</sup> )	Demanda del proyecto (m <sup>3</sup> )
2016	147.466	8.908
2017	161.648	9.765
2018	176.636	10.671
2019	192.307	11.617
2020	208.834	12.616
2021	226.266	13.669
2022	244.650	14.779
2023	264.041	15.951

<sup>3</sup> Ver Anexo 2. Nivel de confianza: 90%, error relativo: 14%. Tamaño de la muestra: 21.

El horizonte de evaluación del proyecto es de 8 años pues se consideró que es el periodo en el cual se pueden hacer proyecciones que reflejen adecuadamente la realidad.

## **2.5 Comercialización**

Se analizó el mix comercial del proyecto.

### **2.5.1 Políticas de comercialización y distribución**

Los tablones de madera de pino son dirigidos al mercado organizacional y por ello se definió una distribución directa al cliente final sin intermediarios. Para ello se contará con un local comercial en Villa María del Triunfo, distrito en el cual se abastecen de madera los fabricantes de mueble de Villa El Salvador.

La lealtad al proveedor de madera es baja. Esto se debe a que los comercializadores ofrecen similares niveles de calidad, por lo que la variable que determina la decisión de compra es el precio. Contar con un local comercial en Villa María El Triunfo al igual que los importadores permitirá competir a igualdad de condiciones con ellos, evitar a intermediarios que incrementen el precio y tomar control sobre el nivel de servicio de la empresa.

### **2.5.2 Publicidad y promoción**

Se hará visitas periódicas a los fabricantes de muebles con muestras de los tablones de pino para mostrar la calidad superior del producto. Además, se asistirá a ferias como Fenafor<sup>4</sup> con material promocional de la empresa.

Se pondrá especial énfasis en resaltar el hecho de que la madera de pino proviene de bosques certificados, lo cual puede ser utilizado por los clientes para la promoción de sus productos. Se enfatizará en el origen nacional de la madera y en su alta calidad, asegurada por el secado artificial y el baño anti manchas, procesos que constituyen el principal factor de diferenciación frente al resto de la madera de pino nacional.

---

4 Feria internacional de maquinarias, equipos, insumos y servicios para la industria maderera, muebles, carpintería y tableros

### 2.5.3 Análisis de precios

Se analizó el mercado para definir precios competitivos en el proyecto.

#### 2.5.3.1 Tendencia histórica de los precios

La calidad del producto del proyecto se asemeja a la del producto importado, por lo cual este último es un buen referente para entender la tendencia de precios. En la tabla 2.9 se muestra la tendencia histórica de los precios CIF de la importación de madera aserrada de coníferas.

Tabla 2.9

*Madera aserrada de coníferas: Precio CIF de importaciones - Perú*

Año	Precio CIF (PEN/m <sup>3</sup> )
2003	705
2004	729
2005	846
2006	865
2007	885
2008	904
2009	842
2010	676
2011	735
2012	885
2013	902

Nota. FAO, (2014); SUNAT, (2015). Elaboración propia.

Se puede observar que los precios han crecido a una tasa promedio anual de 2.5%. Entre el 2008 y el 2010 hubo una caída de 25% en el precio debido al efecto internacional de la crisis económica mundial y al fuerte vínculo entre el pino y el sector construcción. Sin embargo, entre el 2010 y el 2013 se recuperó en 33% y en la actualidad muestra una tendencia al alza, la cual es conveniente para la viabilidad del proyecto.

#### 2.5.3.2 Precios actuales

En el mercado limeño se oferta madera aserrada de pino importada principalmente de Chile, cuyo precio con IGV varía entre PEN 2,60-2,80 por pie-tabla,

lo cual equivale a un rango de entre PEN 934 y PEN 1.006 por m<sup>3</sup> sin IGV.<sup>5</sup> El producto nacional no es comercializado en VES y por lo tanto su precio no es relevante para el proyecto.

Para el proyecto se ha definido un precio inicial en el 2016 de PEN 961 + IGV por m<sup>3</sup>, el cual representa el precio promedio del rango de precios actual ajustado por inflación al 2016 y descontado en 5% para ofrecer un menor precio al del mercado. Este precio es menor a todo el rango de precios esperados para madera de pino importada en el 2016. De esta manera se busca obtener una ventaja competitiva sobre los importadores.

## **2.6 Análisis de los insumos principales**

Se analizó la disponibilidad de madera rolliza de pino en el mercado peruano para validar la continuidad del proyecto.

### **2.6.1 Características principales de la materia prima**

La materia prima de los tablones de madera de pino es la madera rolliza de pino, es decir, aquella recién extraída del árbol denominado pino. Para el presente proyecto se utilizará madera de la especie *pinus radiata*, árbol comúnmente llamado pino radiata o pino insigne.

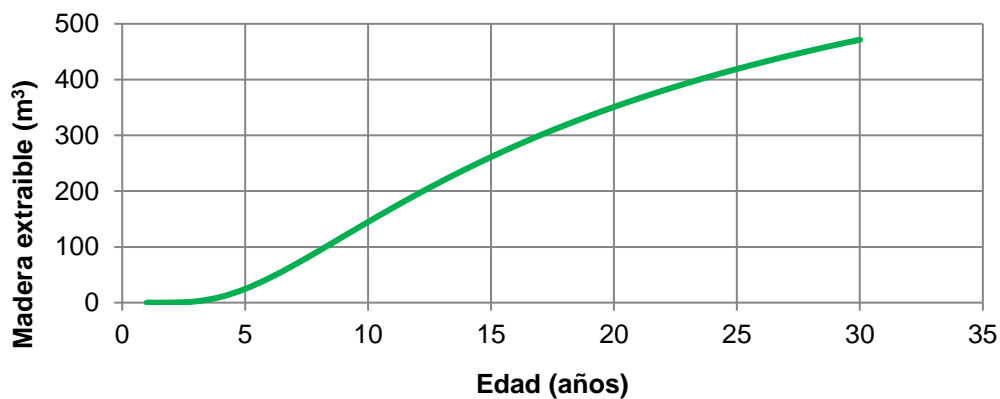
Este es un árbol que alcanza hasta 60 metros de altura y más de 100 cm de diámetro, con tronco recto y copa alargada y cónica. Su corteza es agrietada y de color café, mientras que internamente es de color crema-rosácea. En la figura 2.6 se puede observar la evolución del volumen de producción de madera rolliza de pino por hectárea según la edad.

---

5      1 m<sup>3</sup> equivale a 424 pie-tablas

Figura 2.6

*Crecimiento del pinus radiata por hectárea plantada*



Nota. Ministerio de Agricultura, (2012). Elaboración propia.

La madera de pino rolliza exenta de corteza, la cual representa cerca del 15% del volumen del tronco, presenta las siguientes características organolépticas:

- Color: la albura es blanca (corresponde a los anillos más jóvenes y externos del tronco), con transición gradual a duramen amarillo pálido (parte interna del tronco), aumentando su intensidad a marrón muy pálido.
- Veteado: suave con líneas longitudinales oscuras.
- Grano: recto (fibras siguen formación recta y uniforme).
- Textura: fina.
- Olor: característico a madera resinosa, fragante cuando está fresca.
- Sabor: ausente o no distintivo.
- Brillo: medio.

Adicionalmente, otras de sus características importantes es que es una madera muy fácil de trabajar con herramientas manuales y máquinas, e igualmente es fácil de tratar en sistemas de inmersión por su alta impregnabilidad. Sin embargo, no es resistente al ataque de hongos e insectos.

En la tabla 2.10, se tienen las características físicas y mecánicas de la materia prima:



Tabla 2.10

## Características físicas y mecánicas de la madera rolliza de pino

Características en el punto de saturación <sup>6</sup>		Valor promedio	Unidad
	Densidad	1,04	g/cm <sup>3</sup>
	Contracción normal	5,20	%
Flexión	Esfuerzo en límite proporcional	314,00	kg/cm <sup>2</sup>
	Módulo de ruptura	465,00	kg/cm <sup>2</sup>
Compresión paralela	Esfuerzo en límite proporcional	167,00	kg/cm <sup>2</sup>
	Módulo de ruptura	208,00	kg/cm <sup>2</sup>
Compresión perpendicular	Esfuerzo en límite proporcional	44,00	kg/cm <sup>2</sup>
	Módulo de ruptura	74,00	kg/cm <sup>2</sup>
	Dureza	257,00	Kg
	Cizalladura	64,00	kg/cm <sup>2</sup>
	Tenacidad	2,74	kg-m
	Humedad	30	%

Nota. Universidad Nacional de Colombia, (s.f.). Elaboración propia.

### 2.6.2 Disponibilidad de insumos

El proceso de abastecimiento de materia prima consiste en la compra de madera rolliza de pino de proveedores locales. La tabla 2.11 muestra que el 94.9% de la producción de madera rolliza de pino nacional proviene de Cajamarca.

Tabla 2.11

#### *Producción de madera rolliza de pino por departamento en el 2012*

Región	Producción (m <sup>3</sup> )	Porcentaje
Cajamarca	73 781	94,9%
Apurímac	1 251	1,6%
La Libertad	708	0,9%
Ancash	556	0,7%
Madre de Dios	543	0,7%
Pasco	448	0,6%
Arequipa	371	0,5%
Otros	83	0,1%
<b>Total</b>	<b>77 741</b>	<b>100%</b>

Nota. Ministerio de Agricultura, (2012). Elaboración propia.

<sup>6</sup> Las características están dadas para madera con un contenido de humedad de 30%, que equivale al “punto de saturación de la fibra”, punto que indica la máxima humedad que puede contener la madera sin que exista agua libre. Por encima de este nivel, las propiedades mecánicas de la madera son independientes del contenido de humedad.

Actualmente, dicha madera rolliza está siendo utilizada para diversos usos. Entre ellos, la producción de madera aserrada sin secar para muebles y para el sector construcción, producción de papel, producción de leña, entre otros.

El principal productor de pino en la región es Granja Porcón. Cuenta con 12.000 hectáreas de extensión, de las cuales aproximadamente el 90% están sembradas con *pinus radiata*. Asumiendo un crecimiento de 17,7 m<sup>3</sup> / ha-año y un rendimiento del proceso de aserrado de 40,0%<sup>7</sup>, se puede obtener una producción de 76.464 m<sup>3</sup> de madera aserrada de pino anualmente. Si se toma el diferencial entre la producción potencial de madera rolliza y la producción real en el año 2012, existe una capacidad de producción de materia prima no utilizada suficiente para producir 46,952 m<sup>3</sup> de madera aserrada de pino anualmente.

Más aún, para garantizar la continuidad del proyecto en el largo plazo, es necesario fomentar el cultivo de *pinus radiata* en la región. Cajamarca cuenta con 114.000 hectáreas por reforestar, creando un potencial de 2.017.800 m<sup>3</sup> de madera rolliza de pino al año, cantidad que permitiría producir 807.120 m<sup>3</sup> de madera aserrada al año. Para fomentar la plantación de pinos solo se comprará la materia prima a empresas que hagan un uso sostenible de sus recursos mediante la reforestación. Además, se planteará como potencial proyecto a futuro la integración vertical hacia atrás mediante la plantación propia de hectáreas con *pinus radiata*.

### 2.6.3 Costos de la materia prima

Según lo conversado en la entrevista con Julián Arospe, el abastecimiento de materia prima de un aserradero es en base a la compra de troncos. Los troncos de *pinus radiata* en Perú se venden a entre PEN 50 y PEN 60. Su diámetro mide entre 30 y 40 centímetros, y entre 8 y 10 metros de largo. El precio considera que el producto es entregado en un lugar con acceso a pista y listo para ser cargado en un camión.

Multiplicando el valor promedio de cada rango, se estima que el costo promedio de 1 m<sup>3</sup> de madera rolliza de *pinus radiata* en el 2014 es PEN 63,52. Este precio deberá ser ajustado por inflación cada año.

---

7 Esta cifra es determinada en la sección 5.2.2.3

Además, para incentivar el cultivo de *pinus radiata* y asegurar la continuidad del proceso así como la sostenibilidad ambiental, se ofrecerá un precio 10% por encima del precio del mercado a aquellos proveedores que cuenten con un certificado forestal de buenas prácticas.



## CAPÍTULO III. LOCALIZACIÓN DE PLANTA

### 3.1 Identificación y análisis de los factores de localización

Para determinar el lugar ideal en para localizar la planta del presente proyecto, se debe considerar diversos factores que afectarán a la rentabilidad de este. Algunos factores serán evaluados en el análisis de macro localización y otros en el análisis de micro localización. Los factores de macro localización son presentados a continuación.

- **Proximidad a la materia prima (A).** La planta utiliza como materia prima la madera rolliza de pino, la cual debe adquirirse en grandes cantidades ya que el rendimiento del proceso es en promedio 40,0%<sup>8</sup>; por ende, el transporte de la materia prima a la planta tiene un peso alto en los costos del proyecto. Puesto que el 95% de la producción de madera rolliza de *pinus radiata* se concentra en Cajamarca, se ha evaluado la distancia a dicha ciudad y el estado de las carreteras en el recorrido.
- **Cercanía al mercado (B).** El mercado objetivo seleccionado está ubicado en Villa El Salvador, Lima Metropolitana. Este es un factor importante a considerar pues la distribución al cliente final es parte del valor agregado que se ofrece a los clientes, con lo cual tendrá gran incidencia en los costos y rentabilidad del proyecto. Debe considerarse la distancia entre las posibles alternativas de localización y Lima, así como también el estado de las carreteras que facilitarán el transporte.
- **Disponibilidad de tierras por reforestar (C).** Para asegurar que los proveedores de madera rolliza tendrán espacio para expandir su producción y garantizar el abastecimiento de materia prima al aserradero, es importante que exista una alta disponibilidad de tierras por reforestar. Además, un potencial proyecto sería integrar verticalmente a la empresa mediante la plantación de pinos y para ello es conveniente que haya disponibilidad de tierras cercanas reforestables.

---

8 Esta cifra es determinada en la sección 5.2.2.3.

- **Condiciones climáticas (D).** Las condiciones ideales para el crecimiento del pino son precipitaciones entre 1.100 y 1.700 milímetros anuales, temperatura media del mes más frío entre 7,0°C y 11°C, y temperatura media del mes más cálido entre 16,5°C y 18,5°C. Una ubicación con dichas condiciones facilita la disponibilidad de materia prima.
- **Disponibilidad de mano de obra (E).** El proceso de producción es sencillo y la intensidad de la mano de obra en su desarrollo es mediano. A pesar de que la mano de obra utilizada en el proceso no requiere de alta especialización técnica, sí es importante contar con personal con educación superior para posiciones administrativas y de supervisión.
- **Abastecimiento de energía eléctrica (F).** La mayoría de operaciones del proceso de aserrado requiere de un suministro de energía eléctrica para poder funcionar. Por ello, es necesario contar con acceso a una red distribución eléctrica confiable que pueda garantizar la continuidad de la operación de la planta.

En la tabla 3.1 se presenta la matriz de enfrentamiento para determinar el peso de cada uno de los factores de macro localización en función a su importancia relativa.

Tabla 3.1

*Matriz de enfrentamiento de factores para macro localización*

Factor	A	B	C	D	E	F	Conteo	Peso
A		1	1	1	1	1	5	31,25%
B	0		1	1	1	1	4	25,00%
C	0	0		1	0	0	1	6,25%
D	0	0	1		0	0	1	6,25%
E	0	0	1	1		0	2	12,50%
F	0	0	1	1	1		3	18,75%
Total							16	100.00%

Luego se hizo un estudio de micro localización para determinar el mejor distrito para ubicar la planta. Los factores para la micro localización son listados a continuación.

- **Cercanía a Granja Porcón (G).** Por ser el principal proveedor de materia prima, es conveniente ubicar la planta cerca. De esta forma se ahorrará tiempo de transporte innecesario y un manejo más dinámico de la materia prima.
- **Costo y disponibilidad del terreno (H).** Se deberá evaluar la disponibilidad de terrenos para demostrar la viabilidad de implementar un aserradero en dicho distrito. Deberá contemplarse el impacto del costo del metro cuadrado pues en la medida en que la inversión necesaria sea menor, la rentabilidad del proyecto podrá aumentar.
- **Disponibilidad de agua y saneamiento (I).** Si bien el proceso no usa agua de manera intensiva, es conveniente contar con los servicios que permitan que el funcionamiento de la planta sea más manejable. El suministro de agua limpia debe ser regular, continuo y a un bajo costo.
- **Disponibilidad de mano de obra (J).** Es necesario volver a considerar este factor en el análisis de micro localización pues puede haber una amplia variabilidad entre la disponibilidad de mano de obra en distintos distritos de una misma provincia.
- **Abastecimiento de energía eléctrica (K).** Al igual que la disponibilidad de mano de obra, es necesario volver a incluir este factor en el análisis de micro localización pues puede haber una alta variabilidad entre la disponibilidad de energía eléctrica en distritos distintos dentro de una misma provincia.

La tabla 3.2 muestra el cálculo de pesos de cada factor de micro localización.

Tabla 3.2

*Matriz de enfrentamiento de factores para micro localización*

Factor	G	H	I	J	K	Conteo	Peso
G		0	1	0	0	1	8,33%
H	1		1	1	1	4	33,33%
I	1	0		0	0	1	8,33%
J	1	0	1		0	2	16,67%
K	1	1	1	1		4	33,33%
Total						12	100.00%

### **3.2 Identificación y descripción de las alternativas de localización**

Se ha escogido tres posibles provincias para ubicar la planta. Las alternativas se encuentran en diferentes regiones naturales pues el *pinus radiata* es un árbol que se adapta con facilidad a diversas condiciones climáticas por lo cual es posible cultivarlos en diferentes regiones. Además, la plantación de pinos no es parte del alcance del proceso del proyecto en cuestión, esta solo representa una oportunidad de expansión e integración vertical que deberá ser evaluada posteriormente.

En primer lugar está la provincia de Cajamarca. Ella concentra al 94,9% de la producción de madera rolliza de pino a nivel nacional. Esta provincia tiene un alto grado de pobreza lo cual puede significar varios obstáculos para la planta, además de estar alejada de Lima que alberga al mercado objetivo. Por otro lado, al tener una ubicación cercana a la materia prima puede permitir ahorrar costos logísticos de transporte.

En segundo lugar está la provincia de Lima, la cual además de contener al público objetivo del proyecto, es la provincia más desarrollada del Perú. Esto le da facilidades en cuanto a disponibilidad de mano de obra y servicios. Sin embargo, es necesario traer la materia prima desde otras localidades lo cual implica altos costos de transporte.

En tercer lugar está la provincia de Oxapampa. Esta provincia ha sido evaluada por contar con un buen clima, una alta disponibilidad de terrenos y quedar cerca a Lima.

### **3.3 Evaluación y selección de localización**

Se hizo un análisis de macro localización y otro de micro localización.

#### **3.3.1 Evaluación y selección de la macro localización**

Para poder utilizar el método del ranking de factores se definió una escala de calificación. Estos pueden ser muy malo (2), malo (4), regular (6), bueno (8) y muy bueno (10).

En la tabla 3.3 se muestra el valor de variables clave que permiten cuantificar, evaluar y comparar cada uno de los factores en cada una de las alternativas de localización elegidas.

Tabla 3.3

*Características de Cajamarca, Lima y Oxapampa*

	<b>Factor</b>	<b>Cajamarca</b>	<b>Lima</b>	<b>Oxapampa</b>
A	Distancia a Cajamarca (km)	0 km	796 km	1.108 km
	Condición de la carretera	N.A.	Asfaltada	No asfaltada
B	Distancia a Lima (km)	796 km	0 km	382 km
	Condición de la carretera	Asfaltada	N.A.	No asfaltada
C	Tierras por reforestar (ha)	676.076 ha	434.446 ha	502.200 ha
	Precipitaciones anuales (mm)	720 mm	16 mm	1.408 mm
D	Temperatura media del mes más frío (°C)	13°C	15.3°C	17.0°C
	Temperatura media del mes más cálido (°C)	14°C	23.0°C	19.3°C
	Temperatura mínima del año (°C)	3°C	11.9°C	8.9°C
E	Población de la provincia (habitantes)	381.725	8.755.262	91.979
	P.E.A. del departamento (habitantes)	51,0%	52,7%	52,6%
	Sueldo mensual promedio (PEN)	798 PEN	1.487 PEN	835 PEN
	Años promedio de estudios alcanzados	7,8	11,1	9,5
F	Grado de electrificación departamental (%) <sup>9</sup>	72.6%	94.7%	82.7%
	Costo de energía en HP en MT2 (PEN/MWh)	18.27	18.22	19.84

Nota. MINEM, (2014); INEI, (2014); MAG, (2012); Google Maps, (2014). Elaboración propia.

En base a estos factores se procedió a aplicar el método de ranking de factores a nivel de macro localización. Los resultados se pueden observar en la tabla 3.4.

Tabla 3.4

*Ranking de factores para la macro localización*

Factor	Peso	<b>Cajamarca</b>		<b>Lima</b>		<b>Oxapampa</b>	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
A	31,25%	10	3,125	2	0,625	2	0,625
B	25,00%	2	0,500	10	2,500	4	1,000
C	6,25%	10	0,625	6	0,375	8	0,500
D	6,25%	8	0,500	2	0,125	2	0,125
E	12,50%	6	0,750	6	0,750	4	0,500
F	18,75%	6	1,125	10	1,875	6	1,125
Puntaje total		<b>6,625</b>		<b>6,250</b>		<b>3,875</b>	

<sup>9</sup> Porcentaje de hogares con acceso a electricidad.



Cajamarca fue elegida como la mejor provincia para localizar la planta ya que obtuvo el mayor puntaje. Esto se debe principalmente a su cercanía a la materia prima, condiciones climáticas y gran disponibilidad existente de tierras por reforestar.

Si bien Lima tiene un alto puntaje, se debe tomar en cuenta que el peso del producto final es 40% del peso de la madera rolliza utilizada. Por ende, el ahorro logístico de tener el aserradero cerca a la producción de materia prima valida la elección de ubicar la planta en Cajamarca. Dicho ahorro logístico no es reflejado apropiadamente en el ranking de factores por la corta diferencia entre los pesos de los factores A y B, la cual no es posible incrementar sin alterar las reglas de la metodología.

### 3.3.2 Evaluación y selección de la micro localización

A continuación se hizo el análisis similar de micro localización para elegir la ubicación a nivel de distrito. Se planteó tres opciones: Cajamarca, Baños del Inca y La Encañada; ya que son los distritos con una mayor población, lo cual sugiere una mayor disponibilidad de mano de obra. En la tabla 3.5 se muestra los valores para cada distrito de variables claves referentes a cada factor de micro localización.

Tabla 3.5

*Características de Cajamarca, Baños del Inca y La Encañada*

	<b>Factor</b>	<b>Cajamarca</b>	<b>Baños del Inca</b>	<b>La Encañada</b>
G	Distancia a Granja Porcón (km)	33,1 km	36,5 km	63,3 km
H	Disponibilidad de terrenos industriales	13	9	0
	Precio promedio del terreno (USD/m <sup>2</sup> )	332 USD/m <sup>2</sup>	246 USD/m <sup>2</sup>	N.A.
I	Población con servicio de agua potable (%)	78,2%	38,5%	29,5%
J	Población (habitantes)	240.614	42.043	13.279
	Densidad poblacional (hab/km <sup>2</sup> )	629 hab/km <sup>2</sup>	152 hab/km <sup>2</sup>	63 hab/km <sup>2</sup>
K	Redes de media tensión	Abundantes	Abundantes	Escasas

Nota. INEI, (2014); Atlas Cajamarca, (2015); Doomos, (2015); Google maps, (2014). Elaboración propia.

