



**Evaluación de la factibilidad técnica y económica para la
instalación de una planta de reciclado de Polietileno de Alta
Densidad y producción de bienes a partir del material reciclado**

Marinucci, Ezequiel

Palú, Claudio Adrián

Trabajo Final de la Carrera Ingeniería Industrial
Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Mar del Plata

Mar del Plata, 2021





RINFI se desarrolla en forma conjunta entre el INTEMA y la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Mar del Plata.

Tiene como objetivo recopilar, organizar, gestionar, difundir y preservar documentos digitales en Ingeniería, Ciencia y Tecnología de Materiales y Ciencias Afines.

A través del Acceso Abierto, se pretende aumentar la visibilidad y el impacto de los resultados de la investigación, asumiendo las políticas y cumpliendo con los protocolos y estándares internacionales para la interoperabilidad entre repositorios



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



Evaluación de la factibilidad técnica y económica para la instalación de una planta de reciclado de Polietileno de Alta Densidad y producción de bienes a partir del material reciclado

Autores: Marinucci, Ezequiel
Palú, Claudio Adrián.

Director: Grammatico, Juan Pablo
Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería, UNMDP.

Codirector: De Elorza, Ricardo
Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería, UNMDP.

Evaluador: Morcela, Antonio
Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ingeniería, UNMDP.

INDICE DE TABLAS.....	v
INDICE DE FIGURAS.....	vi
TABLA DE SIGLAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
MARCO TEÓRICO.....	3
2.1 Concepto de Polietileno.....	3
2.2 Tipos de reciclaje.....	3
2.2.1 Reciclaje mecánico.....	3
2.3 Identificación de los plásticos reciclables.....	5
2.4 Producción de plásticos a nivel mundial.....	6
2.5 Producción de plásticos en Argentina.....	7
2.6 Reciclaje de plásticos en Argentina.....	7
2.6.1 Reciclaje de PEAD en Argentina.....	8
2.7 Recolección y reciclaje de basura en Mar del Plata.....	9
2.8 ¿Qué es la madera plástica?.....	10
2.9 Opciones de producto con PEAD.....	11
2.9.1 Tejas plásticas.....	11
2.9.2 Mobiliario urbano.....	11
2.9.3 Pallets.....	11
2.9.4 Decks.....	13
2.10 Proceso analítico de jerarquías (AHP).....	14
2.11 Método Delphi.....	14
2.12 FODA.....	15
2.13 Fuerzas de Porter.....	15
2.14 Matriz de perfil competitivo.....	16
2.15 EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	16
2.15.1 Inversión total.....	16
2.15.2 Costos.....	19
2.15.3 Rentabilidad.....	19
2.15.4 Financiamiento.....	20

2.15.5 Equilibrio.....	22
2.15.6 Sensibilidad.....	23
2.15.7 Riesgo.....	23
DESARROLLO.....	24
3.1 Relevamiento de productos fabricados a partir del PEAD reciclado.....	24
3.1.1 Decks de madera plástica.....	25
3.1.2 Tejas plásticas.....	26
3.1.3 Pallets de madera plástica.....	28
3.1.4 Mobiliario urbano.....	30
3.2 ESTUDIO DE MERCADO.....	36
3.2.1 Descripción del producto a comercializar.....	36
3.2.2 Descripción del mercado.....	37
3.2.3 Demanda.....	39
3.2.4 Oferta.....	42
3.2.5 Precio.....	44
3.2.6 FODA.....	45
3.2.7 Fuerzas de Porter.....	46
3.3 INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN.....	49
3.3.1 Capacidad de planta.....	49
3.3.2 Diagrama de flujo.....	51
3.3.3 Descripción técnica del proceso.....	54
3.4 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE PRODUCCIÓN.....	63
3.4.1 Factores fijos.....	63
3.4.2 Factores variables.....	69
3.5 LOCALIZACIÓN.....	76
3.6 EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	79
3.6.1 Inversión.....	79
3.6.2 Costos de producción.....	81
3.6.3 Rentabilidad.....	83
3.6.4 Punto de equilibrio.....	88
3.6.5 Análisis de sensibilidad.....	89
3.6.6 Riesgo.....	91