En base a estos factores se procedió a aplicar el método de ranking de factores para seleccionar el distrito adecuado para la ubicación de la planta, el cual se puede observar en la tabla 3.6.

Tabla 3.6

*Ranking de factores para la micro localización*

Factor	Peso	Cajamarca		Baños del Inca		La Encañada	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
G	8,33%	8	0,667	6	0,500	2	0,167
H	33,33%	8	2,667	8	2,667	2	0,667
I	8,33%	10	0,833	4	0,333	4	0,333
J	16,67%	10	1,667	4	0,667	2	0,333
K	33,33%	10	3,333	10	3,333	4	1,333
Puntaje total		<b>9,167</b>		7,500		2,833	

Por lo tanto, se determinó ubicar la planta aserradora de pinos en el distrito Cajamarca ya que este obtuvo el mayor puntaje en el análisis de micro localización. Esto se debe principalmente a que tiene la mayor disponibilidad de mano de obra, además de servicios públicos adecuados.



## CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA

### 4.1 Relación tamaño-mercado

De acuerdo al estudio de mercado desarrollado en el capítulo 2, la demanda para el proyecto es la que se muestra en la tabla 4.1.

Tabla 4.1

*Demanda para el proyecto en TM y metros cúbicos*

Año	Demanda proyecto (m <sup>3</sup> )
2016	8 908
2017	9 765
2018	10 671
2019	11 617
2020	12 616
2021	13 669
2022	14 779
2023	15 951

En conclusión, el mercado determina un tamaño de planta para el año 2023 de 15.951 m<sup>3</sup>/año.

### 4.2 Relación tamaño-recursos productivos

Como se vio en la tabla 2.11, en el 2012 se produjo nacionalmente 77.741 m<sup>3</sup> de madera rolliza de pino. Considerando el rendimiento promedio del proceso productivo de 40,0%<sup>10</sup>, se dispone de suficiente materia prima en el Perú para producir 31.096 m<sup>3</sup>/año de tablonés de pino, lo cual representa la restricción al tamaño más conservadora en lo que se refiere a recursos productivos.

También se analizó la capacidad de producción con materia prima no utilizada. Asumiendo que Granja Porcón es el único productor de madera rolliza de pino en la región, que cuenta con 10.800 hectáreas sembradas con *pinus radiata*, que el crecimiento promedio de las plantaciones es de 17,7 m<sup>3</sup> / ha-año y que el rendimiento

10 Esta cifra es determinada en la sección 5.2.2.3.

del proceso de aserrado es 40,0%<sup>11</sup>, se estima un potencial para producir 45.368 m<sup>3</sup> de tablones de pinos a partir de materia prima que en la actualidad no está siendo utilizada.

La materia prima no es una limitante para el tamaño de planta del proyecto en el mediano plazo. No obstante, para garantizar la sostenibilidad del proyecto en el largo plazo, es necesario garantizar el futuro abastecimiento de madera rolliza de pino en la región. Hay 2 formas de hacer ello, una es promoviendo las plantaciones mediante la compra selectiva a productores sostenibles. La otra opción es plantar el *pinus radiata* a cuenta propia logrando una integración vertical hacia atrás.

El tamaño de planta máximo según la restricción de recursos productivos es 76.464 m<sup>3</sup>, monto que equivale a la suma de los 2 conceptos descritos.

#### 4.3 Relación tamaño-tecnología

La tecnología no representa una restricción al tamaño de planta. Esto se debe a que las capacidades de todos los procesos pueden aumentar al colocar más máquinas en paralelo para una misma operación.

El secado representa el cuello de botella del proceso.<sup>12</sup> Esta operación se realiza en lotes, los cuales deben permanecer entre 3 y 5 días dentro de los hornos. Para garantizar una producción continua de producto final, es conveniente contar con varios hornos de secado en paralelo, lo cual reafirma la necesidad de múltiples hornos de secado.

#### 4.4 Relación tamaño-punto de equilibrio

Se debe determinar el punto de equilibrio para hallar el tamaño mínimo de planta requerido para cubrir los costos fijos del proyecto. El punto de equilibrio se obtiene mediante la ecuación 4.1.

$$\text{Punto equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos}}{\text{Precio de venta} - \text{Costo variable unitario}} \quad (4.1)$$

---

11 Esta cifra es determinada en la sección 5.2.2.3

12 Ver sección 5.4.1

A partir del estudio de costos realizado en el capítulo 7 se calculó el costo fijo total, el cual incluye el sueldo de la mano de obra indirecta, el consumo de agua, la energía eléctrica utilizada en la oficina, los servicios tercerizados, la depreciación y amortización de los activos fijos y el alquiler del local comercial en Villa María del Triunfo. El costo variable está compuesto por los insumos y materia prima, la mano de obra directa, la energía eléctrica de planta y el combustible para transportar el producto terminado a Lima.

Los costos fijos, costos variables unitarios, precios unitarios y puntos de equilibrio de cada año se muestran en la tabla 4.2.

Tabla 4.2

*Punto de equilibrio en la producción de tablones de pino*

Año	Precio de venta (PEN / m <sup>3</sup> )	Costo variable unitario (PEN / m <sup>3</sup> )	Costo fijo (PEN)	Punto de equilibrio (m <sup>3</sup> )
2016	961	367	2 903 832	4 891
2017	980	353	3 013 079	4 803
2018	1 000	369	3 182 073	5 046
2019	1 020	371	3 290 677	5 068
2020	1 040	365	3 400 136	5 032
2021	1 061	367	3 279 252	4 723
2022	1 082	368	3 341 252	4 679
2023	1 104	368	3 395 724	4 613

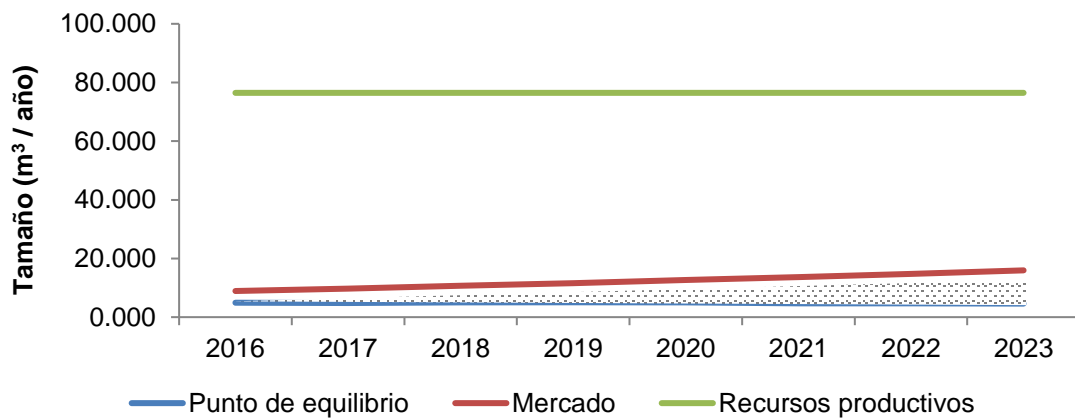
El tamaño mínimo determinado por el análisis de punto de equilibrio es 5.068 m<sup>3</sup>/año, monto que representa el mayor valor que alcanza la restricción.

#### 4.5 Selección del tamaño de planta

Los resultados del análisis de las 4 relaciones para determinar el tamaño de planta óptimo se sintetizan en la figura 4.1.

Figura 4.1

*Tamaño de planta según factores*



En la tabla 4.3 se muestra el tamaño óptimo de la planta cumpliendo las 4 restricciones. El tamaño máximo se alcanza en el año 2023 con el valor de 15.951 m<sup>3</sup>.

Tabla 4.3

*Tamaño óptimo de planta*

Año	Demanda proyecto (m <sup>3</sup> )	Materia prima (m <sup>3</sup> )	Punto de equilibrio (m <sup>3</sup> )	Tamaño de planta
2016	8.908	76.464	4.891	8.908
2017	9.765	76.464	4.803	9.765
2018	10.671	76.464	5.046	10.671
2019	11.617	76.464	5.068	11.617
2020	12.616	76.464	5.032	12.616
2021	13.669	76.464	4.723	13.669
2022	14.779	76.464	4.679	14.779
2023	15.951	76.464	4.613	15.951

# CAPÍTULO V. INGENIERÍA DEL PROYECTO

## 5.1 Definición del producto basada en sus características de fabricación

El producto a fabricar consiste en tablonces de madera de *pinus radiata*. Un tablón es un paralelepípedo de madera, más largo que ancho y más ancho que alto, el cual se obtiene a partir del aserrado de madera rolliza hasta llegar a las dimensiones especificadas. Luego, este tablón es inmerso en un baño anti manchas para evitar la aparición de manchas azules, ya que la madera de pino es susceptible al ataque de los hongos. Por último, los tablonces son secados en un horno hasta que alcancen el contenido de humedad de equilibrio.<sup>13</sup>

### 5.1.1 Especificaciones técnicas del producto

El producto tiene las siguientes características organolépticas:

- Color: Beige claro, uniforme y suavemente vetado con líneas longitudinales oscuras.
- Olor: Característico a madera resinosa.
- Textura: Lisa y suave.

Los tablonces de madera serán comercializados en pilas por volumen y sin empaque. Estos podrán ser adquiridos en las dimensiones comerciales que se suelen utilizar en el sector mueblería, las cuales están especificadas en la tabla 5.1.

---

13 Punto en que la presión de vapor de agua en el aire iguala a la del interior de la pieza.

Tabla 5.1

*Dimensiones de los tablones de madera*

Espesor (mm)	Ancho (mm)	Longitud (m)	Tolerancia espesor / ancho (mm)	Tolerancia longitud (mm)
15	145	2,44 – 3,05 – 3,66 - 3,96 – 4,88	-0 / +2	-0 / +20
15	195	2,44 – 3,05 – 3,66 - 3,96 – 4,88	-0 / +2	-0 / +20
19	95	2,44 – 3,05 – 3,66 - 3,96 – 4,88	-0 / +2	-0 / +20
19	145	2,44 – 3,05 – 3,66 - 3,96 – 4,88	-0 / +2	-0 / +20
19	195	2,44 – 3,05 – 3,66 - 3,96 – 4,88	-0 / +2	-0 / +20
19	245	2,44 – 3,05 – 3,66 - 3,96 – 4,88	-0 / +2	-0 / +20
33	95	2,44 – 3,05 – 3,66 - 3,96 – 4,88	-0 / +2	-0 / +20
33	145	2,44 – 3,05 – 3,66 - 3,96 – 4,88	-0 / +2	-0 / +20
33	195	2,44 – 3,05 – 3,66 - 3,96 – 4,88	-0 / +2	-0 / +20
33	245	2,44 – 3,05 – 3,66 - 3,96 – 4,88	-0 / +2	-0 / +20
41	95	2,44 – 3,05 – 3,66 - 3,96 – 4,88	-0 / +2	-0 / +20
41	145	2,44 – 3,05 – 3,66 - 3,96 – 4,88	-0 / +2	-0 / +20
41	195	2,44 – 3,05 – 3,66 - 3,96 – 4,88	-0 / +2	-0 / +20

Nota. Maderera Andina, (2013). Elaboración propia.

En la figura 5.1 se muestra el producto final. Este es apilado sobre parihuelas y sujetado con cincho para evitar el riesgo de que el producto se desmorone.

Figura 5.1

*Producto final: tablón de madera de pino*



Nota. Sodimac, (s.f.). Elaboración propia.

En la tabla 5.2, se muestran las demás especificaciones técnicas del producto final.



Tabla 5.2

*Propiedades físicas y mecánicas de los tablones de madera*

Propiedad	Valor promedio	Unidad
Humedad	12,0	%
Densidad	615,0	kg/m <sup>3</sup>
Contracción volumétrica	11,0	%
Contracción tangencial	6,2	%
Contracción radial	4,2	%
Dureza paralela	265,4	kg
Dureza normal	356,1	kg
Clivaje tangencial	249,9	kg/cm <sup>2</sup>
Clivaje radial	240,2	kg/cm <sup>2</sup>
Extracción de clavos normal	43,6	kg
Extracción de clavos paralela	28,2	kg

Nota. Arauco, (2014). Elaboración propia.

## 5.2 Tecnologías existentes y procesos de producción

Se analizó el proceso productivo y las opciones tecnológicas disponibles.

### 5.2.1 Naturaleza de la tecnología requerida

El proceso de producción está compuesto por 3 etapas marcadas. En primer lugar están las operaciones de corte que sirven para transformar la madera rolliza recién talada en tablones de madera. En segundo lugar, los tablones son inmersos en una solución anti manchas, la cual sirve para evitar la aparición de manchas en la madera. Finalmente los tablones son secados mediante un tratamiento térmico, el cual les permite alcanzar una humedad de equilibrio con el ambiente.

#### 5.2.1.1 Descripción de las tecnologías existentes

La tecnología de producción para la fabricación de los tablones de madera de pino puede ser manual, semiautomática o automática.

- **Tecnología manual:** Es utilizada por carpinteros y no maneja volúmenes adecuados para una operación industrial. Utiliza herramientas como sierras, serruchos o motosierras. Las mediciones en la madera se hacen manualmente,

con lo cual se tiene una menor precisión y una mayor cantidad de productos defectuosos.

- **Tecnología portátil:** La tecnología portátil maneja volúmenes de hasta 10.000 m<sup>3</sup> al año. La ventaja de esta tecnología es que el aserradero puede movilizarse hasta la ubicación de la materia prima en lugar de que se tenga que hacer lo contrario.
- **Tecnología estacionaria:** Los aserraderos estacionarios manejan volúmenes mayores a 10.000 m<sup>3</sup> al año. Ellos cuentan con múltiples sierras para poder extraer los tablones del tronco con mayor rapidez. La madera es movilizada a través de fajas transportadoras entre una serie de máquinas, algunas de las cuales no requieren la intervención de trabajadores.

La sierra utilizada en cada operación de corte puede ser circular o de cinta.

- **La sierra circular:** Es la de menor costo pero reduce el rendimiento de la materia prima pues su espesor de corte equivale a 1/4 de pulgada.
- **La sierra de banda:** A pesar de ser más cara que la sierra circular, su espesor de corte es solo 1/10 de pulgada.

El baño anti manchas se puede efectuar en 2 modalidades mecanizadas.

- **Baño mecanizado en línea:** Un sistema de arrastre circula a los tablones por dentro de una tina con entre 1.000 y 7.500 litros.
- **Baño mecanizado estacionario:** Una tina en la que se sumerge la madera apilada. Tiene una capacidad de entre 25.000 y 30.000 litros.

Se puede utilizar como solución antimanchas diversos compuestos. Entre ellos, el tetraclorofenato de sodio y el tribromofenol.

- **Tetraclorofenato de sodio:** Compuesto antimanchas más comúnmente utilizado. Recientemente fue prohibido en Chile por su alto grado de toxicidad.
- **Tribromofenol:** Compuesto que previene la aparición del moho negro, amarillo y verde y las manchas azules. Bajo grado de toxicidad.

Finalmente, la operación de secado puede realizarse de manera natural o artificial.

- **Secado natural:** Representa una muy baja inversión y un costo de operación bajo ya que no se requiere de equipos o energía. Sin embargo, se estima una duración de secado de un año por centímetro de espesor de los tablones y al no tener el control de la temperatura y la humedad del aire hay un mayor riesgo de que los tablones se deformen.
- **Secado artificial:** Utiliza hornos de aire caliente. Si bien requiere una mayor inversión y gasto, puede secar la madera en menos de 1 semana.

### 5.2.1.2 Selección de la tecnología

Para el corte de la madera se eligió la tecnología estacionaria pues el volumen de producción supera los 10.000 m<sup>3</sup> por año desde el 2018. Esto permitirá alcanzar una mayor economía de escala. Además, las sierras utilizadas serán principalmente de cinta para minimizar la merma y aumentar el rendimiento de la materia prima.

Por otro lado, la alternativa seleccionada para el baño anti manchas es el baño mecanizado en línea. Como compuesto para la solución anti manchas se utilizará el tribromofenol por ser una sustancia menos tóxica que el tetraclorofenato de sodio. En la figura 5.2 se muestra la fórmula química del compuesto y en la tabla 5.3 se indican sus propiedades físicas y químicas.

Tabla 5.3

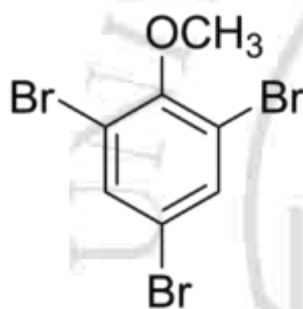
*Propiedades físicas y mecánicas del tribromofenol*

Propiedad	Valor promedio
Nombre comercial	TBP
Fórmula molecular	$C_6H_3Br_3O$
Color	Blanco
Olor	Penetrante
Sabor	Dulce
Punto de ebullición	286 °C
Punto de fusión	96 °C
Solubilidad en agua	70 mg/L
Densidad	2,55 g/cm <sup>3</sup>

Nota. Pubchem, (2015). Elaboración propia.

Figura 5.2

*Fórmula química del tribromofenol.*



Nota. Wikipedia (2016).

Finalmente, el secado de la madera se realizará artificialmente en hornos de aire caliente para reducir el nivel de inventarios, el capital de trabajo, los productos defectuosos y el tamaño de la planta.

## 5.2.2 Proceso de producción

Se detalló el proceso de producción recomendado.

### 5.2.2.1 Descripción del proceso

El proceso de producción inicia con el recojo de la madera rolliza en las plantaciones de los proveedores. Los proveedores deberán apilar los troncos en un punto de acopio y las medidas de las trozas deberán estar dentro de un rango acordado

previamente a la entrega. Como regla general, las trozas no tendrán una longitud mayor a 5 metros, para lo cual los proveedores habrán tenido que cortar el tronco con una motosierra. Si algún tronco no cumpliera con los estándares de calidad acordados, este no será recibido ni pagado.

Los troncos serán llevados a la planta en un camión que cuenta con una grúa para movilizar troncos. Estos serán colocados en el patio de acopio de trozas, en donde permanecerán hasta que un montacargas los recoja y lleve a almacén de materia prima o a una de las mesas de alimentación.

### A. Aserrado

Los troncos son arrastrados por cadenas de arrastre desde la mesa de alimentación hasta la máquina de aserrado. En ella, el tronco se corta primero en forma rectangular, y luego en tablones. En la figura 5.3 se muestran las etapas para convertir la madera rolliza en tablones. Los tablones son colocados por 2 operarios en una faja transportadora mientras que un tercer operario supervisa el funcionamiento de la máquina automática. Las pérdidas en esta etapa son el 32.9% del volumen.

Figura 5.3

*Etapas del aserrado*



Nota. Woodmizer, (2013). Elaboración propia.

### B. Canteado

Los tablones son llevados a una máquina canteadora. Esta permite descongestionar a la máquina aserradora. El canteado afina el ancho de los tablones dándole una forma rectangular a sus bordes. Los tablones ingresan y salen a través de fajas transportadoras por lo que la operación solo requiere ser supervisada por un operario que cambiará los parámetros de corte de ser necesario. Las pérdidas en esta etapa son el 21.8% del volumen.

### **C. Despuntado**

Los tablones llegan a la última operación de corte que consiste en una máquina con 2 sierras circulares que cortan el tablón en sus extremos para determinar el largo. Un operario supervisa que la máquina funcione correctamente y corrige los parámetros de operación de ser requerido. Tras ser cortada, la pieza continúa por un sistema de arrastre con cadenas que la lleva al siguiente proceso. Las pérdidas en esta etapa son el 10.5% del volumen.

### **D. Baño anti mancha**

Las cadenas de arrastre sumergen por 10 segundos cada tablón en una tina con la solución anti manchas que evita que aparezcan manchas azules en los tablones. La solución usa tribromofenol como agente fungicida con una concentración de 9 litros por cada 100 litros. No hay pérdidas en esta etapa y solo es necesario que un operario supervise la operación.

### **E. Apilamiento**

Tras ser retirados del baño anti mancha, los tablones deben ser apilados manualmente por dos operarios. El apilamiento es necesario para facilitar el traslado del producto al horno de secado. Las pilas estarán conformadas por niveles de tablones de madera y entre cada 2 niveles habrá una separación por medio de palillos, los cuales permitirán reducir el tiempo de secado al aumentar la superficie de contacto con el aire caliente. No hay pérdidas en esta etapa y la velocidad de apilamiento manual por 2 personas es  $3 \text{ m}^3 / \text{hora}$ .

### **F. Secado**

Los tablones de madera son secados artificialmente en hornos, a los cuales son ingresados con montacargas, hasta que la humedad de la madera disminuya desde 50-60% hasta 12% y esté en equilibrio con el medio ambiente. La pérdida de humedad se ve reflejada en una reducción del volumen en 12,3%, motivo por el cual las medidas de los

tablones previas al secado deben estar ligeramente sobredimensionadas con respecto a la medida final deseada. Los hornos son alimentados con el vapor proveniente de calderos de biomasa, que utilizan viruta obtenida de los procesos de corte como combustible.

La duración del secado es variable según el espesor de la madera, pero demora en promedio 4 días (96 horas) para tablones con un espesor entre 15 mm y 41 mm.

### **G. Reapilamiento y control de calidad**

Tras retirar las maderas del horno con montacargas, estas son reapiladas sobre otras parihuelas. Los objetivos de este proceso son detectar productos defectuosos y retirar las varillas separadoras para poder reutilizarlas. Los tablones separados en este control de calidad representan el 3% del volumen total y la máxima velocidad de reapilamiento manual entre 2 personas es 3 m<sup>3</sup> / hora.<sup>14</sup>

### **H. Recolección y astillado de la merma**

Si bien este proceso no recae directamente sobre el producto principal, es necesario hacerlo para tener un buen manejo de residuos sólidos dentro del aserradero. Solo es posible recolectar el 90% de la merma pues el resto se dispersa en el aire. La madera es astillada para obtener pequeños trozos de madera los cuales son utilizados en los calderos de biomasa para generar vapor que alimenta a los hornos de secado.

#### **5.2.2.2 Diagrama de proceso: Diagrama de operaciones de proceso (DOP)**

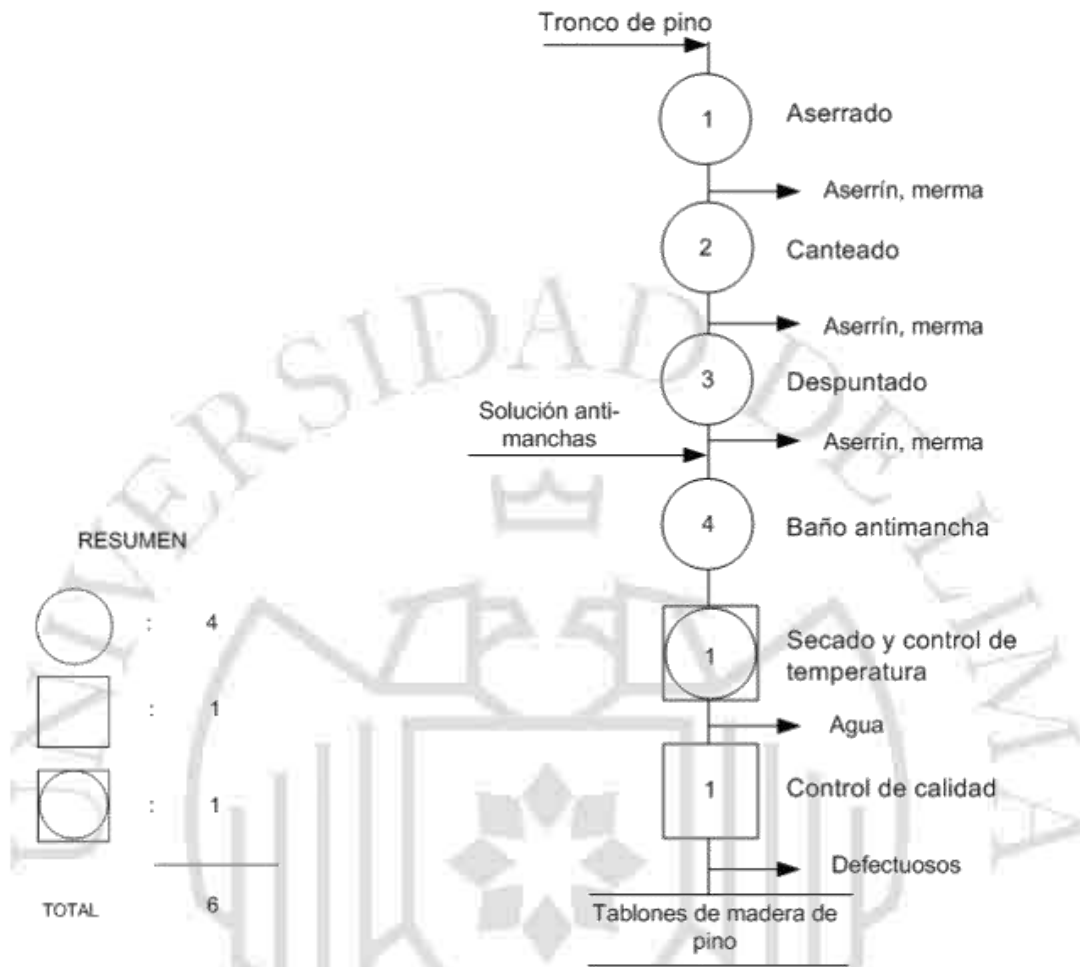
En la figura 5.4 se muestra el diagrama de operaciones del proceso de producción de tablones de madera de pino, según se ha descrito en el punto anterior.

---

14 Asume que un tablón de madera es reapilado cada 20 segundos

Figura 5.4

Diagrama de operaciones para la producción de tablones de madera de pino



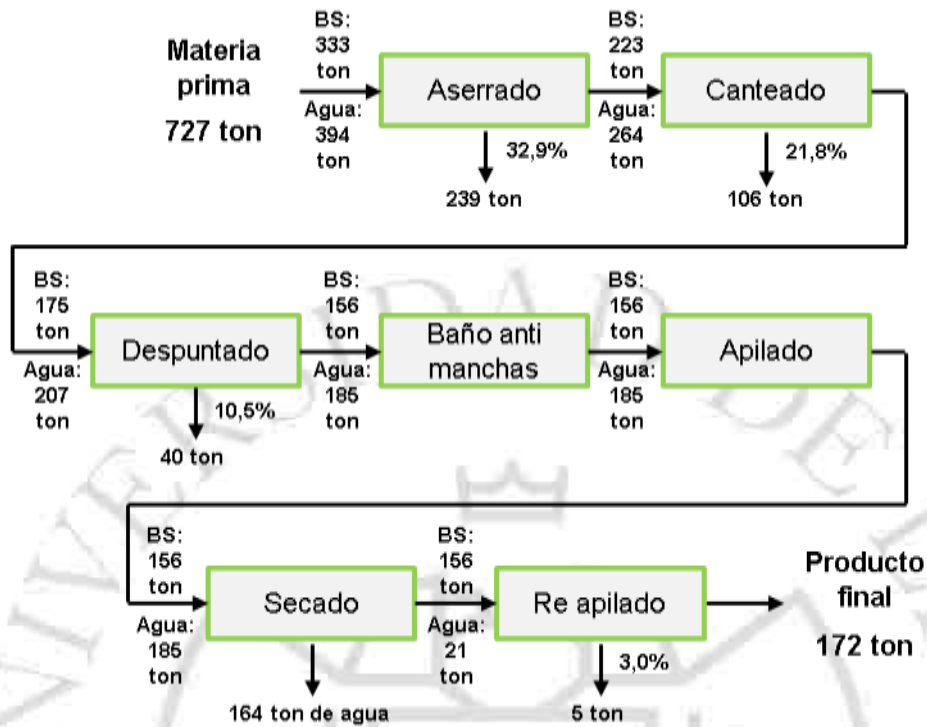
### 5.2.2.3 Balance de materia: Diagrama de bloques

En la figura 5.5 se muestra un balance de materia en toneladas. Como base para los cálculos se utilizó 172 ton de producto terminado, lo cual equivale a la producción durante 1 semana en el primer año de operación. Se debe tener en consideración que tras el secado, la densidad de la madera disminuye de 1,04 ton/m<sup>3</sup> a 0,62 ton/m<sup>3</sup>, debido a la caída de la humedad de 55% a 12%. No obstante, no ocurren cambios en la humedad el baño anti manchas pues la humedad de la madera se encuentra por encima de su punto de saturación.



Figura 5.5

*Balance de materia para la producción de tablonés de madera de pino*



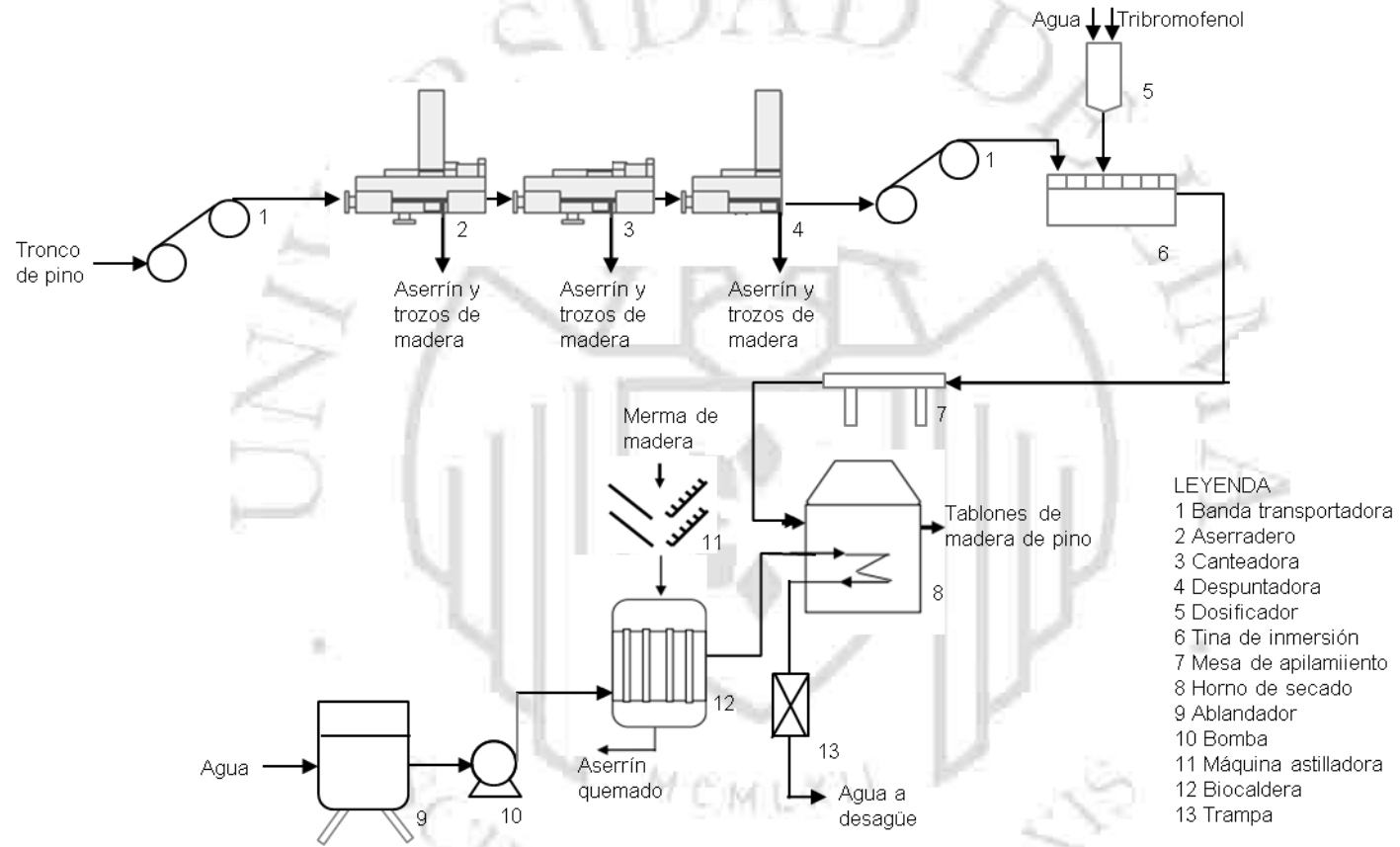
Se debe tomar en consideración que el balance de materia fue hecho en unidades de volumen por ser esta la medida comercial utilizada. Además, la merma en el secado no corresponde a una salida de madera sino a una reducción del volumen por la contracción volumétrica al extraer el agua del producto.

#### 5.2.2.4 Diagrama de flujo del proceso

Se realizó el diagrama de flujo de proceso, el cual se muestra en la figura 5.6.

Figura 5.6

Diagrama de flujo de proceso de producción de tablones de madera



### **5.3 Características de las instalaciones y equipo**

Se seleccionaron los equipos adecuados para desarrollar el proceso.

#### **5.3.1 Selección de la maquinaria y equipo**

Basándose en el proceso definido, se pidió cotizaciones a diversos proveedores de maquinaria localizados principalmente en China.

Cada oferta de maquinaria fue evaluada de acuerdo al precio y a los atributos del equipo como capacidad de producción, grado de automatización y consumo de energía. Esto permitió determinar la óptima combinación de equipos que permita alcanzar el nivel de calidad deseado al menor costo posible.

En la tabla 5.4 se detalla la marca y el modelo de las máquinas y de los equipos seleccionados. También se indica cuáles son los equipos que serán construidos localmente y no importados.

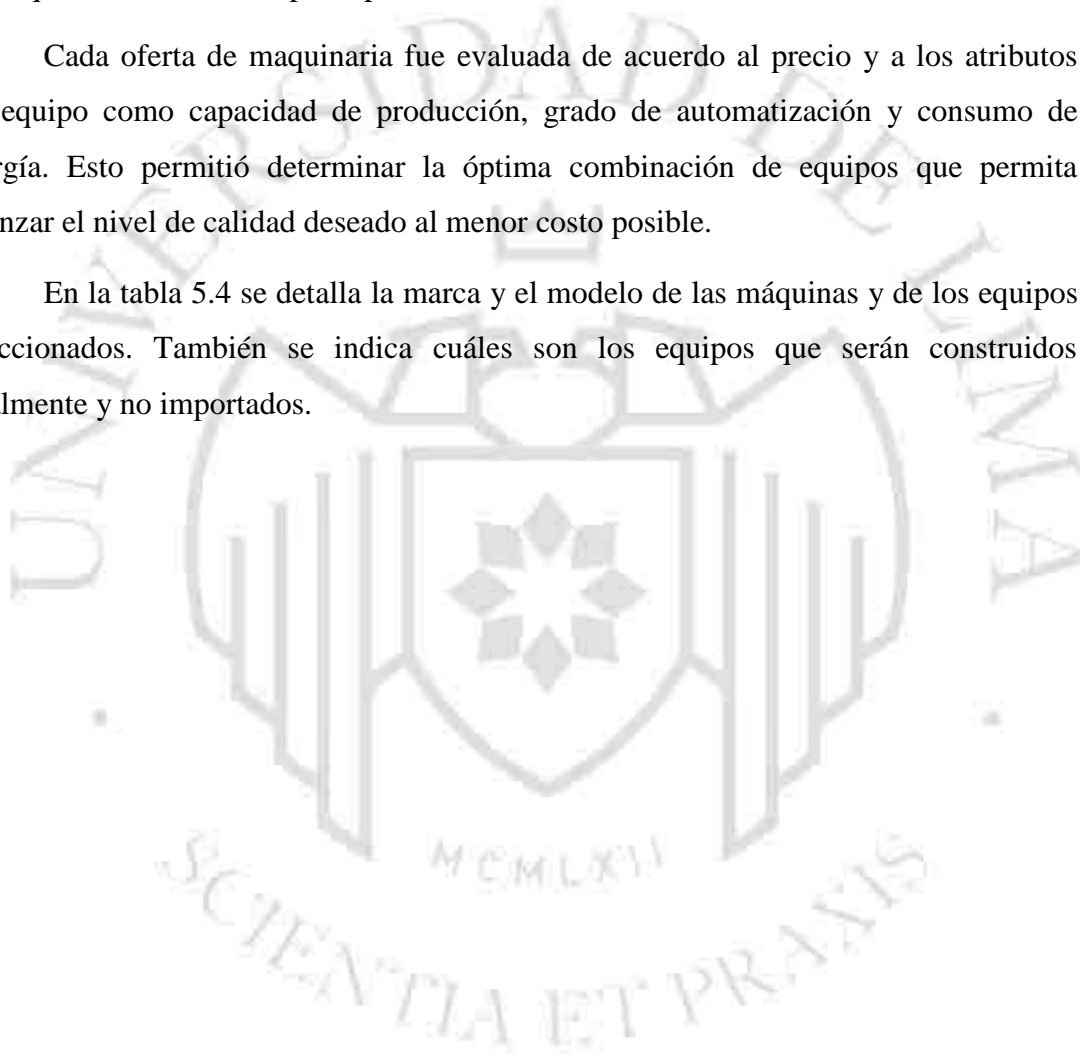


Tabla 5.4

*Maquinaria seleccionada por etapa*

Etapa	Maquinaria y equipos principales	Marca y modelo
Acopio de troncos	Tractor	ZRT – RL1004
	Trailer con grúa	SZS Machinery – ZM12006
	Montacargas	Vmax – FD50
Aserrado	Mesa de alimentación de troncos	Woodmizer – AWMV
	Aserradero estacionario	Woodmizer – WM3000
Cantado	Faja transportadora	Construida localmente
	Cantadora de doble banda	International Angzi – EG700A
Despuntado	Faja transportadora de tablonos	Construida localmente
	Despuntadora	Jinan Zhaoyang – LJKZ2-500*4200 <sup>a</sup>
Baño anti manchas	Faja transportadora de tablonos	Construida localmente
	Tina de inmersión	Maquinarias Pavez – Baño antimanchas
	Tanque dosificador	Construida localmente
Secado	Plataforma de apilamiento	Construida localmente
	Horno de secado	Nanyang – MYH90C
	Caldero de biomasa	Nanyang – Caldero despresurizado
Gestión de merma	Astilladora	Gongyi Dyan Trading – Wood chipper 800
	Faja transportadora	Construida localmente
Distribución	Montacargas	Vmax – FD50
	Tracto para camión	Freightliner – CL112
	Trailer de madera aserrada	Sinotruk Vehicles – 60 tons semi trailer

Nota. Woodmizer, (2013); Alibaba, (2015). Elaboración propia.






### 5.3.2 Especificaciones de la maquinaria

En la tabla 5.5, se muestra la imagen y las especificaciones de las principales máquinas listadas en la tabla anterior. Las 4 especificaciones más importantes de los equipos para determinar la factibilidad del proyecto son el precio, la capacidad productiva, el tamaño de la máquina y el consumo de energía.

Tabla 5.5

Especificaciones de maquinaria seleccionada

Máquina	Foto	Tamaño	Capacidad de producción	Potencia eléctrica	Especificaciones adicionales	Precio CIF (USD)
Trailer de troncos (SZS Machinery – ZM12006)		Largo: 6,3 m Ancho: 4,3 m Alto: 1,05 m Lados de operación: 2	Capacidad de carga: 12 ton Hasta 3 viajes por turno	No aplica	Alcance de brazo: 6 m Ángulo de giro de brazo: 400° Diámetro de troncos: 7,5 – 53,0 cm Potencia requerida: 110 hp Peso: 4,5 ton	20,400
Mesa de alimentación Woodmizer – AWMV		Largo: 6,0 m Ancho: 1,7 m Alto: 1,5 m Lados de operación: 3	No aplica	4,5 kW	Mecanismo de parada para cargar un tronco a la vez Alimentación mediante montacargas	Incluido con el aserradero
Aserradero estacionario Woodmizer – WM3000		Largo: 8,8 m Ancho: 2,9 m Alto: 2,7 m Lados de operación: 1	4,00 m <sup>3</sup> / hora	22,0 kW	Longitud máxima de corte: 6,5 m Diámetro máximo de corte: 91 cm Peso: 2,4 ton Incluye un puesto de control Sistema automático de alimentación	79,749
Máquina canteadora International Anzhi – EG700A		Largo: 3,3 m Ancho: 1,3 m Alto: 1,4 m Lados de operación: 2	20 m / minuto 5,38 m <sup>3</sup> / hora	11,0 kW	Una sierra fija y una sierra móvil para regular el ancho de corte Ancho de canteado: 50 – 700 mm Espesor de canteado: 10 – 100 mm Sistema automático de alimentación	5,000
Máquina despuntadora Jinan Zhaoyang – LJKZ2-500*4200A		Largo: 5,5 m Ancho: 1,8 m Alto: 1,0 m Lados de operación: 1	180 tablas / hora 2,09 m <sup>3</sup> / hora	5,9 kW	Máxima profundidad de corte: 30 cm Máximo ancho de corte: 14 cm Sistema automático de alimentación  (continúa)	8,050

(continuación)								
Tina de inmersión		Largo: 6,0 m Ancho: 2,5 m Alto: 1,0 m Lados de operación: 2	5,90 m <sup>3</sup> / hora	1,5 kW		Avance mediante 4 ramales de cadenas Capacidad de tanque: 6.000 litros		10,000
Maquinarias Pavez – Baño antimanchas								
Horno de secado		Largo: 10,0 m Ancho: 5,4 m Alto: 2,4 m Lados de operación: 2	Lote: 45 m <sup>3</sup> 4 días / lote 0,47 m <sup>3</sup> / hora	8,8 kW		Tamaño de apilado de madera: 9,8 m * 4,2 m * 2,0 m 8 motores de ventilación Alimentación con montacargas Proceso discontinuo Utiliza energía calorífica		18,115
Nanyang – MYH90C								
Caldero despresurizado		Largo: 0,9 m Ancho: 0,9 m Alto: 2,0 m Lados de operación: 1	50 kg de viruta / hora (energía que se requiere para un horno de 45 m <sup>3</sup> de capacidad)	No aplica		Inyección de vapor directa al sistema de tuberías ubicado dentro del horno de secado Alimentación manual de viruta, a través de carretillas		No aplica (incluido en la compra de un horno de secado)
Mesa apiladora		Largo: 5,0 m Ancho: 1,0 m Alto: 1,0 m Lados de operación: 2	Hasta 10 toneladas	No aplica		Altura auto graduable al peso del producto apilado Sistema de resortes		3,000
Máquina astilladora		Largo: 1,9 m Ancho: 0,7 m Alto: 1,2 m Lados de operación: 2	4,81 m <sup>3</sup> / hora	30 kW		Cantidad de cuchillas: 4 Rotación de cuchillas: 550 rpm Máximo diámetro de entrada: 20 cm		2,996
Gongyi Dyan Trading – Wood chipper 800								

Nota: Fuentes: Shandong Shuanghuan Machinery Limited, (2015); Woodmizer, (2013); Anzhi International Trading, (2015); Jinan Zhaoyang Machine, (2015); Maquinarias Pavez, (2015); Hangzhou Linan NanYang Woodworking Machinery, (2015); Aserradero Victoria, (2015); Gongyi Sanjin Charcoal Machinery Factory, (2015); Eyher, (s.f.). Elaboración propia

## 5.4 Capacidad instalada

Se calculó la capacidad instalada del proyecto de acuerdo al número de equipos.

### 5.4.1 Cálculo de la capacidad instalada

La capacidad de la planta aumentará cada año en línea con el aumento de la demanda. Para determinar la cambiante capacidad de la planta, se hizo un balance de materia anual que determina la cantidad requerida de cada tipo de máquina en cada año. En consecuencia, el cuello de botella difirió en cada año.

Con excepción del secado, todos los procesos operan 6 días a la semana y 2 turnos diarios de 9 horas cada uno, los cuales incluyen 1 hora de refrigerio. Los hornos de secado funcionan continuamente durante toda la semana debido a que cada lote debe permanecer en promedio por 4 días seguidos dentro del horno sin paradas intermitentes.

Además se tomó en cuenta los factores de eficiencia y utilización de cada máquina. El factor de eficiencia en todos los procesos es de 9/10, el cual permitirá sobredimensionar la capacidad para contrarrestar ineficiencias en la operación y planificar la capacidad de planta a prueba de posibles ineficiencias en el proceso.

El factor de utilización difiere en cada proceso dependiendo de si este es manual o en una máquina. En los procesos manuales el factor de utilización es 8/9 pues solo descuenta una hora de almuerzo de la jornada laboral. En los procesos con máquinas se consideró media hora para iniciar y detener la maquinaria, por lo que el factor de utilización es 7.5/9. Finalmente en el secado se asumió que la carga y descarga de un batch en el horno demora 4 horas y que procesarlo demora 96 horas, se definió un factor de utilización de 96/100.

Estos supuestos son utilizados en el balance de materia para calcular la capacidad de planta anual e identificar el cuello de botella, lo cual se muestra en la tabla 5.6.

Tabla 5.6

*Capacidad de planta en m<sup>3</sup> por año*

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Capacidad	10.037	10.037	11.291	13.273	13.273	13.585	14.982	16.981
Cuello de botella	Aserrado	Aserrado	Apilado	Reapilado	Reapilado	Secado	Despuntado	Secado

La tabla 5.7 muestra el análisis hecho en el año 2023 para calcular dicha información.

Tabla 5.7

*Balance de materia semanal para el año 2023*

Operación	Salida (m <sup>3</sup> )	Capacidad ( $\frac{m^3}{hora}$ )	Puestos (N°)	horas turno	turnos día	días semana	U (%)	E (%)	Capacidad ( $\frac{m^3 \text{ de PT}}{semana}$ )
Alimentación	39,637	11,55	1	9	2	6	83%	90%	19,431
Aserrado	39,637	4,00	2	9	2	6	83%	90%	20,074
Canteado	26,602	5,38	1	9	2	6	83%	90%	17,260
Despuntado	20,811	2,09	3	9	2	6	83%	90%	22,472
Baño anti manchas	18,629	5,90	1	9	2	6	89%	90%	22,550
Apilamiento	18,629	2,95	2	9	2	6	89%	90%	22,582
Secado	18,629	0,47	5	8	3	7	95%	90%	<b>16,981</b>
Reapilamiento	16,338	2,95	2	8	2	6	89%	90%	26,545
Producto terminado	15,848								

#### 5.4.2 Cálculo detallado del número de máquinas requeridas

A partir del balance de materia se calculó el número de máquinas requeridas en cada operación, lo cual se puede observar en la tabla 5.8.

Tabla 5.8

*Cálculo detallado del número de máquinas requeridas*

Proceso	Máquina	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Alimentación	Montacargas	1	1	1	1	1	1	1	1
Aserrado	Aserradora	1	1	2	2	2	2	2	2
Canteado	Canteadora	1	1	1	1	1	1	1	1
Despuntado	Despuntadora	2	2	2	2	2	2	2	3
Baño anti manchas	Tina de inmersión	1	1	1	1	1	1	1	1
Apilamiento	Plataforma	1	1	1	2	2	2	2	2
Secado	Horno de secado	3	3	4	4	4	4	5	5
Reapilamiento	Plataforma	1	1	1	1	1	2	2	2

También se calculó el número de astilladoras requeridas para procesar todos los residuos. En la ecuación 5.1 se calculó la capacidad de procesamiento anual en toneladas de una astilladora Gongyi Dyan 800. Este cálculo está en línea con los



supuestos detallados anteriormente. Luego en la tabla 5.9 se muestra el cálculo para determinar el número de astilladoras requeridas cada año, el cual considera que solo el 90% de toda la merma del proceso se puede recolectar para astillar.

$$5 \frac{\text{ton}}{\text{hora}} * 96\% \frac{\text{m}^3}{\text{ton}} * 9 \frac{\text{horas}}{\text{turno}} * 2 \frac{\text{turnos}}{\text{día}} * 6 \frac{\text{días}}{\text{sem.}} * 83\% * 90\% = 389 \frac{\text{m}^3}{\text{sem.}} \quad (5.1)$$

Tabla 5.9

*Cálculo de astilladoras requeridas*

Toneladas de merma	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Merma semanal total	230	252	276	300	326	353	382	412
Merma recolectable (90%)	207	227	248	270	293	319	344	371
Astilladoras requeridas	1	1	1	1	1	1	1	1

### 5.5 Resguardo de la calidad

Se evaluó los procedimientos necesarios para asegurar la calidad en toda la cadena de valor.

#### 5.5.1 Calidad de la materia prima, de los insumos, del proceso y del producto

La calidad es un aspecto fundamental para diferenciar al producto frente a los productores nacionales. Por ello, es importante darle un papel protagonista a lo largo de todo el proceso. Se tiene planificada la implementación del sistema de gestión de calidad ISO 9001:2008, el cual se basa en el círculo de Deming y permite la estandarización de los procesos, el ordenamiento de la documentación de la empresa y la mejora continua. El sistema de gestión de calidad ISO se basa en ocho principios que deberán ser aplicados integralmente al funcionamiento de la empresa. Uno de ellos es el enfoque al cliente, para lo cual se deberá ofrecer al cliente un producto de alta calidad cuyas características correspondan a las especificaciones hechas. Además, se debe estar atento a la retroalimentación de los clientes, las cuales permitirán redefinir el producto constantemente de acuerdo a la calidad buscada por ellos.

Otro principio fundamental es mantener relaciones mutuamente beneficiosas con los proveedores. Al tratarse de un proceso con cambios primordialmente mecánicos, es importante recibir materia prima de alta calidad pues las propiedades de esta

determinarán el nivel de calidad del producto final. Por un lado se exigirá que el proveedor cuente con certificación forestal para asegurar que esté haciendo un uso responsable del bosque. Además se les brindará asesoría de métodos para incrementar la productividad de las plantaciones, como por ejemplo técnicas de poda para evitar la formación de nudos, distanciamiento entre plantaciones para disminuir el efecto competitivo por el agua, entre otros.

La calidad de la materia prima será monitoreada en el punto de acopio. En primer lugar, se revisará mediante una inspección visual la rectitud de los troncos y se buscará deformaciones en la madera como nudos grandes. No serán aceptados los troncos que presenten estos defectos. Además se comprobará que el diámetro y la longitud de las trozas estén dentro de los rangos pactados previamente a la entrega. Para facilitar las mediciones se utilizará huinchas y calibres de herradura.

### **5.5.2 Medidas de resguardo de la calidad en la producción**

Durante el proceso de producción, se tendrá cuidado en seguir los parámetros especificados para la realización de las operaciones, de tal manera que el producto final tenga la calidad esperada. Entre los parámetros considerados se tiene la velocidad de corte de las máquinas, la posición de la madera en cada etapa de corte, la temperatura y humedad del horno para el secado y el tiempo de permanencia de los tablones en el baño anti mancha. Los operarios serán capacitados para supervisar dichos parámetros constantemente.

Para asegurar la calidad del corte de las máquinas aserradoras, canteadoras y despuntadoras, se llevará las cuchillas al área de mantenimiento cada 4 horas para que sean afiladas. De esta manera se garantiza un corte fino y uniforme. Además se revisará la alineación de las sierras con las mesas de corte para asegurar que los cortes se hagan en los lugares indicados y se minimicen las desviaciones en las dimensiones finales de los productos.

Durante el baño anti manchas, los operarios se asegurarán de que los tablonos estén completamente sumergidos en la solución y que el tiempo de permanencia sea de por lo menos 10 segundos. La solución será renovada semanalmente para garantizar que la concentración se mantenga constante y que no se acumulen agentes contaminantes como aserrín en el tanque.

El horno de secado tendrá sensores de temperatura y humedad de manera que el operario pueda controlar que en todo momento se cumplan los parámetros para lograr el secado óptimo y prevenir la aparición de deformaciones. Al salir los tablonos del horno de secado, serán reapilados para retirar las maderas separadoras que fueron utilizadas para uniformizar el secado. Durante dicho proceso de reapilado, un inspector de calidad verificará visualmente que todas las maderas hayan salido en buenas condiciones. De considerar que no es así, indicará que separen los tablonos. En caso de haber muchos tablonos defectuosos en un lote y si el inspector lo considera necesario, podrá rechazar el batch completo y enviarlo a la astilladora de merma.

También se extraerá una muestra de cada lote de producción que sea retirado del horno. A la muestra se le aplicarán pruebas destructivas y no destructivas con la finalidad de validar que los tablonos cumplan con las especificaciones técnicas del producto final. Para llevar a cabo las pruebas no destructivas se utilizará cinta métrica para medir las dimensiones de los tablonos, un detector de humedad para comprobar que la humedad esté entre 10% y 14%, una balanza electrónica para pesar la madera y medir su densidad, y un durómetro para medir la dureza. Las pruebas destructivas serán las pruebas de esfuerzo para revisar que las propiedades mecánicas coincidan con las especificadas.

De encontrarse desviaciones entre las medidas reales y las especificadas, el lote entero podrá ser rechazado. Es importante mantener una documentación de los resultados de los controles de calidad para poder implementar un control estadístico que permita manejar las variables críticas del proceso y detectar las principales fuentes de fallas en toda la cadena productiva.

## **5.6 Estudio de Impacto Ambiental**

Los aspectos ambientales del presente proyecto son de importancia especial, ya que uno de los sustentos para llevarlo a cabo es el impacto ambiental positivo que genera. Además, constituye un factor de diferenciación del producto.

El aserradero sólo se abastecerá de madera talada de árboles cultivados sosteniblemente, por la cual se pagará un precio 10% superior al precio del mercado. Con ello, se incentivará la reforestación del territorio nacional para la obtención de la madera rolliza de pino. La reforestación genera diversos beneficios ambientales entre los cuales se tiene la regeneración del hábitat de especies nativas y la disminución del dióxido de carbono en el aire, gas al cual se le atribuye el efecto invernadero causante del calentamiento global.

Sin embargo, el proceso de aserrado tiene otras repercusiones negativas para el medio ambiente. Para asegurar la sostenibilidad ambiental del proyecto, se hizo una revisión sistemática de los aspectos ambientales que pueden generar consecuencias negativas en el medio ambiente y se debe definir las medidas correctoras necesarias para minimizar el efecto.

En la tabla 5.10 se muestran las principales etapas del proceso y sus salidas al medio ambiente. Ellas permiten identificar los aspectos ambientales y el impacto que genera cada uno, con lo cual se pueden proponer medidas correctoras para minimizar los efectos negativos.

Tabla 5.10

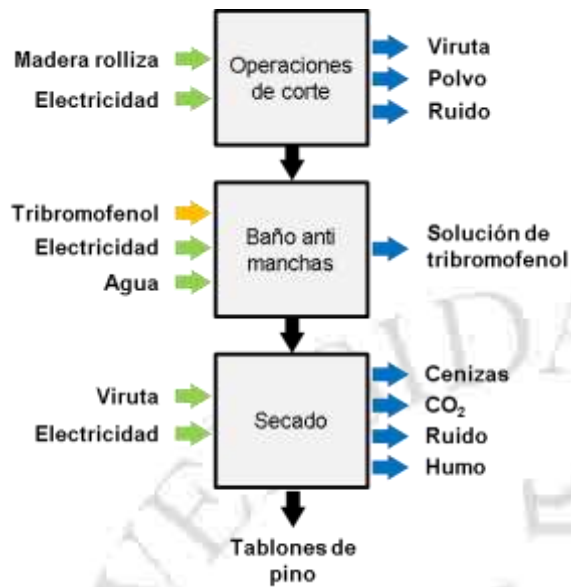
*Aspectos e impactos ambientales del proceso productivo*

Etapas del proceso	Salidas	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Medidas correctoras
Operaciones de corte de la madera	Viruta Polvo Ruido	Ruido Residuos sólidos: viruta (corteza y aserrín) Emisión de polvo Consumo de energía	Salud de pobladores afectada Contaminación del suelo Contaminación del aire Agotamiento de recursos energéticos	Uso de residuos sólidos como combustible para disminuir el consumo de energía y merma a disponer
Baño anti manchas	Solución de tribromofenol	Efluente: solución Potencial derrame de solución Consumo de agua	Contaminación del agua Potencial contaminación de suelo	Contratación de empresa especializada en manejo de efluentes Uso eficiente del agua
Secado de los tablones	Cenizas CO <sub>2</sub> Humo Ruido	Emisión de CO <sub>2</sub> y material particulado Consumo de energía	Contaminación del aire Agotamiento de recursos energéticos	Mantenimiento a filtros y chimeneas Uso eficiente de la energía

En la figura 5.7 se muestran las entradas y salidas de aspectos ambientales de las principales etapas del proceso.

Figura 5.7

Diagrama de bloques de aspectos ambientales



A largo plazo se implementará el sistema de gestión ambiental ISO 14001 y se buscará obtener la certificación que demuestre el cumplimiento de las metas ambientales planteadas.

### 5.7 Seguridad y salud ocupacional

Tras la aprobación de la Ley 29783 – Ley de seguridad y salud en el trabajo - y del Decreto Supremo N° 005-2012-TR – Reglamento de la Ley 29783 - se formalizó la necesidad de mejorar las condiciones de seguridad y salud en el trabajo. Asegurar la seguridad y salud en el trabajo permite incrementar la productividad y motivación de los trabajadores.

Para administrar la seguridad y salud ocupacional de la empresa, se realizó un análisis preliminar de riesgos, cuyos resultados se muestran en la tabla 5.11. En él se identificó las causas y consecuencias de los principales riesgos del proceso. Además se determinó una serie de medidas preventivas y correctivas para minimizar el impacto de cada uno de ellos.

Tabla 5.11

*Análisis de riesgos*

Riesgo	Causa	Consecuenciaa	Medidas preventivas o correctivas
Corte con sierra	Distracción del operario	Pérdida de miembro	Colocar guardas y señalización adecuada
Atrapamiento de brazo	Limpieza de máquina prendida, distracción	Pérdida de miembro	Colocar guardas y señalización adecuada
Incendio o explosión	Instalación eléctrica deficiente	Muertes y pérdidas materiales	Interruptor termo magnético, puestas a tierra, cableado sobredimensionado y extintores PQS
Derrumbe de madera	Madera manipulada inadecuadamente	Golpes, cortes o pies aplastados	Capacitación sobre el montacargas Herramientas para movilizar troncos
Tropiezo y caída	Desniveles y materiales en el suelo	Invalidez temporal	Mantener la planta limpia y ordenada
Inhalación de polvo	Alta concentración de polvo en el aire	Problemas respiratorios	Uso de mascarillas y buena ventilación
Corte con madera	Astillas en la madera Manipulación manual	Corte leve, raspones	Uso de guantes
Daño de los oídos	Ruido de máquinas desajustadas	Sordera, pitido en el oído	Uso de protectores Mantenimiento a máquinas
Corte con sierra rota	Sierra debilitada por uso excesivo	Corte grave, contraer tétanos	Mantenimiento a sierras
Daño por vibraciones	Uso inadecuado de motosierra	Trastornos óseo musculares	Capacitación al personal
Exposición a aserrín	Mala limpieza y ventilación de la planta	Cáncer pulmonar, irritación dérmica, ocular y nasal	Equipos de protección personal Sistemas de aspiración

Nota. Superintendencia de Riesgos del Trabajo, (2013). Elaboración propia.

### 5.8 Sistema de mantenimiento

La correcta gestión del mantenimiento es indispensable para asegurar la calidad del producto final con productividad, eficiencia y en condiciones seguras para los operarios y para el medio ambiente. Se debe estudiar con profundidad los manuales de cada una de las máquinas y seguir las recomendaciones de los fabricantes acerca del mantenimiento que se le debe dar a las máquinas.

Al ser un proceso en línea, la falla de una máquina puede implicar que toda la producción se detenga. Por ello, es importante aplicar mantenimiento preventivo a cada una de ellas, el cual se desarrollará fuera del horario efectivo de trabajo. Además, al

finalizar cada turno, se revisarán los parámetros de la máquina que puedan indicar la necesidad de un mantenimiento predictivo. De ocurrir una falla durante la operación, se aplicará un mantenimiento reactivo, el cual deberá darse de forma inmediata para evitar interrupciones en la producción. La aplicación de los 3 tipos de mantenimiento en conjunto – preventivo, predictivo y reactivo - prolongarán la vida útil de las máquinas y minimizarán paros en la producción. El mantenimiento será realizado por 6 técnicos – 2 por turno de trabajo.

El programa de mantenimiento preventivo contempla una serie de actividades por máquina a ser realizadas fuera del horario efectivo de operación de las mismas:

Todas las intervenciones de mantenimiento deberán ser acompañadas por órdenes de trabajo y documentadas en el historial de cada máquina. De esta manera, se tendrá un registro que sirva para perfeccionar el programa de mantenimiento de tal forma que las fallas sean reducidas con el tiempo y se utilicen los mejores métodos.

#### **A. Trailer de troncos**

Una vez por semana se debe realizar la lubricación, engrasado y verificación de los niveles de aceite hidráulico.

#### **B. Máquinas de corte**

Incluye el aserradero estacionario, máquina canteadora y despuntadora. Al final de cada turno se debe realizar una limpieza general y reemplazar las sierras. Adicionalmente, una vez por semana se debe hacer la revisión y ajuste de bandas, lubricación, engrasado y verificación de la alineación de las piezas.

#### **C. Tina de inmersión**

Una vez por semana se hará una limpieza exhaustiva luego de vaciar la solución anti manchas para su reemplazo.

#### **D. Horno de secado**

Una vez por semana se hará la limpieza de los hornos y se verificará que no existan agujeros que permitan la fuga del aire.

## 5.9 Programa de producción

Se estimó un plan de producción alineados con la demanda del proyecto.

### 5.9.1 Consideraciones sobre la vida útil del proyecto

La vida útil del proyecto es 8 años pues se consideró que es un periodo en el cual se puede hacer proyecciones con un menor grado de incertidumbre. Sin embargo, se espera que el proyecto pueda seguir funcionando más de 8 años aumentando la capacidad de la planta adquiriendo nuevos equipos productivos.

### 5.9.2 Programa de producción para la vida útil del proyecto

El programa de producción se adapta a la demanda del proyecto tomando en cuenta la variación en el nivel de inventarios. Ni la demanda del producto ni la disponibilidad de materia prima tienen estacionalidad, por lo cual la producción puede darse uniformemente a lo largo del año. El programa de producción anual se puede observar en la tabla 5.12.

Tabla 5.12

*Plan de producción anual (m<sup>3</sup>)*

m <sup>3</sup> de madera aserrada	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Inventario inicial	0	363	398	434	473	514	556	602
Producción	9.187	9.708	10.607	11.546	12.537	13.583	14.685	15.848
Venta	8.824	9.673	10.570	11.508	12.497	13.540	14.640	15.800
Inventario final	363	398	434	473	514	556	602	649

El inventario final de cada año equivale a 15 días de ventas de dicho año. Este periodo se calculó tomando en cuenta el ciclo productivo desde el acopio de materia prima hasta la venta del producto final. El producto permanece en promedio 2 días en el almacén de materia prima, 1 día en la línea de aserrado, 4 días en el horno de secado, 1 día en el camión dirigiéndose al local comercial en Lima y 7 días en el local comercial.



## 5.10 Requerimiento de insumos, servicios y personal

Se estimó los recursos necesarios para la operación del aserradero.

### 5.10.1 Materia prima, insumos y otros materiales

La materia prima del proceso es la madera rolliza de pino. El requerimiento de ella crece linealmente con el plan de producción de tablones.

Además se necesitan 2 insumos adicionales: el tribromofenol utilizado para preparar la solución antimanchas y el cincho utilizado para amarrar el producto final. El requerimiento de cincho asume que se utilizan 10 metros de cincho para amarrar 1 m<sup>3</sup> de tablones de pino. La cantidad utilizada de tribromofenol no varía en el tiempo pues solo es necesario reemplazar el contenido del tanque de baño una vez a la semana, independientemente del número de tablones sumergidos. Los resultados se observan en la tabla 5.13.

Tabla 5.13

*Requerimiento anual de madera rolliza, tribromofenol y cincho*

Insumo	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Madera rolliza (m <sup>3</sup> )	22.978	24.280	26.529	28.878	31.357	33.971	36.729	39.637
Cincho (m)	101.057	106.787	116.675	127.008	137.910	149.409	161.536	174.327
Tribromofenol (kg)	11.232	11.232	11.232	11.232	11.232	11.232	11.232	11.232

### 5.10.2 Servicios: energía eléctrica, agua, vapor, combustible.

El consumo de energía eléctrica se estimó a partir de la potencia eléctrica de los equipos y del tiempo que estarán encendidos, tanto en horas punta (HP) como en horas fuera de punta (HFP). Además se calculó la máxima demanda sumando la potencia de todos los equipos. Los resultados se pueden observar en la tabla 5.14.

Tabla 5.14

*Requerimiento anual de energía y potencia eléctrica*

Rubro	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Energía total (MWh)	982,7	982,7	1.190,8	1.190,8	1.190,8	1.190,8	1.264,6	1.302,5
Energía en HFP (MWh)	868,5	868,5	1.061,3	1.061,3	1.061,3	1.061,3	1.119,7	1.157,6
Energía en HP (MWh)	114,2	114,2	129,6	129,6	129,6	129,6	144,9	144,9
Potencia en HP (kW)	160	160	197	197	197	197	206	214
Potencia en HFP(kW)	64	64	73	73	73	73	81	81

En la tabla 5.15 se muestra el cálculo detallado del consumo eléctrico en el 2023.

Tabla 5.15

*Estimación del consumo eléctrico en el 2023*

Máquina / Equipo	Máquinas	Horas semanales		Potencia total (Kw)		Energía anual (MWh)	
		HFP	HP	HFP	HP	HFP	HP
Mesas de alimentación	2	90	-	9,0	-	42,1	-
Aserradoras	2	90	-	44,0	-	205,9	-
Faja transportadora	6	90	-	13,2	-	41,2	-
Canteadoras	1	90	-	11,0	-	51,5	-
Despuntadoras	3	90	-	17,7	-	82,8	-
Tinas de inmersión	1	90	-	1,5	-	7,0	-
Hornos de secado	5	128	34	44,0	44,0	292,1	76,9
Astilladora	1	90	-	30,0	-	140,4	-
Iluminación de planta	1	133	35	37,4	37,4	258,7	68,1
Equipo de oficina	1	45	-	6,5	-	15,2	-
Total				214,3	81,4	1.157,6	144,9

Nota. Woodmizer, (2013); Alibaba, (2015). Elaboración propia.

También se calculó el consumo anual de agua considerando el baño anti manchas y las duchas de los trabajadores. La ecuación 5.2 muestra el cálculo en el año 2023.

$$52 \frac{\text{semanas}}{\text{año}} * \left( 6,0 \frac{\text{m}^3}{\text{semana}} + 0,2 \frac{\text{m}^3}{\text{ducha}} * 756 \frac{\text{duchas}}{\text{semana}} \right) = 8.174 \frac{\text{m}^3}{\text{año}} \quad (5.2)$$

Además, se requiere de diésel para alimentar al motor de los camiones. La ecuación 5.3 estima el consumo de diésel en el 2023 a partir del rendimiento promedio de los motores.

$$162 \frac{\text{viajes}}{\text{año}} * 1.628 \frac{\text{km}}{\text{viaje}} * 0,08 \frac{\text{galones}}{\text{km}} = 20.895 \frac{\text{galones}}{\text{año}} \quad (5.3)$$

El vapor es únicamente utilizado para el proceso de secado. Según las especificaciones técnicas del horno de secado MYH-90C, este requiere 50 kg/hora de madera para usarla como combustible al secar lotes de 45 m<sup>3</sup> de madera húmeda. El combustible utilizado será viruta de madera proveniente de la operación de astillado. El consumo del combustible será proporcional al número de lotes secados y asumirá que cada secado dura 96 horas en línea con lo analizado en el punto 5.4.1. En la ecuación 5.4 se muestra el cálculo del número de lotes de secado. En la ecuación 5.5 se muestra

el cálculo del requerimiento de combustible en el año 2023. En la tabla 5.16 se muestra la disponibilidad de combustible, el requerimiento de combustible y el residual en cada año. El residual de la merma será entregado a agricultores zonales para que lo usen como fertilizante.

$$18.629 \text{ m}^3 \text{ de madera húmeda} * \frac{1 \text{ lote}}{45 \text{ m}^3 \text{ de madera húmeda}} = 414 \text{ lotes} \quad (5.4)$$

$$414 \text{ lotes} * 96 \frac{\text{horas}}{\text{lote}} * 50 \frac{\text{kg}}{\text{hora}} * \frac{1 \text{ m}^3 \text{ de viruta}}{1040 \text{ kg}} = 1,911 \text{ m}^3 \text{ de viruta} \quad (5.5)$$

Tabla 5.16

*Requerimiento de viruta a ser utilizada como combustible*

Insumo	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Merma disponible (m <sup>3</sup> )	10.655	11.259	12.302	13.391	14.541	15.753	17.032	18.381
Merma requerida (m <sup>3</sup> )	1.108	1.170	1.279	1.392	1.512	1.638	1.771	1.911
Residual (m <sup>3</sup> )	9.548	10.089	11.023	11.999	13.029	14.116	15.261	16.470

### 5.10.3 Determinación el número de operarios y trabajadores indirectos

Si bien el proceso productivo elegido es semiautomático, es necesario contar con trabajadores que supervisen las operaciones para garantizar que los estándares de calidad están siendo cumplidos.

También se requiere de operarios que faciliten el flujo de materiales por el proceso y retiren la merma generada. El número de operarios no depende del tiempo estándar de cada operación, sino del número de máquinas instaladas y del número de operarios por cada tipo de máquina.

La tabla 5.17 muestra la cantidad de puestos de trabajo por turno para cada posición en cada año. También muestra 2 puestos de trabajadores indirectos: mantenimiento y gestión de inventarios.

Tabla 5.17

*Puestos de trabajo*

Proceso	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Acopio de troncos	5	5	5	5	5	5	5	5
Alimentación de troncos	1	1	1	1	1	1	1	1
Aserrado	3	3	6	6	6	6	6	6
Canteado	1	1	1	1	1	1	1	1
Despuntado	2	2	2	2	2	2	2	3
Baño anti manchas	1	1	1	1	1	1	1	1
Apilado	2	2	2	4	4	4	4	4
Secado y alimentación de calderos	3	3	4	4	4	4	5	5
Reapilado	2	2	2	2	2	4	4	4
Astillado	1	1	1	1	1	1	1	1
Mantenimiento	2	2	2	2	2	2	2	2
Gestión de inventarios	2	2	2	2	2	2	2	2
Conductor de camión	2	2	2	2	2	2	2	2
Total	25	25	29	31	31	33	34	35

#### 5.10.4 Servicios de terceros

La empresa tendrá 3 procesos tercerizados: seguridad, limpieza y catering. Los 3 son procesos totalmente desligados del proceso productivo, de las relaciones comerciales y del know-how del negocio.

Tercerizar dichas actividades con empresa especialistas no representa un riesgo para el éxito del proyecto y representa una oportunidad de reducir costos al evitar ineficiencias. Permitirá al personal enfocarse en actividades que afecten la propuesta de valor ofrecida por la empresa en lugar de malgastar recursos en actividades secundarias.

#### 5.11 Características físicas del proyecto

Para las características físicas del proyecto se evaluó el factor edificio y el factor servicio.

##### 5.11.1 Factor edificio

El edificio deberá considerar una serie de características apropiadas para las operaciones de un aserradero. Estas características son enlistadas a continuación.

- Las paredes externas serán muros altos de concreto contra incendios para que en caso de que uno ocurra, el fuego no se propague a las construcciones contiguas.

- Las paredes internas serán muros de concreto pintados con pinturas no inflamables y de un color claro que favorezca la iluminación.
- Se tendrá un piso de concreto que soporte el peso de las máquinas y de la madera.
- Habrá un amplio patio de maniobras sin techar que permitirá recibir los troncos.
- El techo de la zona de producción será de calamina y estará a una altura de 10 metros con el objetivo de favorecer la circulación de aire y reducir la concentración de aserrín. La altura mínima para edificios industriales es 3,5 metros.
- Los muros de las zonas administrativas serán contra el ruido.

### **5.11.2 Factor servicio**

Se abarcará los servicios relacionados al personal y al proceso. A continuación se enlistan las consideraciones con respecto a dichos servicios.

- Se generará un ambiente de trabajo cómodo, seguro y eficiente para el personal.
- Se contará con los servicios que permitan al personal no tener la necesidad de abandonar las instalaciones de la planta durante la jornada laboral.
- Tanto las oficinas como la zona de producción tendrán una iluminación de 750 lux que es la iluminación recomendada para este tipo de trabajo.
- Los materiales e insumos pasarán por controles de calidad.
- Todos los materiales tendrán espacios de almacenamiento.
- Los equipos recibirán los mantenimientos detallados en el punto 5.8.
- Para garantizar la continuidad de las operaciones durante un apagón, se contará con un grupo electrógeno capaz de abastecer de energía eléctrica a toda la planta.

En el punto 5.12.1 se detallan las zonas requeridas para cumplir con estas consideraciones.

### **5.12 Disposición de planta**

Se hizo una evaluación integral de áreas para generar un plano de las instalaciones.

### **5.12.1 Determinación de las zonas físicas requeridas**

Las zonas físicas enlistadas a continuación se clasificaron en 5 categorías: zonas de producción, de servicios al proceso, de servicios al personal, almacenes y oficinas.

#### **A. Zonas productivas**

- Zona de aserrado: contendrá todas las operaciones de corte y el baño anti manchas.
- Zona de secado: contendrá los hornos de secado y sus calderos respectivos.
- Zona de astillado de merma: ahí se recopilará y astillará la merma en viruta.

#### **B. Almacenes**

- Almacén de madera rolliza: zona de acopio de la materia prima.
- Almacén de tablonés: almacenará el producto terminado antes de ser despachado.
- Almacén de viruta: contendrá la merma antes de ser quemada o donada.

#### **C. Servicios al proceso**

- Subestación del transformador: para convertir el medio voltaje externo a bajo voltaje.
- Cuarto de grupo electrógeno: se contará con el equipo para apagones y emergencias.
- Área de calidad: ahí se llevarán a cabo las pruebas de calidad destructivas.
- Área de mantenimiento: contendrá las herramientas y el afilador las sierras.

#### **D. Servicios al personal**

- Baños: de oficina, de planta, para hombres y para mujeres.
- Cafetería: para que el personal almuerce.

- Enfermería: en caso de accidentes.
- Estacionamiento: para los gerentes y para visitas.

### **E. Oficinas**

- Gerente general
- Gerente de operaciones
- Recepción
- Jefe de contabilidad
- Jefe de recursos humanos

#### **5.12.2 Cálculo de áreas para cada zona**

Se procedió a calcular el área mínima que puede tener cada zona. Cada categoría descrita en el punto 5.12.1 fue dimensionada utilizando la metodología que le fuese más apropiada. El análisis tomó como base la disposición de planta en el año 2023.

Para determinar el área total de producción se empleó el método de Guerchet y el resultado obtenido fue 1.724 m<sup>2</sup>. Los cálculos, las medidas, los elementos fijos y los elementos móviles se muestran en la tabla 5.18.

Tabla 5.18

Análisis de Guerchet <sup>15</sup>

Elementos fijos	L (m)	A (m)	h (m)	n	N	Ss (m <sup>2</sup> )	Sg (m <sup>2</sup> )	Se (m <sup>2</sup> )	ST (m <sup>2</sup> )	Ss*n	Ss*n*h
Mesa de alimentación	6,0	1,7	1,5	2	3	10	31	18	116	20	31
Aserradero	8,8	2,9	2,7	2	1	26	26	22	145	51	138
Canteadora	3,3	1,3	1,4	1	2	4	9	6	18	4	6
Despuntadora	5,5	1,8	1,0	3	1	10	10	8	84	30	30
Tina de inmersión	6,0	2,5	1,0	1	2	15	30	19	64	15	15
Tanque dosificador	1,0	1,0	1,0	1	1	1	1	1	3	1	1
Plataforma de apilamiento	5,0	1,0	1,0	4	2	5	10	6	85	20	20
Horno de secado	10,0	5,4	2,4	5	2	54	108	68	1.152	270	648
Astilladora	1,9	0,7	1,2	1	2	1	3	2	6	1	2
Faja transportadora	1,0	0,5	0,8	70	0	1	0	0	50	35	28
Total de elementos fijos									1.724	448	918
Elementos móviles	L (m)	A (m)	h (m)	n		Ss (m <sup>2</sup> )		Ss*n	Ss*n*h		
Operarios	-	-	1,7	35		0,5		18	29		
Montacargas	2,5	1,0	2,5	2		2,5		5	13		
Carretilla hidráulica	1,2	0,7	1,0	2		0,8		2	2		
Carretilla de viruta	1,0	0,6	0,7	2		0,6		1	1		
Total de elementos móviles									25	44	
Hem	1,7305										
Hee	2,0496										
K	0,4222										

Para dimensionar cada almacén se consideró la máxima capacidad que se quería que tenga en el 2023. Para determinar dicha capacidad se utilizó los siguientes criterios:

- Almacén de madera rolliza: 2 días de recepción de materia prima en el 2023.
- Almacén de tablones: 4 días de despacho de producto terminado en el 2023.
- Almacén de viruta: 4 días de viruta producida en el 2023.

Para convertir dichos criterios en cantidades se utilizó la ecuación 5.6.

$$Cantidad\ anual\ (m^3) * \frac{X\ días}{365\ días} = Capacidad\ requerida\ (m^3) \quad (5.6)$$

15 L: largo, A: ancho, h: altura, n: cantidad, N: lados operativos, Ss: superficie estática, Sg: superficie de gravitación, Se: superficie de evolución, ST: superficie total.



El área neta requerida para cada capacidad calculada dependerá del tipo de almacenamiento que tiene cada material. Las ecuaciones del área se indican a continuación.

- Apilado de troncos: prisma triangular

$$\text{Área neta (m}^2\text{)} = \frac{2 * \text{Capacidad total (m}^3\text{)}}{\text{Altura máxima (m)}} \quad (5.7)$$

- Tablones sobre parihuelas en estantes: paralelepípedo rectangular

$$\text{Área neta (m}^2\text{)} = \frac{\text{Capacidad requerida (m}^3\text{)}}{\text{Altura máxima (m)}} \quad (5.8)$$

- Montículo de viruta: cono

$$\text{Área neta (m}^2\text{)} = \frac{3 * \text{Capacidad requerida (m}^3\text{)}}{\text{Altura máxima (m)}} \quad (5.9)$$

El área total duplica el área neta pues considera un espacio adicional para pasadizos y movilización de materiales. Los cálculos se muestran en la tabla 5.19.

Tabla 5.19

*Dimensionado de almacenes*

Almacén (ecuación)	Cantidad anual (m <sup>3</sup> )	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Altura máxima (m)	Área neta (m <sup>2</sup> )	Área total (m <sup>2</sup> )
Madera rolliza (5.6)	39.637	217	2	109	217
Tablones (5.7)	15.848	174	3	58	116
Viruta (5.8)	18.381	201	3	34	67

El área de la subestación del transformador es 37,5 m<sup>2</sup> de acuerdo a los estándares manejados en una subestación convencional de 10 kV. El cuarto del grupo electrógeno tendrá la misma superficie mínima.

El área de mantenimiento y el área de calidad tendrán un área de 20 m<sup>2</sup> cada una. Gran parte de sus funciones, como inspecciones a los materiales y mantenimientos a las maquinarias, son llevadas a cabo fuera de sus cuartos y por ende no requieren de un espacio mayor al definido.

Las áreas de servicio al personal y las oficinas fueron dimensionadas empíricamente siguiendo los criterios mostrados en la tabla 5.20.

Tabla 5.20

*Dimensionado de servicios y oficinas*

Zona	Criterio	Área (m <sup>2</sup> )
Baño de planta para hombres	3 retretes, 5 duchas	54
Baño de planta para mujeres	3 retretes, 5 duchas	54
Baño de oficina para hombres	1 retrete, 0 duchas	10
Baño de oficina para mujeres	1 retrete, 0 duchas	10
Cafetería	1,58 m <sup>2</sup> por comensal, cocina para catering	144
Enfermería	Aforo de 65 personas en la planta	23
Estacionamiento	3 sitios de parqueo	70
Oficina gerente general	Área de ejecutivo principal	30
Oficina gerente de operaciones	Área de ejecutivo	23
Oficina de recursos humanos	Estación de trabajo mínima	12
Oficina de contabilidad	Estación de trabajo mínima	12
Recepción	Sillones de espera y escritorio de secretaria	70

Nota. Sule, D. (2001). Elaboración propia.

### 5.12.3 Dispositivos de seguridad industrial y señalización

Un aserradero presenta diversos peligros, los cuales fueron enlistados en la tabla 5.11. Para reducir la probabilidad de ocurrencia de dichos riesgos es necesario contar con los equipos preventivos, dispositivos de seguridad y una señalización adecuada para el personal. Los 2 riesgos con mayor severidad son los incendios y los accidentes con las sierras en las operaciones de corte.

Para evitar un incendio es necesario bloquear uno de los 3 lados del triángulo del fuego: combustible, oxígeno y calor. Bloquear la presencia del combustible es difícil pues el aserrín y el producto en sí son materiales inflamables. Sin embargo, se tendrá un buen sistema de ventilación y aspiradoras que permitan reducir la concentración de aserrín en el aire.

Para bloquear la fuente de calor se tomará una serie de medidas en el sistema eléctrico. En primer lugar, todo el cableado estará sobredimensionado para evitar recalentamientos que podrían iniciar un incendio. Además se tendrá un interruptor termo magnético para evitar cortos circuitos, un interruptor diferencial para evitar fugas de corriente y todos los equipos eléctricos contarán con conexiones a tierra. Finalmente se contará con extintores PQS ubicados en lugares accesibles de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, los cuales serán usados para detener incendios en su etapa inicial.

Para evitar los accidentes en las zonas de corte se señalarán las zonas de peligro a las cuales los operarios no podrán acercar sus manos cuando las máquinas estén encendidas. Las despuntadoras contarán con guardas para evitar el contacto con los operarios. En el suelo se señalará con líneas amarillas las zonas de operación y las zonas de tránsito.

#### 5.12.4 Disposición general

Para determinar el grado de proximidad requerido entre todas las zonas de la planta se hizo un análisis relacional. En la tabla 5.21 se muestra la codificación de los distintos motivos por los que se definió cada tipo de relación. En la figura 5.8 se muestra la tabla relacional producto del análisis hecho y con las siguientes preferencias de proximidad: A (absolutamente necesario), E (especialmente necesario), O (normal) y X (no deseable).

Tabla 5.21

*Lista de motivos de tabla relacional*

Código	Lista de motivos
1	Flujo de materiales
2	Recepción y despacho
3	Seguridad
4	Supervisión y control
5	Comodidad del personal
6	Servicios a producción
7	Instalaciones comunes
8	Ruido

Figura 5.8

Tabla relacional de actividades



A partir de la tabla relacional de actividades y utilizando las áreas predefinidas en el punto 5.12.2, se elaboró un diagrama relacional de espacios.

En la tabla 5.22 se muestran las relaciones definidas en la tabla relacional mediante pares ordenados categorizados en 3 columnas. En la figura 5.9 se muestra el diagrama relacional de espacios. Cada cuadrícula equivale un cuadrado de  $9 \text{ m}^2$ .

Tabla 5.22

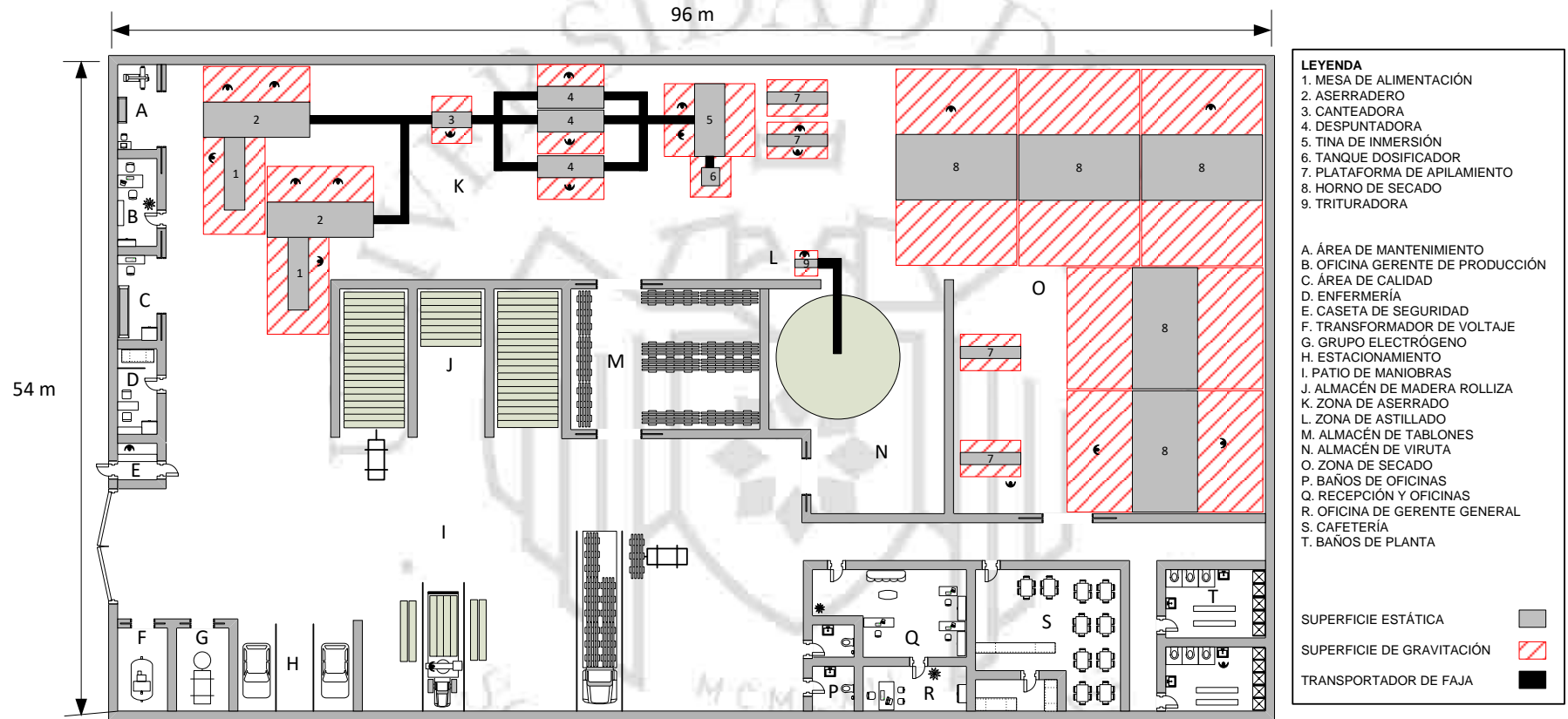
Tabla de pares ordenados A, E y X

A	1	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3	4	5	6	7	
	2	3	4	10	15	18	5	6	10	18	6	10	15	18	11	11	11	8
E	1	1	2	2	2	3	4	4	5	5	6	13						
	9	12	9	12	15	12	9	15	9	15	15	17						
X	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	5	5	6	6	8		
	7	8	17	7	8	17	7	8	17	7	8	7	8	7	8	17		



Figura 5.10

Plano de la planta



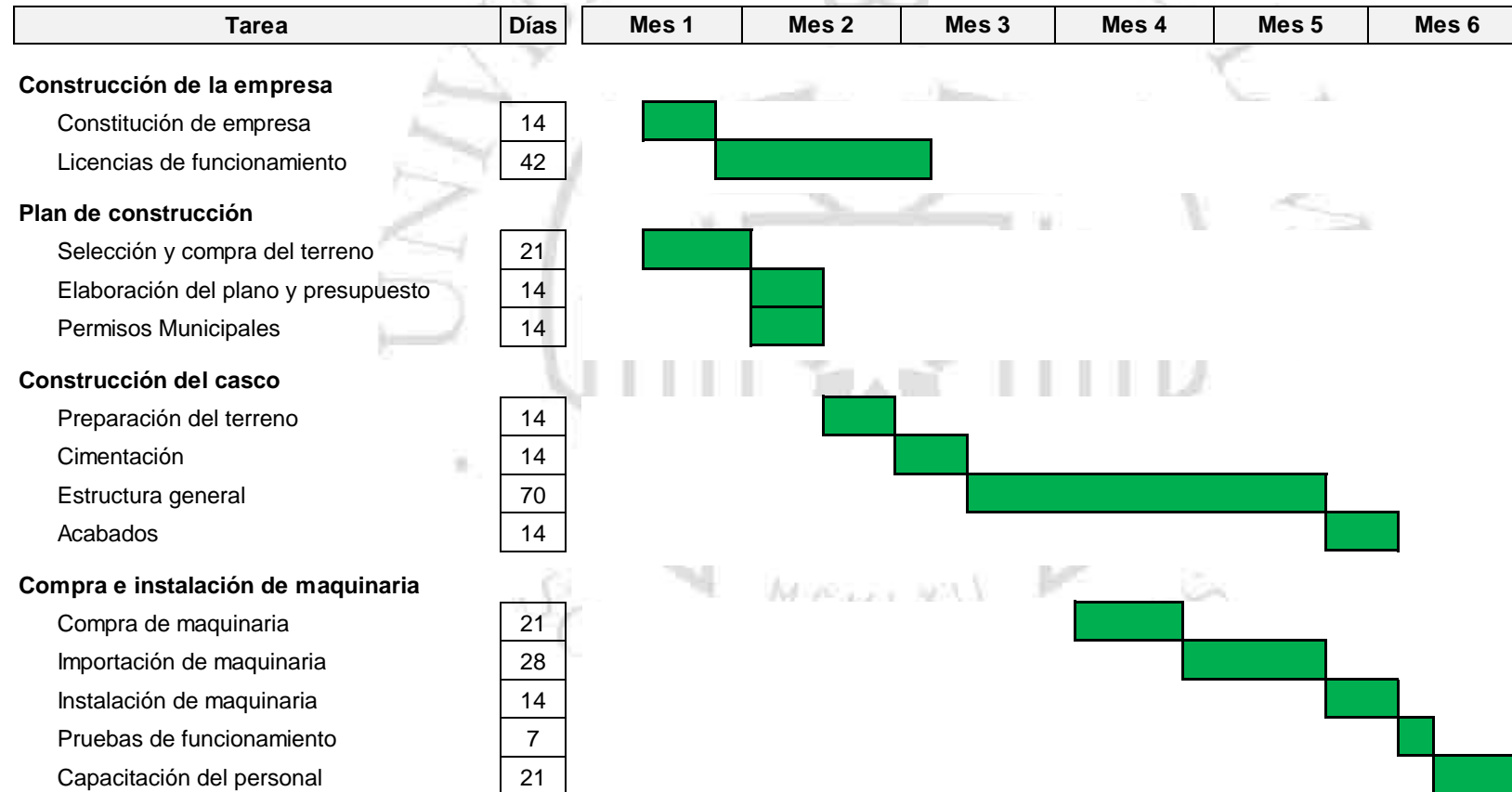
PLANO DE DISTRIBUCIÓN: PLANTA PRODUCTORA DE TABLONES DE MADERA DE PINO			
ESCALA: 1:500	FECHA: 07/12/2014	DIBUJANTE: GONZALO EYZAGUIRRE	AREA: 5,184 m <sup>2</sup>

### 5.13 Cronograma de implementación del proyecto

La figura 5.11 muestra el cronograma de implementación del proyecto, el cual durará 244 días.

Figura 5.11

*Cronograma de implementación del proyecto*



## **CAPÍTULO VI. ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA**

### **6.1 Organización empresarial**

La empresa tendrá una organización funcional que permita generar una especialización del personal en cada rubro de tareas.

La estructura por debajo del gerente general estará compuesta por 4 ramas: 2 gerencias y 2 jefaturas. Las gerencias corresponden al área de producción y al área de ventas, las cuales abarcan las 2 actividades más importantes del negocio presentado. Las jefaturas corresponden al área de recursos humanos y al área de contabilidad, las cuales le darán soporte al gerente general en la toma de decisiones respecto a los requerimientos de personal y a los aspectos financieros respectivamente.

Se buscará reducir los procedimientos burocráticos de tal forma que se promueva la innovación bajo un esquema de mejora continua. Se fomentará una jerarquía horizontal que incentive el trabajo en equipo y la búsqueda dinámica de soluciones, tanto a nivel de planta como a nivel administrativo.

### **6.2 Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios**

La empresa requerirá de un personal directivo y administrativo que de soporte de gestión, comercial y financiero y que permita al aserradero operar establemente. Este personal trabajará un turno diario de 8 horas de lunes a viernes. Además se contará con un personal que supervise la operación de la planta, el cual trabajará en los mismos turnos en que opere el aserradero. La tabla 7.1 muestra el requerimiento de personal para cada puesto dentro de estas categorías.



Tabla 6.1

*Puestos administrativos y de supervisión*

Descripción	Personal requerido
Gerente general	1
Gerente de operaciones	1
Gerente comercial	1
Vendedor	4
Jefe de contabilidad	1
Jefe de recursos humanos	1
Secretaria	2
Jefe de planta	4
Jefe de calidad	2
Asistente de calidad	2

Además se requerirá personal de servicios, el cual será tercerizado. La tabla 7.2 muestra el número de operarios y el número de turnos que se requerirá para cada servicio.

Tabla 6.2

*Puestos de servicios*

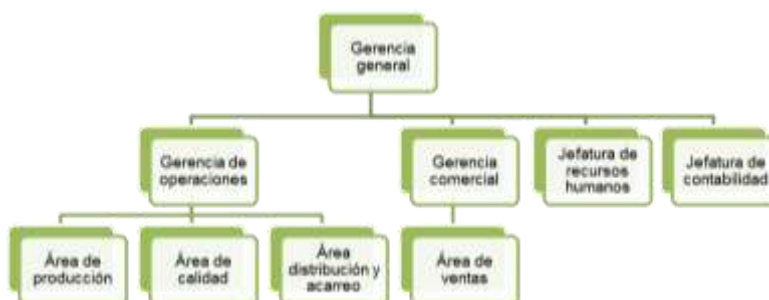
Descripción	Personas por turno	Turnos
Personal de limpieza	4	2
Personal de seguridad	4	3
Personal de catering	4	2

### 6.3 Estructura organizacional

En la figura 6.1 se muestra la estructura funcional que tendrá la empresa.

Figura 6.1

*Organigrama de la empresa*



## CAPÍTULO VII. ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS

### 7.1 Inversiones

La inversión inicial es utilizada para financiar activos fijos tangibles, activos fijos intangibles, capital de trabajo y una caja mínima para contingencias. La inversión total es PEN 8.488.600 y en la tabla 7.1 se muestra el desgagado por rubro.

Tabla 7.1

*Inversión total*

Rubro	PEN
Activos fijos tangibles	7 701 995
Activos fijos intangibles	39 500
Capital de trabajo	697 104
Caja mínima	50 000
Total	8 488 600

El 31% de la inversión será financiada mediante un préstamo bancario y el 69% restante a través de capital propio, con lo cual se tendrá una estructura de capital representativa de la industria, porcentajes que corresponden a la estructura de capital manejada en la industria de aserrado. La tasa de interés se estimó en 13,5%, cifra que otorga el BBVA Banco Continental actualmente a pequeñas empresas que puedan poner activos como máquinas o propiedades en garantía. El préstamo será pagado en cuotas por 5 años. En la tabla 7.2 se ven los montos de la estructura de capital.

Tabla 7.2

*Financiamiento de la inversión*

Fuente	PEN
Préstamo bancario	2 608 990
Capital de accionistas	5 879 610
Total	8 488 600

### 7.1.1 Estimación de las inversiones

Los activos fijos tangibles están compuestos por la maquinaria, los equipos, los vehículos, el terreno, el edificio y los muebles. El costo de la maquinaria, equipos y vehículos fue estimado por medio de cotizaciones en precio CIF, los cuales se muestran en la tabla 7.3.

Tabla 7.3

*Inversión en maquinaria, equipos y vehículos*

Detalle	Precio unitario (PEN)	Cantidad	Subtotal (PEN)
Aserradero estacionario	236 575	1	236 575
Faja transportadora de tablonés	6 823	4	27 292
Canteadora de doble banda	14 832	1	14 832
Despuntadora	23 880	2	47 761
Tina de inmersión	23 732	1	23 732
Tanque dosificador	2 966	1	2 966
Plataforma de apilamiento	8 899	2	17 799
Horno de secado	53 738	3	161 214
Astilladora	8 888	1	8 888
Grupo electrógeno	57 491	1	57 491
Transformador	20 765	1	20 765
Tractor	59 953	1	59 953
Tráiler con grúa	60 517	3	181 550
Montacargas	99 526	3	298 578
Camión	258 940	2	517 880
Tráiler de madera aserrada	51 914	2	103 827
Total			1 781 103

Además se consideró que el costo de instalación de las máquinas asciende al 45% del costo de adquisición. De igual forma, el costo del edificio se estimó en 144% del costo de adquisición de los equipos.

El costo del terreno se estimó multiplicando el precio promedio de los terrenos en Cajamarca, el cual asciende a 884,5 PEN/m<sup>2</sup>, por el área del terreno estimada en el plano, la cual asciende a 5.184 m<sup>2</sup>. También se consideró una inversión en mobiliario de PEN 60.000, la cual incluye escritorios, sofás, mesas, sillas, armarios y computadoras entre otros equipos. La tabla 7.4 resume el monto de inversión en cada rubro de los activos fijos tangibles.

Tabla 7.4

*Activos fijos tangibles*

Rubro	Monto (PEN)
Maquinaria y equipos	898 007
Vehículos	1 161 787
Terreno	4 690 386
Edificio	891 814
Mobiliario	60 000
<b>Total</b>	<b>7 701 995</b>

La inversión en activos intangibles será PEN 39.500 y se detalla en la tabla 7.5.

Tabla 7.5

*Activos fijos intangibles*

Rubro	Monto (PEN)
Estudio de factibilidad	30 000
Sistemas informáticos	5 000
Licencias de funcionamiento	3 000
Gastos notariales de constitución	1 500
<b>Total</b>	<b>39 500</b>

### 7.1.2 Capital de trabajo

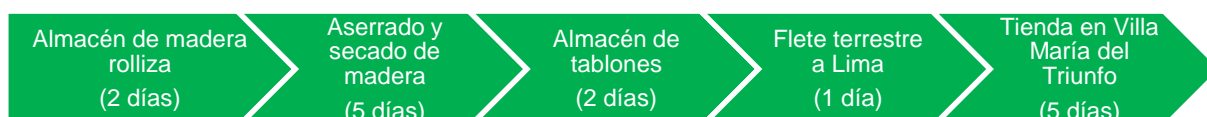
El capital de trabajo (“WK”) fue calculado de acuerdo a la ecuación 7.1.

$$WK = Inventarios + Cuentas por cobrar - Cuentas por pagar \quad (7.1)$$

Para estimar cada una de las 3 cuentas se utilizó el método de los días promedio. En el punto 2.1.1 se definió que las cobranzas se harían 30 días después de la venta. El pago a los proveedores se hará 10 días después de recibida la materia prima y los días promedio de inventario se definieron en 15 días.

Figura 7.1

*Estimación de días promedio de inventario*



Los días de inventario y los días de cuentas por pagar se multiplicaron por el costo de venta diario en el 2016 para calcular dichas cuentas en PEN. Los días de

cuentas por cobrar se multiplicaron por las ventas diarias en el 2016 para obtener las cuentas por cobrar en PEN. Luego aplicando la ecuación 7.1 se estimó el capital de trabajo. Al ser iguales los días de inventario a los días de cuentas por pagar, ambas cuentas se anulan entre sí.

Los cálculos del capital de trabajo se detallan en la tabla 7.6, el cual también muestra la variación anual del capital de trabajo.

Tabla 7.6

*Cálculo interanual del capital de trabajo*

PEN ('000s)	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Inventarios	697	779	869	965	1.069	1.181	1.302	1.434	1.576
Cuentas por cobrar	166	173	196	212	224	241	259	277	298
Cuentas por pagar	166	173	196	212	224	241	259	277	298
Capital de trabajo	697	779	869	965	1.069	1.181	1.302	1.434	1.576
$\Delta$ Capital de trabajo	-697	-82	-89	-96	-104	-112	-121	-131	-142

Con estos cálculos se puede concluir que la inversión inicial en capital de trabajo será PEN 697.104.

## 7.2 Costos de producción

Se calcularon los costos de producción del proceso.

### 7.2.1 Costos de materias primas, insumos y otros materiales

La materia prima principal de los tablones de pino es la madera rolliza de pino. Tal como se detalló en el punto 2.6.3, el precio de la madera rolliza es 63,52 PEN/m<sup>3</sup>. Otros insumos utilizados son el tribromofenol y el cincho, cuyos precios son 1 PEN/m<sup>3</sup> y 29 PEN/kg respectivamente. En la tabla 7.7 se muestra el requerimiento de cada insumo, la evolución de su precio a un ritmo inflacionario y el costo total proyectado.

Tabla 7.7

*Presupuesto de costo de materiales*

Insumo	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>Madera rolliza</b>								
Requerimiento (m <sup>3</sup> )	22.978	24.280	26.529	28.878	31.357	33.971	36.729	39.637
Precio (PEN/m <sup>3</sup> )	66,3	67,6	68,9	70,3	71,7	73,2	74,6	76,1
Costo total (PEN '000s)	1.522	1.641	1.829	2.030	2.249	2.485	2.740	3.017
<b>Tribromofenol</b>								
Requerimiento (kg)	11.232	11.232	11.232	11.232	11.232	11.232	11.232	11.232
Precio (PEN/kg)	30,3	30,9	31,5	32,1	32,8	33,4	34,1	34,8
Costo total (PEN '000s)	340	347	354	361	368	375	382	390
<b>Cincho</b>								
Requerimiento (metros)	91.870	97.079	106.068	115.462	125.373	135.826	146.851	158.479
Precio (PEN/metro)	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2
Costo total (PEN '000s)	96	103	115	128	142	156	173	190
<b>Total (PEN '000s)</b>	<b>1.959</b>	<b>2.092</b>	<b>2.298</b>	<b>2.520</b>	<b>2.759</b>	<b>3.018</b>	<b>3.297</b>	<b>3.598</b>

**7.2.2 Costo de los servicios (energía eléctrica, agua, combustible)**

A partir de los requerimientos de agua, electricidad y diésel estimados en el punto 5.10.2 y de los precios actuales y proyecciones de inflación, se calculó el costo total de los servicios requeridos.

El costo de electricidad fue estimado utilizando una tarifa MT2, la cual cuenta con 2 mediciones de energía activa en hora punta y hora fuera de punta y 2 mediciones de potencia activa en hora punta y en hora fuera de punta. La tarifa también considera un componente fijo mensual y un cargo por el exceso de energía en hora punta sobre la energía en hora fuera de punta.

La tabla 7.8 muestra el presupuesto de los 3 servicios.

Tabla 7.8

*Presupuesto de costo de servicios*

Servicio	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>Agua</b>								
Requerimiento (m <sup>3</sup> )	6.802	6.802	7.363	7.613	7.613	7.862	8.050	8.174
Precio (PEN/m <sup>3</sup> )	3,3	3,4	3,5	3,6	3,6	3,7	3,8	3,8
Costo total (PEN '000s)	23	23	26	27	28	29	30	31
<b>Diésel</b>								
Requerimiento (galones)	11.670	12.792	13.978	15.219	16.526	17.906	19.361	20.895
Precio (PEN/galón)	12,5	12,8	13,0	13,3	13,6	13,8	14,1	14,4
Costo total (PEN '000s)	146	163	182	202	224	248	273	301
<b>Electricidad</b>								
kWh en HP (PEN)	21.108	21.530	24.918	25.416	25.924	26.443	30.172	30.775
kWh en HFP (PEN)	133.797	36.473	70.095	173.496	76.966	80.505	94.251	204.843
kW en HP (PEN)	2.189	2.233	2.591	2.643	2.696	2.750	3.145	3.208
kW en HFP (PEN)	1.821	1.857	2.338	2.385	2.433	2.482	2.644	2.803
Exceso de HP sobre HFP (PEN)	9.569	9.760	13.033	13.293	13.559	13.830	14.107	15.348
Cargo fijo (PEN)	77	79	80	82	83	85	87	88
Costo total (PEN '000s)	169	172	213	217	222	226	244	257
<b>Total (PEN '000s)</b>	<b>337</b>	<b>359</b>	<b>421</b>	<b>447</b>	<b>473</b>	<b>503</b>	<b>548</b>	<b>589</b>

Nota. Sedapal, (2015); Osinerg, (2015). Elaboración propia.

### 7.2.3 Costo de la mano de obra

Se estimó el costo de la mano de obra directa e indirecta.

#### 7.2.3.1 Mano de obra directa

El número de puestos de trabajo para mano de obra directa fue determinado en el punto 5.10.3. Tomando en cuenta el número de turnos que opera cada estación de trabajo, se estimó el número de personas requeridas para ocupar todos los puestos. Se le pagará 15 sueldos brutos anuales de PEN 1.200, los cuales incluyen gratificaciones y CTS. Además se consideró sobrecostos laborales de 20%. Los cálculos se muestran en la tabla 7.9.

Tabla 7.9

Presupuesto de costo de mano de obra directa

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Trabajadores	45	45	54	58	58	62	65	67
Sueldo bruto	1 200	1 224	1 248	1 273	1 299	1 325	1 351	1.378
N° sueldos	15	15	15	15	15	15	15	15
Sobrecostos laborales	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
PEN (‘000s)	972	991	1.214	1.329	1.356	1.479	1 581	1.662

**7.2.3.2 Mano de obra indirecta**

La mano de obra indirecta está conformada por el personal administrativo, el personal de venta y la mano de obra indirecta de planta.

La tabla 7.10 muestra el sueldo mensual y el número de vacantes en el 2016 de cada puesto.

Tabla 7.10

*Sueldos de la mano de obra indirecta*

Puesto	Vacantes	Sueldo mensual (PEN)
Gerente general	1	12 000
Gerente comercial	1	8 000
Gerente de operaciones	1	8 000
Jefe de contabilidad	1	3 000
Jefe de recursos humanos	1	3 000
Jefe de planta	4	3 000
Jefe de calidad	2	3 000
Técnico de mantenimiento	6	2 500
Secretaria	2	2 500
Asistente de calidad	4	2 000
Vendedor	4	1 500
Almacenero	4	1 200
Camionero	4	1 200

La tabla 7.11 muestra el costo total de la mano de obra indirecta considerando 15 sueldos anuales por colaborador y 20% de sobrecostos laborales.



Tabla 7.11

*Presupuesto de costo de mano de obra indirecta*

Mano de obra indirecta	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Total (PEN '000s)	1 721	2 747	3 004	3 156	3 219	3 378	3 519	3 639

### 7.3 Presupuesto de ingresos y egresos

Se proyectaron los ingresos y los egresos de caja para el proyecto.

#### 7.3.1 Presupuesto de ingresos por ventas

Tal como se indicó en el punto 2.5.3.2, el precio de introducción de los tablones de madera será PEN 961 + IGV por metro cúbico, 5% por debajo del precio del mercado proyectado al 2016 por inflación. La tabla 7.12 muestra el cálculo de las ventas totales cada año.

Tabla 7.12

*Presupuesto de ingresos por ventas*

Ventas	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Volumen vendido (m <sup>3</sup> )	8 824	9 673	10 570	11 508	12 497	13 540	14 640	15 800
Precio (PEN / m <sup>3</sup> )	961	980	1 000	1 020	1 040	1 061	1 082	1 104
Ventas totales (PEN '000s)	8 481	9 483	10 570	11 737	13 001	14 368	15 846	17 444

#### 7.3.2 Presupuesto operativo de costos

El costo de producción está compuesto los materiales, la mano de obra directa, la energía y la depreciación fabril. Los 3 primeros componentes fueron detallados en el punto 7.2. Para determinar la depreciación fabril primero se proyectó las inversiones de capital, compuesta por las inversiones de expansión para la compra de maquinaria nueva, y por el mantenimiento de los equipos para extender su vida útil. La tabla 7.13 muestra el cronograma CAPEX en ambos rubros, y la tabla 7.14 muestra el cronograma de depreciación y amortización<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> Ver anexo 4

Tabla 7.13

*Inversiones totales en activos fijos*

PEN '000s	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>Inversiones de expansión</b>									
Terreno	4 690	-	-	-	-	-	-	-	-
Edificio de planta	794	-	-	-	-	-	-	-	-
Edificio administrativo	98	-	-	-	-	-	-	-	-
Maquinaria y equipos	898	-	448	14	-	14	88	51	91
Vehículos de planta	441	-	-	-	-	-	-	-	-
Vehículos de distribución	721	-	-	-	-	-	-	-	-
Muebles de planta	30	-	-	-	-	-	-	-	-
Muebles de oficina	30	-	-	-	-	-	-	-	-
Intangibles	40	5	5	5	5	5	5	5	5
<b>Inversiones de mantenimiento</b>									
Terreno	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Edificio de planta	-	24	24	24	24	24	24	24	24
Edificio administrativo	-	3	3	3	3	3	3	3	3
Maquinaria y equipos	-	90	90	134	133	130	126	128	124
Vehículos de planta	-	88	88	85	77	64	46	39	32
Vehículos de distribución	-	144	144	138	126	105	75	64	53
Muebles de planta	-	3	3	3	3	3	3	2	2
Muebles de oficina	-	3	3	3	3	3	3	2	2
Intangibles	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	7 741	360	808	408	374	351	372	318	337

Tabla 7.14

*Tabla de depreciación de activo fijo de planta*

PEN '000s	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Terreno	-	-	-	-	-	-	-	-
Edificio de planta	24	25	26	26	27	28	28	29
Edificio administrativo	3	3	3	3	3	3	4	4
Maquinaria y equipos	90	99	153	167	181	195	216	234
Vehículos de planta	88	106	123	140	156	80	72	62
Vehículos de distribución	144	173	202	230	255	132	118	102
Muebles de planta	3	3	4	4	4	4	5	5
Muebles de oficina	3	3	4	4	4	4	5	5
Intangibles	13	15	17	5	5	5	5	5
Depreciación fabril	205	233	305	338	367	308	321	331
Depreciación no fabril	150	179	209	237	262	139	126	110
Amortización	13	15	17	5	5	5	5	5

La tabla 7.15 resume todos los costos de producción y estima el costo de ventas por año.

Tabla 7.15

*Presupuesto de costo de ventas*

PEN '000s	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Materiales	1 959	2 092	2 298	2 520	2 759	3 018	3 297	3 598
Mano de obra	1 796	1 832	2 071	2 204	2 248	2 389	2 510	2 609
Energía eléctrica	205	233	305	338	367	308	321	331
Depreciación fabril	166	170	211	215	219	224	242	254
Costo de ventas	4 127	4 326	4 885	5 277	5 594	5 938	6 370	6 792

### 7.3.3 Presupuesto operativo de gastos administrativos

Los gastos operación se subdividen en 2 categorías: gastos de administración y gastos de ventas. Los gastos de administración están compuestos por los sueldos del personal administrativo, la depreciación del equipo de oficina, la amortización de intangibles, los servicios tercerizados y el consumo de agua y energía con fines administrativos. El costo de la seguridad y limpieza se estimó en base a las horas-hombre requeridas para cada uno, el catering en base al número de menús servidos. Los cálculos se muestran en la tabla 7.16.

Tabla 7.16

*Presupuesto de costo de servicios tercerizados*

Servicio	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>Seguridad</b>								
Cantidad (H-H / año)	34 944	34 944	34 944	34 944	34 944	34 944	34 944	34 944
Precio (PEN / H-H)	6,26	6,39	6,51	6,64	6,78	6,91	7,05	7,19
Costo total (PEN '000s)	219	223	228	232	237	242	246	251
<b>Limpieza</b>								
Cantidad (H-H / año)	19 968	19 968	19 968	19 968	19 968	19 968	19 968	19 968
Precio (PEN / H-H)	6,26	6,39	6,51	6,64	6,78	6,91	7,05	7,19
Costo total (PEN '000s)	125	128	130	133	135	138	141	144
<b>Catering</b>								
Cantidad (menús / año)	32 448	32 448	35 256	36 504	36 504	37 752	38 688	39 312
Precio (PEN / menú)	4,09	4,17	4,26	4,34	4,43	4,52	4,61	4,70
Costo total (PEN '000s)	133	135	150	159	162	171	178	185
Total (PEN '000s)	477	486	508	523	534	550	565	580

Luego se estimó el total de gastos administrativos, cuyo cálculo figura en la tabla 7.17.

Tabla 7.17

*Presupuesto de gasto administrativo*

PEN '000s	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Personal administrativo	558	569	581	592	604	616	628	641
Servicios tercerizados	6	6	7	7	8	8	8	9
Agua	13	15	17	5	5	5	5	5
Electricidad	477	486	508	523	534	550	565	580
Amortización de intangibles	2	2	2	2	3	3	3	3
Depreciación de oficina	22	22	25	26	26	28	29	30
Gasto de administración	1 078	1 101	1 139	1 156	1 179	1 210	1 239	1267

Los gastos de venta están compuestos por los sueldos al personal de comercialización y al personal de distribución, el alquiler del local comercial en Villa María del Triunfo, la depreciación de vehículos de distribución y el consumo de combustible para transportar los tablones a Lima. El tamaño del local comercial se estimó en 500 m<sup>2</sup> y el precio mensual de alquiler por metro cuadrado se estimó PEN 52 a partir de locales comparables. El costo del combustible se estimó en PEN 12,5 por galón de diésel. Ambos precios fueron ajustados por inflación anualmente.

Los gastos de venta y sus componentes por año se muestran en la tabla 7.18.

Tabla 7.18

*Presupuesto de gasto de venta*

PEN '000s	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Personal	338	345	352	359	366	374	381	389
Alquiler de tienda	144	173	202	230	255	132	118	102
Consumo de combustible	313	319	326	332	339	346	353	360
Depreciación	146	163	182	202	224	248	273	301
Gasto de venta	942	1 001	1 062	1 123	1 184	1 098	1 124	1 150

#### 7.4 Flujo de fondos netos

Se calculó el flujo de fondos netos para permitir evaluar la rentabilidad del proyecto.

### 7.4.1 Flujo de fondos económicos

El flujo de fondos económicos (“FFE”) representa el flujo de caja que tendrían los accionistas si la empresa fuese financiada al 100% por capital propio.

Para calcular el valor terminal del proyecto se utilizó el método de múltiplos. Se consideró que el valor de la empresa en el 2023 es 2 veces su utilidad EBITDA, postura bastante conservadora tomando en cuenta que la mediana del sector es 10,2 veces EBITDA.<sup>17</sup> La postura conservadora se tomó considerando el riesgo de liquidez y de quiebra por ser una pequeña empresa no pública. El EBIT fue ajustado con la tasa combinada impositiva, la cual incluye el efecto del impuesto a la renta y de la participación a los trabajadores. Esta asciende a 37%.<sup>18</sup>

El cálculo del flujo de fondos económicos se muestra en la tabla 7.19 y en la figura 7.2.

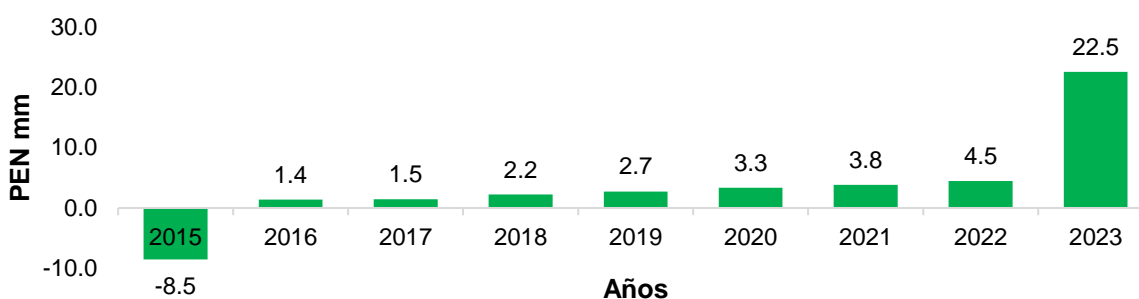
Tabla 7.19

*Cálculo del flujo de fondos económicos (PEN ‘000s)*

PEN ‘000s	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
EBIT (1 – T)	-	1.471	1.925	2.195	2.634	3.177	3.857	4.481	5.187
D&A	-	368	427	530	580	635	452	452	446
Δ Capital de trabajo	-697	-82	-89	-96	-104	-112	-121	-131	-142
Inversión	-7 791	-360	-808	-408	-374	-351	-372	-318	-337
Valor terminal	-	-	-	-	-	-	-	-	17.360
FFE	-8.489	1.397	1.454	2.221	2.736	3.349	3.816	4.484	22.514

Figura 7.2

*Flujo de fondos económicos (PEN mm)*



17 Ver cuadro 8.1

18 Cálculo:  $1 - (1 - \text{tasa de impuesto a la renta}) * (1 - \text{tasa de participación de trabajadores})$

### 7.4.2 Flujo de fondos financieros

El flujo de fondos financieros (“FFF”) es el flujo de caja dirigido a los accionistas de acuerdo a la estructura de capital definida en el punto 7.1. El cálculo se muestra en la tabla 7.20 y se ilustra en la figura 7.3.

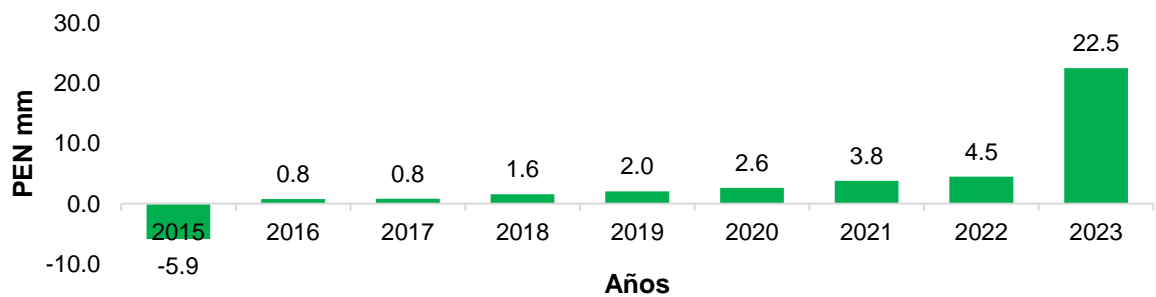
Tabla 7.20

*Cálculo del flujo de fondos financieros (PEN ‘000s)*

PEN ‘000s	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
FFE	-8 489	1 397	1 454	2 221	2 736	3 349	3 816	4 484	22 514
Emisión de deuda	2 609								
Amortización de deuda		-399	-452	-514	-583	-662			
Pago de intereses		-352	-298	-237	-168	-89			
Escudo fiscal		130	110	88	62	33			
FFF	-5 880	777	813	1 558	2 048	2 631	3 816	4 484	22 514

Figura 7.3

*Flujo de fondos financieros (PEN mm)*



# CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO

## 8.1 Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR

Para hacer una evaluación económica del proyecto, es necesario conocer el costo promedio ponderado del capital (“CPPC”), el cual se calcula en base a la ecuación 8.1.

$$CPPC = COK * (\% \text{ de capital propio}) + i * (\% \text{ de deuda}) * (1 - T) \quad (8.1)$$

Los parámetros de dicha ecuación fueron definidos en el capítulo 7 con excepción del COK, el cual es calculado con la metodología CAPM, resumida en la ecuación 8.2.

$$COK = \text{Tasa libre de riesgo} + \beta * (\text{Prima de riesgo del mercado}) + \text{Prima de liquidez} + \text{Prima de pequeña empresa} \quad (8.2)$$

Como tasa libre de riesgo se utilizó 2.27% que es el rendimiento de los bonos soberanos de Estados Unidos con vencimiento a 10 años.<sup>19</sup> La prima de riesgo del mercado peruano se estimó en 7.85% y el beta ( $\beta$ ) se estimó en base a empresas comparables que cotizan en bolsa, las cuales son mostradas en la tabla 8.1.

Tabla 8.1

### *Empresas comparables*

Empresas comparables	EV / EBITDA	D / E	Impuesto a la renta	Beta apalancado	Beta desapalancado
Duratex SA	9,5x	26%	20%	0,79	0,65
Empresas CMPC SA	12,1x	56%	59%	1,11	0,91
Fibria Celulose SA	10,2x	60%	34%	0,76	0,55
International Forest Products Ltd.	18,0x	33%	1%	0,84	0,63
Klabin SA	9,7x	57%	30%	0,62	0,44
Norbord, Inc.	9,2x	29%	28%	1,23	1,02
Suzano Papel e Celulose SA	13,0x	120%	34%	0,88	0,49
Western Forest Products Inc.	10,3x	17%	1%	1,28	1,09
Mediana	10,2x	44%	29%	0,86	0,64

Nota. Standard & Poor’s, (2014). Elaboración propia.

<sup>19</sup> Se utilizó un rendimiento a 10 años por ser un plazo cercano al periodo de inversión del proyecto

El beta ( $\beta$ ) de dichas empresas fue desapalancado para retirarles el efecto de su estructura de capital en el riesgo. Esto se hizo a través de la ecuación 8.3.

$$\text{Beta desapalancado} = \text{Beta apalancado} / (1 + (D/E) * (\text{Tasa de IR})) \quad (8.3)$$

El beta desapalancado obtenido fue 0,64. Se utilizó a la mediana de los valores por ser un parámetro no influenciado por elementos extremos. Dicho valor se volvió a apalancar de acuerdo a la estructura de capital determinada en el punto 7.1. Para ello, se aplicó la ecuación 8.3 y utilizando una tasa de impuesto a la renta de 30%. Se obtuvo un beta apalancado de 0,823.

Además, se consideró una prima de riesgo de liquidez, aplicada por tratarse de una empresa que no cotiza en bolsa, y una prima de riesgo de pequeña empresa, por ser considerada más riesgosa debido a su tamaño. Las primas utilizadas fueron 1,10% y 3,47% respectivamente.

Al sustituir los valores en la ecuación 8.2 se obtuvo un costo de capital de 13.3%. Los cálculos son mostrados en la ecuación 8.4.

$$COK = 2.27\% + 0.823 * 7.85\% + 1.10\% + 3.47\% = 13.3\% \quad (8.4)$$

El costo de la deuda se calculó ajustando la tasa de interés determinada en el punto 7.1 con la tasa combinada impositiva. El cálculo se muestra en la ecuación 8.5.

$$\text{Costo de la deuda} = 13.5\% * (1 - 37\%) = 8.5\% \quad (8.6)$$

Luego, sustituyendo ambos valores en la ecuación 8.1, se obtuvo un costo promedio ponderado de capital de 11.83%. Los cálculos son mostrados en la ecuación 8.6.

$$CPPC = 13.3\% * (69\%) + 8.5\% * (31\%) * (1 - 37\%) = 11.83\% \quad (8.6)$$

Para realizar la evaluación económica se utilizó el CPPC y los flujos de fondos económicos calculados en el punto 7.4.1. Los indicadores calculados fueron el VAN económico, la TIR económica, el beneficio/costo económico y el periodo de recupero económico.

Los resultados se muestran en la tabla 8.2.



Tabla 8.2

*Indicadores económicos*

VAN Económico	12 384.263
TIR Económica	31,7%
Beneficio / Costo	2,46
Periodo de recupero	5,42

**8.2 Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR**

Para realizar la evaluación financiera del proyecto se utilizó el flujo de fondos financieros calculados en el punto 7.4.2 y el costo del capital propio calculado en el punto 8.1. Los indicadores calculados fueron el VAN financiero, la TIR financiera, el beneficio/costo financiero y el periodo de recupero financiero.

Los resultados se muestran en la tabla 8.3.

Tabla 8.3

*Indicadores financieros*

VAN Financiero	11 127,717
TIR Financiera	35,8%
Beneficio / Costo	2,89
Periodo de recupero	5,46

**8.3 Análisis de los resultados económicos y financieros del proyecto**

Por un lado se tiene que ambos VAN, tanto el económico como el financiero, son mayores que 0. Por ende, se concluye que el proyecto es rentable. El VAN económico es mayor que el VAN financiero lo cual es un resultado coherente pues el VAN económico envuelve todos los flujos operativos del proyecto mientras que el VAN financiero contempla únicamente aquellos flujos que van dirigidos a los accionistas.

Además, la TIR económica es mayor que el WACC, de lo cual se concluye que el proyecto es rentable independientemente de la estructura de capital elegida. Además, la TIR financiera es mayor que el costo del capital propio y es mayor que la TIR financiera, de lo cual se concluye que apalancar la empresa permite a los accionistas obtener un mayor retorno sobre su inversión.

Los ratios beneficio/costo también demuestran la rentabilidad del proyecto pues ambos son mayores que 1. En el análisis financiero dicho ratio es mayor, lo cual demuestra que el apalancamiento del proyecto es beneficioso para los accionistas.

Finalmente, se espera un periodo de recupero de 5,42 años y 5,46 años para el flujo de fondos económicos y financieros respectivamente. Tomando en consideración que el horizonte de evaluación del proyecto es 8 años, se concluye que el aserradero cumple con recuperar su inversión y generar un retorno a los inversionistas.

#### 8.4 Análisis de sensibilidad del proyecto

El análisis de sensibilidad se hizo a través de 4 análisis unidimensionales y 2 análisis bidimensionales. Los análisis unidimensionales sensibilizaron la tasa interna de retorno financiera y el valor actual neto financiero. Los análisis bidimensionales sensibilizaron la tasa interna de retorno financiera.

El primer análisis unidimensional utilizó como entrada al precio del producto terminado por ser una variable con un fuerte impacto en los flujos del proyecto. En la tabla 8.4 se muestra que el proyecto sigue siendo rentable incluso si el precio del producto final cayera en 20% pues el VAN es positivo y la TIR financiera es mayor que el costo de oportunidad.

Tabla 8.4

##### *Análisis de sensibilidad del precio del producto terminado*

Variación	-30%	-20%	-10%	0%	+10%	+20%	+30%
TIR financiera	5,5%	17,3%	27,1%	35,8%	44,0%	51,9%	59,5%
VAN financiero (PEN '000s)	-2.970	1.729	6.428	11.128	15.827	20.526	25.226

La segunda variable analizada fue el precio de la madera rolliza por constituir el principal costo del proyecto. Ante un aumento del 30% del precio de la materia prima, el proyecto sigue siendo rentable. Los resultados se muestran en la tabla 8.5.

Tabla 8.5

##### *Análisis de sensibilidad del precio de la materia prima*

Variación	-30%	-20%	-10%	0%	+10%	+20%	+30%
TIR financiera	40,4%	38,9%	37,4%	35,8%	34,3%	32,7%	31,2%
VAN financiero (PEN '000s)	13.636	12.800	11.964	11.128	10.292	9.455	8.619

La tercera variable analizada unidimensionalmente fue la participación de mercado. Se observa que el proyecto no es rentable ante una participación de mercado menor al 30%. Los resultados se muestran en la tabla 8.6.

Tabla 8.6

*Análisis de sensibilidad de la participación de mercado*

Participación de mercado	30%	35%	40%	45%	50%	55%	60%
TIR financiera	8,7%	16,8%	23,9%	29,9%	35,8%	39,0%	43,6%
VAN financiero (PEN '000s)	-1.743	1.448	4.692	7.817	11.128	13.843	16.869

La última variable analizada unidimensionalmente fue el porcentaje de productos defectuosos retirados en el control de calidad. Esta variable influencia directamente en la eficiencia del proyecto. Se observa que el retorno del proyecto tiene una baja sensibilidad ante esta variable. Los resultados se muestran en la tabla 8.7.

Tabla 8.7

*Análisis de sensibilidad del porcentaje de productos defectuosos*

Productos defectuosos (%)	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%
TIR financiera	36,0%	35,8%	35,6%	35,4%	35,2%	34,5%	34,2%
VAN financiero (PEN '000s)	11.247	11.128	11.007	10.880	10.789	10.573	10.429

El primer análisis bidimensional evalúa la estructura de financiamiento del proyecto al cruzar 2 variables: el porcentaje de deuda utilizado para financiar el proyecto y la tasa de interés para pagar la deuda. De la tabla 8.8 se concluye que sin importar la estructura de financiamiento, el proyecto seguirá siendo rentable.

Tabla 8.8

*Análisis de sensibilidad de la estructura de financiamiento*

		Porcentaje de la inversión financiada con deuda						
		0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%
Tasa de interés	10%	31,7%	32,9%	33,9%	34,9%	35,8%	36,7%	37,5%
	15%	31,7%	32,7%	33,7%	34,5%	35,3%	36,1%	36,8%
	20%	31,7%	32,6%	33,4%	34,2%	34,9%	35,5%	36,2%
	25%	31,7%	32,5%	33,2%	33,8%	34,4%	34,9%	35,5%
	30%	31,7%	32,3%	32,9%	33,4%	33,9%	34,3%	34,8%
	35%	31,7%	32,2%	32,6%	33,0%	33,4%	33,7%	34,0%

El último análisis de sensibilidad fue en torno al cálculo del valor terminal del proyecto. Las 2 variables cruzadas fueron el año de salida y el múltiplo de salida. De la tabla 8.9 se concluye que el proyecto es rentable sin importar cuál sea el múltiplo de salida siempre que la vida del proyecto se prolongue como mínimo hasta el 2021.

Tabla 8.9

*Análisis de sensibilidad de la estrategia de salida*

		Porcentaje de la inversión financiada con deuda						
		2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Múltiplo	0,0x	8,5%	17,7%	23,6%	27,4%	30,2%	32,0%	33,3%
	1,0x	22,9%	27,3%	30,2%	32,2%	33,6%	34,6%	35,3%
	2,0x	32,2%	33,9%	35,1%	35,8%	36,4%	36,7%	36,9%
	3,0x	39,2%	39,0%	38,9%	38,8%	38,7%	38,5%	38,3%
	4,0x	44,9%	43,3%	42,1%	41,3%	40,6%	40,0%	39,6%
	5,0x	49,7%	46,9%	44,9%	43,5%	42,4%	41,4%	40,7%



# CAPÍTULO IX: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO

## 9.1 Identificación de las zonas y comunidades de influencia del proyecto

Se identificó 3 zonas de influencia del proyecto. En cada una se identificó a los grupos de interés ubicados tanto en la zona de influencia directa como en la zona de influencia indirecta.

- Plantaciones de pino ubicadas al noroeste del distrito de Cajamarca
  - Zona de influencia directa: Comunidades campesinas.
  - Zona de influencia indirecta: Minera Yanacocha.
- Aserradero ubicado al sureste del distrito de Cajamarca
  - Zona de influencia directa: Pobladores de viviendas y trabajadores de locales colindantes al aserradero.
  - Zona de influencia indirecta: Pobladores del distrito.
- Local comercial ubicado en el distrito de Villa Maria del Triunfo
  - Zona de influencia directa: Pobladores de viviendas y trabajadores de locales colindantes al local comercial.
  - Zona de influencia indirecta: Pobladores del distrito.

## 9.2 Impacto en la zona de influencia del proyecto

En las plantaciones de pino se tiene un impacto positivo al generar mayores ingresos y mayor empleo indirecto en las comunidades campesinas, las cuales proveen la madera rolliza para el proyecto. El impacto negativo es la deforestación de árboles, sin embargo las comunidades tienen la política de plantar 6 nuevos árboles por cada árbol talado, mitigando de esta manera el impacto negativo. La tala de árboles no tiene un impacto en ninguna de las empresas mineras de Cajamarca.

El aserradero tendrá un impacto positivo en el distrito de Cajamarca al tener el potencial de generar 95<sup>20</sup> empleos en el primer año de operación. No obstante, tiene los impactos negativos de producir polvo y ruido, los cuales afectan principalmente a las personas en la zona de influencia directa. Para mitigar este efecto se ubicará el aserradero lejos de zonas urbanas, lo cual es posible pues la densidad poblacional de Cajamarca es de 629 habitantes por km<sup>2</sup>.

El local comercial tendrá un impacto positivo en el distrito de Villa María del Triunfo pues generará 9 puestos de trabajo adicionales para los pobladores. No tendrá un impacto negativo pues estará ubicado en una zona industrial junto con otros locales comerciales de aserraderos y lejos de viviendas.

### 9.3 Impacto social del proyecto

Para medir el impacto social del proyecto, se utilizó 4 indicadores: valor agregado del proyecto, relación producto-capital, densidad de capital e intensidad de capital.

El valor agregado se calculó utilizando una tasa de descuento social de 9%, la cual representa el valor en el tiempo para la sociedad de posponer un impacto durante un año. La tabla 9.1 muestra el detalle del cálculo del valor agregado del proyecto, el cual asciende a PEN 52,4 millones.

Tabla 9.1

#### *Cálculo del valor agregado del proyecto*

PEN '000s	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Utilidad neta	1.249	1.737	2.045	2.528	3.121	3.857	4.481	5.187
Impuestos	535	744	877	1.084	1.338	1.653	1.921	2.223
Participaciones	198	276	325	401	495	612	711	823
Intereses financieros	352	298	237	168	89	0	0	0
Servicios	1.126	1.163	1.253	1.301	1.345	1.397	1.464	1.527
Sueldos	2.693	2.747	3.004	3.156	3.219	3.378	3.519	3.639
Depreciación	368	427	530	580	635	452	452	446
Valor agregado	6.522	7.391	8.271	9.217	10.242	11.350	12.549	13.846
Valor agregado actual	5.984	6.221	6.387	6.530	6.656	6.768	6.865	6.949
Valor agregado total	52.359							

20 No considera los 9 puestos comerciales que estarán establecidos en Lima

En las tablas 9.2, 9.3 y 9.4 se muestran los cálculos de la relación producto-capital, de la densidad de capital y de la intensidad de capital respectivamente.

Tabla 9.2

*Relación producto-capital*

	Valor	Unidad
Valor agregado total	52.359	PEN '000s
Inversión total	8.489	PEN '000s
Relación producto-capital	6,17	veces

Elaboración propia

La relación producto-capital indica que por cada nuevo sol invertido se generan PEN 6,17 en términos de valor agregado.

Tabla 9.3

*Densidad de capital*

	Valor	Unidad
Inversión total	8.489	PEN '000s
Número de trabajadores	104	Trabajadores
Densidad de capital	81,62	PEN / trabajador

La densidad de capital indica que por cada PEN 81.621 invertido se genera un nuevo puesto de trabajo.

Tabla 9.4

*Intensidad de capital*

	Valor	Unidad
Inversión total	8.489	PEN '000s
Valor agregado total	52.359	PEN '000s
Intensidad de capital	0,16	veces

La intensidad de capital indica que para generar un nuevo sol de valor agregado se requiere invertir PEN 0,16.

## CONCLUSIONES

- La viabilidad de mercado del proyecto ha sido demostrada pues existe un mercado en crecimiento que demanda madera aserrada de pino; se determinó que la demanda interna aparente en el 2003 fue de 18.756 m<sup>3</sup> y creció de manera sostenida hasta llegar a 122.829 m<sup>3</sup> en el 2013. El proyecto tiene como mercado objetivo los fabricantes de muebles de Lima y pretende cubrir parte de la demanda con la venta de un producto nacional de alta calidad; de esta manera, se determinó que la demanda del proyecto llega a 5.129 m<sup>3</sup> en el 2025, último año de la vida útil del proyecto.
- La planta de producción será ubicada en el distrito de Cajamarca, en Cajamarca, ya que esta localización obtuvo el mayor puntaje en el ranking de factores debido a la cercanía a la materia prima y la mayor superficie reforestable. El tamaño de planta está determinado por el tamaño de mercado en el año 2023, siendo este de 15.951 m<sup>3</sup> al año.
- El proyecto es viable técnicamente ya que se tiene un proceso de producción establecido y sencillo, y las máquinas necesarias para llevarlo a cabo son accesibles en cuanto a costo y disponibilidad. Las operaciones principales son el aserrado y el secado, las cuales serán realizadas en un aserradero portátil Woodmizer y hornos Nanyang respectivamente. Luego, a partir del balance de materia, se determinó que la capacidad de planta en el primer año será 10.037 m<sup>3</sup> al año.
- Se tiene una alta disponibilidad de materia prima a nivel nacional: la producción de madera rolliza de pino permite producir 76.464 m<sup>3</sup> al año de madera aserrada, superior al tamaño de planta.
- La inversión para llevar a cabo el proyecto es de PEN 8.448.600, la cual será financiada en un 69% con capital propio y el resto vía un préstamo bancario. A partir de los presupuestos de ingresos y egresos, se elaboró el flujo de fondos económico y financiero, y mediante su evaluación se determinó la viabilidad económica y financiera del proyecto, ya que se obtuvo un VANE de PEN 12.384.263 y un VANF de PEN 11.127.717; y las tasas internas de retorno fueron superiores al costo de capital.



- Por lo tanto, se ha demostrado la hipótesis de la investigación, es decir, se ha comprobado que la instalación de una planta productora de tablonés de madera de pino es factible, pues existe un mercado que va a aceptar el producto, además de ser viable tecnológica, económica y financieramente.



## RECOMENDACIONES

A continuación se detallan las recomendaciones

- Implementar un sistema de integración vertical hacia atrás mediante la plantación de pinos en hectáreas cercanas a la planta. Esto permitiría reducir los costos de materia prima, tener un mayor control de la calidad y disminuir los tiempos de abastecimiento.
- Implementar un sistema de autoabastecimiento de energía utilizando el aserrín en un caldero conectado a un alternador. Estos equipos permitirán generar energía eléctrica propia a partir de las mermas del proceso reduciendo así los costos.
- Incorporar otros tipos de madera al proceso productivo. El manejo de diferentes tipos de madera no presentan diferencias significativas. Por ello resulta factible considerar procesar otras especies de árboles para producir otros tipos de tablones y ampliar la cartera de productos.
- Instalar un aserradero estacionario para abarcar mayores volúmenes de madera y generar economías de escala. Esto permitiría reducir los costos a través de una mayor inversión y podría resultar en un mayor retorno al cubrir mercados más demandantes.
- Implementar otros tipos de corte además del holandés, lo cual permitirá obtener mayores eficiencias en cuanto al uso de la materia prima. Este corte es recomendado para iniciar operaciones pero una vez que se adquiera el know-how de la industria se podrá cambiar a cortes más eficientes.
- Implementar un equipo productor de pellets de madera de tal forma que se le pueda dar mayor valor agregado al aserrín. El aserrín representa un componente grande del producto final y por ello es necesario buscar métodos más productivos de obtener un retorno económico de él.
- Realizar un análisis de sensibilidad para evaluar las variaciones de los resultados económicos y financieros si es que se presentan variaciones en los parámetros principales de los presupuestos como las ventas, precio, costo de materia prima, entre otros.

## REFERENCIAS

- Adondevivir. (s.f.). Propiedades e inmuebles en Los Baños Del Inca. Recuperado de: <http://www.adondevivir.com/inmuebles-en-los-banos-del-inca.html>
- Agencia Agraria de Noticias. (2011). Situación del sector forestal en el Perú es preocupante. Recuperado de: <http://www.agraria.pe/noticia.php?url=situacion-del-sector-forestal-en-el-peru-es-preocupante&id=1499>
- Alibaba. (s.f.). Aserradero portátil. Recuperado de: <http://spanish.alibaba.com/trade/search?SearchText=aserradero+port%C3%A1til&selectedTab=products>
- Arauco. (2014). Arauco Distribución Perú. Recuperado de: [http://www.arauco.cl/informacion.asp?idq=1162&parent=772&ca\\_submenu=0&idioma=18](http://www.arauco.cl/informacion.asp?idq=1162&parent=772&ca_submenu=0&idioma=18)
- Arkiplus. (s.f.). Madera de Pino. Usos y aplicaciones. Recuperado de: <http://www.arkiplus.com/madera-de-pino-usos-y-aplicaciones>
- Climate-Data. (s.f.). Clima: Perú. Recuperado de: <http://es.climate-data.org/country/27/>
- Comisión Nacional del Medio Ambiente. (2000). Guía para el control y prevención de contaminación industrial. Recuperado de: [www.ecomabi.cl/biblioteca/category/32-guias-y-manuales%3Fdownload%3D250:77+&cd=4&hl=en&ct=clnk&gl=us](http://www.ecomabi.cl/biblioteca/category/32-guias-y-manuales%3Fdownload%3D250:77+&cd=4&hl=en&ct=clnk&gl=us)
- Corporación Chilena de Madera. (2009). Manual para la construcción de viviendas en madera. Recuperado de: [http://www.cttmadera.cl/wp-content/uploads/2007/03/unidad\\_1-madera.pdf?bcsi-ac](http://www.cttmadera.cl/wp-content/uploads/2007/03/unidad_1-madera.pdf?bcsi-ac)
- Damodaran, A. (2015). Country Default Spreads and Risk Premiums. Recuperado de: [http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/ctryprem.html](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html)
- Decoestilo. (s.f.). Tipos de madera para muebles. Recuperado de: <http://www.decoestilo.com/>
- Eyher. (s.f.). Mesas Elevadoras. Recuperado de: <http://www.eyher.com/es/productos/mesas-elevadoras>
- Fondo monetario internacional. (2015) World Economic Outlook Database. Recuperado de: <http://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2015/01/>
- Food and Agriculture Organization. (2014). Sawntwood (C) production and trade. Recuperado de: <http://faostat3.fao.org/>
- García, C. (2000). El reto de la Amazonía peruana: desarrollo del sector maderero. (Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Economía), Universidad de Lima.

- Gatter, S. y Romero, M. (2005). Análisis económico de la cadena de aprovechamiento, transformación y comercialización de madera aserrada provenientes de bosques nativos en la región centro-sur de la amazonia ecuatoriana. Recuperado de: <http://www.sfa-ecuador.com/Assets/Analisis%20economico.pdf>
- Guzmán, J. (1991). Estudio para la implementación de una planta para la elaboración y tratamiento de la madera aserrada en el Perú. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial), Universidad de Lima.
- Ibbotson Associates. (1997). Costs of Equity Capital. Recuperado de: <http://leeds-faculty.colorado.edu/bhagat/web/Ibbo/costs.htm>
- ICL Industrial Products (2012). Ficha de datos de seguridad FR-613. Recuperado de [http://icl-ip.com/wp-content/uploads/2012/03/8360\\_esFR-613.pdf](http://icl-ip.com/wp-content/uploads/2012/03/8360_esFR-613.pdf)
- Indecopi. (2011). Madera aserrada y cepillada. Recuperado de: <http://bvirtual.indecopi.gob.pe/web-icopi/index.htm>
- Kaeser Compresores. (s.f.). Tanque de almacenamiento de aire comprimido. Recuperado de: [http://mx.kaeser.com/Products\\_and\\_Solutions/Compressed-air-treatment/Air-receivers/default.asp](http://mx.kaeser.com/Products_and_Solutions/Compressed-air-treatment/Air-receivers/default.asp)
- Konz, S. (2004). Diseño de sistemas de trabajo. México DF: Limusa.
- La Encontré. (2015). Venta de inmuebles en Cajamarca. Recuperado de: <http://www.laencontre.com/busqueda/venta-de-inmuebles-en-cajamarca-en-cajamarca/1>
- Leelo. (s.f.). Muebles de plástico – Ventajas y desventajas. Recuperado de: <http://leelo.co/>
- Madera para exteriores. (s.f.). El Pino, la mejor opción. Recuperado de: <http://www.madex.es/index.php?id=298>
- Maderas Manuel Villamor. (s.f.). Pinus Insigne. Recuperado de: <http://www.maderas.com/pino-in-car.htm>
- Maderera Andina. (2013). Madera comercial (Grado Mueble). Recuperado de: <http://www.cmaperu.com/solida-comercial.html>
- Maquinarias Pavez. (s.f.). Línea de aserrados tres cortes. Recuperado de: <http://www.maquinariaspavez.cl/producto4.php>
- Mejorando la Inversión Municipal Cajamarca. (s.f.). Libretas de calificación ciudadana de agua y saneamiento. Recuperado de: <http://mim.org.pe/menu/LibreteAguaySaneamientoCA>
- Ministerio de Agricultura. (2012). Perú Forestal en números año 2012. Recuperado de: [http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/ANUARIO\\_PERU\\_FORESTAL\\_2012.pdf](http://www.agrolalibertad.gob.pe/sites/default/files/ANUARIO_PERU_FORESTAL_2012.pdf)

- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (s.f.). Perfil del Mercado y Competitividad Exportadora de Muebles de Madera. Recuperado de: [http://www.mincetur.gob.pe/comercio/otros/penx/pdfs/Muebles\\_de\\_madera.pdf](http://www.mincetur.gob.pe/comercio/otros/penx/pdfs/Muebles_de_madera.pdf)
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2013). Parámetros de evaluación. Recuperado de: [http://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/anexos/2014/Anexo-SNIP-10-Parametros-de-Evaluaci-DNMC-04-02-2014](http://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/anexos/2014/Anexo-SNIP-10-Parametros-de-Evaluaci-DNMC-04-02-2014)
- Ministerio de Trabajo. (s.f.). Reglamento de seguridad industrial. Recuperado de: [http://www.mintra.gob.pe/contenidos/sst/reglamento\\_seguridad\\_industrial2.doc](http://www.mintra.gob.pe/contenidos/sst/reglamento_seguridad_industrial2.doc)
- Reforestadora Latinoamericana. (s.f.). Beneficios de la Reforestación. Recuperado de: <http://www.refolasa.com/beneficiosdereforestacion.html>
- Sodimac. (s.f.). Arauco Listón madera pino radiate 3/4x6'' x10.5 pies. Recuperado de: <http://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe//product/1459511/Liston-madera-pino-radiata-34x6%22-x10.5%27>
- Standard & Poor's. (2014). Company data. Recuperado de: [www.capitaliq.com/screening/companies](http://www.capitaliq.com/screening/companies)
- Sule, D. (2001). Instalaciones de Manufactura. México DF: Thomson.
- Superintendencia de Banca, Seguros y AFP. (2014). Tasa de interés promedio. Recuperado de: <http://www.sbs.gob.pe/>
- Superintendencia de Riesgos del Trabajo. (2013). Serie fuera de riesgo: aserraderos. Recuperado de: <http://www.youtube.com/watch?v=xTzz1ZDzsFY>
- Trigueros, A. (1994). Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta de aserrío móvil. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial), Universidad de Lima.
- Urbania. (s.f.). Propiedades inmuebles en Alquiler y venta. Recuperado de: <http://urbania.pe/alquiler-venta-de-propiedades-en-peru-buscar-cajamarca>
- Woodmizer. (s.f.). Aserraderos hidráulicos. Recuperado de: <http://www.woodmizeres.com/es/EquiposPort%C3%A1tiles/AserraderosHidr%C3%A1ulicos.aspx>

## BIBLIOGRAFÍA

- Acharya, V. y Heje, L. (2004). Asset pricing with liquidity risk. Recuperado de: [http://pages.stern.nyu.edu/~lpederse/papers/liquidity\\_risk.pdf](http://pages.stern.nyu.edu/~lpederse/papers/liquidity_risk.pdf)
- Angel, J. (s.f.). Las maderas blandas, sus características y cualidades. Recuperado de: <http://infomaderas.com/2013/07/15/las-madera-blandas-sus-caracteristicas-y-cualidades/>
- Bentes, W. (2009). Estudio preliminar para la implementación de una empresa de rectificación y producción de tablas de madera de teca. (Seminario de investigación para optar el título profesional de Bachiller en Ingeniería Industrial), Universidad de Lima.
- Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina. (s.f.). Clima. Recuperado de: [http://www.condesan.org/data/atlas\\_cajamarca/Clima.htm](http://www.condesan.org/data/atlas_cajamarca/Clima.htm)
- Corzo, P., Orellana, S. y Soria, L. (2011). Hombres y mujeres emprendedores en la industria del mueble de madera en Lima Sur. Recuperado de: [http://www.desco.org.pe/sites/default/files/publicaciones/files/Est\\_urb\\_6\\_pudV F.pdf](http://www.desco.org.pe/sites/default/files/publicaciones/files/Est_urb_6_pudV F.pdf)
- Fernandoy, M. (2009). Optimización del sistema de alimentación de combustible a caldera N°1 en aserradero los coigües. (Tesis para optar el título profesional Ingeniero Industrial) Universidad Austral de Chile.
- Fordaq. (2011). Astilladora – descortezadora – hendedora. Recuperado de: <http://madera.fordaq.com/fordaq/srvAuctionView.html?AucTId=17872723#>
- Guerra, C. (2006). Mejoras Técnicas en el Proceso Industrial de Baño Antimancha para Madera Aserrada Verde Empaquetada de Pino Insigne. Recuperado de: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/fifs687m/doc/fifs687m.pdf>
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial. (2000). Guía para el control y prevención de la contaminación industrial - Rubro aserraderos y procesos de madera. Recuperado de: [http://www.inti.gob.ar/pisya/ambiente/pdf/Guia\\_control\\_prevenicion\\_contaminacion\\_industrial.pdf](http://www.inti.gob.ar/pisya/ambiente/pdf/Guia_control_prevenicion_contaminacion_industrial.pdf)
- Kiessling, C. (2010). Importancia del baño químico para la madera aserrada”. Chihuahua: Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Longo, J. (2012). Muebles en MDF y melamina. Recuperado de: <http://www.vivirhogar.es/muebles/fotos-y-planos-de-muebles-en-mdf-y-melamina.html>
- Loyaga, G. (s.f.). Sector construcción demanda 45% de la madera aserrada. Recuperado de: <http://www.infobosques.com/descargas/biblioteca/149.pdf>

- Mills, R. y Shupe, T. (2005). Procesos de secado para evitar defectos en la madera verde. Recuperado de: <http://www.lsuagcenter.com/NR/rdonlyres/6C176338-A646-41E2-93F9-1B10B9C59A3A/2923/pub2642span2.pdf>
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (2009). Análisis de materiales utilizados en la fabricación de mobiliario y tendencias. Recuperado de: <http://www.minetur.gob.es/industria/observatorios/SectorMadera/Actividades/2009/Federaci%C3%B3n%20Espa%C3%B1ola%20de%20Entidades%20de%20Innovaci%C3%B3n%20y%20Tecnolog%C3%ADa/PARTE1Introduccion.pdf>
- Nájera-Luna, J. (2011). Tiempos y rendimientos del aserrío en la región de El Salto, Durango, México. Durango: Chapingo.
- Nolasco, R. (2013). Tipos y clasificación de la madera. Recuperado de: <http://apareferencing.ukessays.com/generator/website.php>
- Nueva Energía. (s.f.). BioCalora Power Series. Recuperado de: <http://www.nuevaenergia.cl/pdf/catalogo-modulos.pdf>
- P&J International Trading Company. (s.f.). Ósmosis Inversa. Recuperado de: <http://pjfillingmachine.es/1-reverse-osmosis-6.html>
- Perú 21. (2013). BCR: Minería, construcción y comercio impulsarán crecimiento en 2014 y 2015. Recuperado de: <http://peru21.pe/>
- ProChile. (2011). Estudio de mercado maquinaria forestal en el Perú. Recuperado de: [http://www.prochile.gob.cl/wp-content/blogs.dir/1/files\\_mf/documento\\_11\\_09\\_11112326.pdf](http://www.prochile.gob.cl/wp-content/blogs.dir/1/files_mf/documento_11_09_11112326.pdf)
- Rankin, J. (2011). The modern sawmill, a high tech marvel. Recuperado de: <http://www.forestsformainesfuture.org/fresh-from-the-woods-journal/the-modern-sawmill-a-high-tech-marvel.html>
- Sanhueza, R. (2003). Caracterización y estandarización de productos, procesos y equipos en la industria del aserrío. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial) Universidad del Bío-Bío.
- Solis, C. (2006). Mejoras técnicas en el proceso industrial de baño anti manchas para madera aserrada verde empaquetada de pino insigne. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniería Industrial) Universidad Austral de Chile.
- Vinueza, M. (s.f.). Ficha Técnica No. 13 Pino (*pinus radiata*). Recuperado de: <http://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-13-pino-pinus-radiata/>





## ANEXO 1: Superficie por reforestar en el Perú por región al año 2012

Superficie por reforestar en el Perú por región al año 2012

Departamento	Superficie territorial (ha)	Superficie por reforestar (ha)
Amazonas	4.129.712	287.082
Ancash	3.630.831	463.700
Apurímac	2.065.456	0
Arequipa	6.352.762	349.485
Ayacucho	4.418.104	469.343
Cajamarca	3.541.782	676.076
Cusco	7.622.489	1.288.359
Huancavelica	2.107.896	10.560
Huánuco	3.531.457	613.528
Ica	2.125.139	22.651
Junín	4.338.442	938.299
La Libertad	2.324.132	290.413
Lambayeque	1.324.955	60.038
Lima	3.396.869	434.446
Loreto	37.990.006	636.420
Madre de Dios	7.840.271	503.633
Moquegua	1.617.465	124.034
Pasco	2.242.175	502.200
Piura	3.640.348	42.803
Puno	7.238.244	1.075.098
San Martín	5.306.361	417.522
Tacna	1.476.663	19.078
Tumbes	473.152	95.120
Ucayali	9.786.849	188.010
Total	128.521.560	9.506.277

Nota. Ministerio de Agricultura (2012). Elaboración: Ministerio de Agricultura

## ANEXO 2: Encuesta a fabricantes de muebles en Villa El Salvador

Se hizo una encuesta a tiendas de muebles en Villa El Salvador con el objetivo de determinar la intensidad de compra que tendrá el público objetivo del proyecto. La gran mayoría de tiendas cuenta con un taller que produce su mercancía, razón por la cual se consideró apropiado hacerle la encuesta a ellas.

Se elaboró un cuestionario compuesto por 4 preguntas mostradas a continuación.

1. ¿Fabrican los muebles que venden?  
Sí (ir a la pregunta 2) – No (finalizar encuesta)
2. ¿Utilizan pino en la fabricación de sus muebles?  
Sí (ir a la pregunta 3) – No (finalizar encuesta)
3. Si una empresa le ofreciera pino radiata peruano cultivado en Cajamarca, presentado en tabloncillos secados artificialmente y rociados en solución anti manchas para evitar el hongueado. Con las medidas ofrecidas por los proveedores chilenos pero a un precio 10% menor, ¿estaría interesado en adquirir el producto?  
Sí – No
4. Del 1 al 10 y siendo 10 muy probable ¿con qué seguridad considera que adquiriría el producto?

Las 2 primeras preguntas son un filtro para identificar al público objetivo. Las preguntas 3 y 4 son para determinar la participación de mercado objetivo del proyecto.

150 tiendas fueron encuestadas, de las cuales 141 producían sus propios muebles. De estas, solo 21 utilizaban madera de *pinus radiata*.

### ANEXO 3: Respuestas de encuestados y ubicación geográfica

N°	Pregunta 3	Pregunta 4	Comentarios adicionales
1	Sí	10	“Producto nacional siempre”
2	Sí	8	Mostró interés por el pino cultivado en Huaraz.
3	Sí	8	
4	Sí	5	
5	Sí	3	“Tendría que verlo”
6	Sí	5	“Uso el pino peruano para el interior de los muebles”
7	Sí	7	
8	Sí	6	
9	No	0	“El pino de Cajamarca se tuerce”
10	Sí	7	
11	Sí	10	“La calidad del pino chileno ha caído”
12	Sí	9	“El pino chileno trae nudos”
13	No	0	
14	Sí	8	
15	Sí	3	
16	Sí	8	
17	Sí	2	“El pino chileno siempre va a ser mejor pero lo probaría”
18	No	0	
19	No	0	“El pino peruano se pica”
20	Sí	7	
21	No	0	“Sólo compramos pino chileno”

Ubicación geográfica de tiendas encuestadas



## ANEXO 4: Cronograma de depreciación por rubro

Edificio de planta		Vida útil: 33 años							
Inversión anual (PEN)		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2015	793.715	24.052	24.052	24.052	24.052	24.052	24.052	24.052	24.052
2016	24.052	-	729	729	729	729	729	729	729
2017	24.052	-	-	729	729	729	729	729	729
2018	24.030	-	-	-	728	728	728	728	728
2019	23.985	-	-	-	-	727	727	727	727
2020	23.917	-	-	-	-	-	725	725	725
2021	23.824	-	-	-	-	-	-	722	722
2022	23.707	-	-	-	-	-	-	-	718

Edificio administrativo		Vida útil: 33 años							
Inversión anual (PEN)		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2015	98.100	2.973	2.973	2.973	2.973	2.973	2.973	2.973	2.973
2016	2.973	-	90	90	90	90	90	90	90
2017	2.973	-	-	90	90	90	90	90	90
2018	2.970	-	-	-	90	90	90	90	90
2019	2.964	-	-	-	-	90	90	90	90
2020	2.956	-	-	-	-	-	90	90	90
2021	2.945	-	-	-	-	-	-	89	89
2022	2.930	-	-	-	-	-	-	-	89

Maquinaria y equipos		Vida útil: 10 años							
Inversión anual (PEN)		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2015	898.007	89.801	89.801	89.801	89.801	89.801	89.801	89.801	89.801
2016	89.801	-	8.980	8.980	8.980	8.980	8.980	8.980	8.980
2017	538.055	-	-	53.806	53.806	53.806	53.806	53.806	53.806
2018	147.422	-	-	-	14.742	14.742	14.742	14.742	14.742
2019	133.212	-	-	-	-	13.321	13.321	13.321	13.321
2020	144.047	-	-	-	-	-	14.405	14.405	14.405
2021	213.890	-	-	-	-	-	-	21.389	21.389
2022	179.162	-	-	-	-	-	-	-	17.916

Vehículos de planta Inversión anual (PEN)	Vida útil: 5 años								
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
2015	440.554	88.111	88.111	88.111	88.111	88.111	-	-	-
2016	88.111	-	17.622	17.622	17.622	17.622	17.622	-	-
2017	88.111	-	-	17.622	17.622	17.622	17.622	17.622	-
2018	84.586	-	-	-	16.917	16.917	16.917	16.917	16.917
2019	76.833	-	-	-	-	15.367	15.367	15.367	15.367
2020	64.145	-	-	-	-	-	12.829	12.829	12.829
2021	45.846	-	-	-	-	-	-	9.169	9.169
2022	38.944	-	-	-	-	-	-	-	7.789

Vehículos de distribución Inversión anual (PEN)	Vida útil: 5 años								
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
2015	721.233	144.247	144.247	144.247	144.247	144.247	-	-	-
2016	144.247	-	28.849	28.849	28.849	28.849	28.849	-	-
2017	144.247	-	-	28.849	28.849	28.849	28.849	28.849	-
2018	138.477	-	-	-	27.695	27.695	27.695	27.695	27.695
2019	125.783	-	-	-	-	25.157	25.157	25.157	25.157
2020	105.012	-	-	-	-	-	21.002	21.002	21.002
2021	75.054	-	-	-	-	-	-	15.011	15.011
2022	63.755	-	-	-	-	-	-	-	12.751

Muebles de planta Inversión anual (PEN)	Vida útil: 10 años								
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
2015	30.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
2016	3.000	-	300	300	300	300	300	300	300
2017	3.000	-	-	300	300	300	300	300	300
2018	2.970	-	-	-	297	297	297	297	297
2019	2.907	-	-	-	-	291	291	291	291
2020	2.808	-	-	-	-	-	281	281	281
2021	2.670	-	-	-	-	-	-	267	267
2022	2.490	-	-	-	-	-	-	-	249

Muebles de oficina		Vida útil: 10 años							
Inversión anual (PEN)		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2015	30.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000
2016	3.000	-	300	300	300	300	300	300	300
2017	3.000	-	-	300	300	300	300	300	300
2018	2.970	-	-	-	297	297	297	297	297
2019	2.907	-	-	-	-	291	291	291	291
2020	2.808	-	-	-	-	-	281	281	281
2021	2.670	-	-	-	-	-	-	267	267
2022	2.490	-	-	-	-	-	-	-	249

Intangibles		Vida útil: 3 años							
Inversión anual (PEN)		2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
2015	39.500	13.167	13.167	13.167	-	-	-	-	-
2016	5.000	-	1.667	1.667	1.667	-	-	-	-
2017	5.000	-	-	1.667	1.667	1.667	-	-	-
2018	5.000	-	-	-	1.667	1.667	1.667	-	-
2019	5.000	-	-	-	-	1.667	1.667	1.667	-
2020	5.000	-	-	-	-	-	1.667	1.667	1.667
2021	5.000	-	-	-	-	-	-	1.667	1.667
2022	5.000	-	-	-	-	-	-	-	1.667

## Tesis Eyzaguirre Cúneo

---

### INFORME DE ORIGINALIDAD

---

0%

INDICE DE SIMILITUD

0%

FUENTES DE  
INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

### FUENTES PRIMARIAS

---

EXCLUIR CITAS

ACTIVO

EXCLUIR  
COINCIDENCIAS

< 5%

EXCLUIR  
BIBLIOGRAFÍA

ACTIVO