3.7 IMPACTO SOCIO AMBIENTAL.....	94
CONCLUSIONES.....	96
BIBLIOGRAFÍA.....	98
ANEXOS.....	107
Anexo 1.....	107
Anexo 2.....	108
Anexo 3.....	110
Anexo 4.....	113

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Método para estimar la Inversión fija por el método de los factores.....	18
Tabla 2: Valores de beta de acuerdo al tipo de industria.....	21
Tabla 3: Cuadro comparativo de precios para decks de WPC y sustitutos.....	26
Tabla 4: Cuadro comparativo de precios para tejas de madera plástica y sustitutos.....	28
Tabla 5: Cuadro comparativo de precios para pallets de madera plástica y sustitutos.....	30
Tabla 6: Cuadro comparativo de precios para mobiliario de madera plástica y sustitutos.....	32
Tabla 7: Escala fundamental de comparación por pares.....	33
Tabla 8: Matriz inicial del método AHP.....	34
Tabla 9: Matriz inicial normalizada.....	34
Tabla 10: Sumatoria de los valores del vector prioridad multiplicado por la matriz original.....	35
Tabla 11: Índice de aleatoriedad de acuerdo al tamaño de la matriz.....	35
Tabla 12: Matriz final que indica el producto a comercializar.....	36
Tabla 13: Total de decks de madera plástica y tradicional que se venden en Argentina.....	42
Tabla 14: Precio del m2 de WPC para hacer decks.....	45
Tabla 15: Matriz de perfil competitivo.....	49
Tabla 16: Capacidad de la planta de WPC.....	51
Tabla 17: Características y precio de los equipos principales del proceso.....	64
Tabla 18: Requerimiento de espacios por sector.....	68
Tabla 19: Cantidad de PEAD disponible en los partidos aledaños a Gral. Pueyrredón en 2020.....	72
Tabla 20: Requerimiento de mano de obra y formación requerida para cada puesto.....	75

Tabla 21: Requerimiento de servicios por parte de los equipos.....	75
Tabla 22: Matriz de comparación entre los criterios.....	77
Tabla 23: Matriz de comparación entre los criterios, normalizada.....	77
Tabla 24: Sumatoria de los valores del vector prioridad multiplicado por la matriz original.....	78
Tabla 25: Valores de IC, RC e IA.....	78
Tabla 26: Matriz de selección de la zona donde se ubicará la planta.....	79
Tabla 27: Sumatoria de los factores directos de la inversión.....	79
Tabla 28: Sumatoria de los factores indirectos de la inversión.....	79
Tabla 29: Cálculo del costo de la fabricación del edificio.....	80
Tabla 30: Sumatoria de los factores indirectos de la inversión.....	80
Tabla 31: Flujo de fondos del proyecto.....	84
Tabla 32: Flujo de fondos del inversionista.....	87
Tabla 33: Contribución marginal unitaria de cada producto.....	88
Tabla 34: Ingreso por ventas y cantidad de unidades a vender en el punto de equilibrio de la empresa.....	88

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de plásticos, sus aplicaciones típicas y en que se reciclan.....	5
Figura 2: Identificación correspondiente a la norma IRAM 13700.....	6
Figura 3: Producción de plásticos por material en 2016.....	7
Figura 4: Índice de reciclado plástico en Argentina en 2018.....	8
Figura 5: Demanda de productos plásticos en USA en 2015.....	38
Figura 6: Perfil competitivo.....	49
Figuras 7 y 8: Diagramas de flujo de acondicionamiento del del PEAD y del aserrín.....	52
Figura 9: Diagrama de flujo para la elaboración del producto final.....	53
Figura 10: Transportador de banda.....	54
Figura 11: Triturador AGF.....	55
Figura 12: Lavadora por flotación AFW.....	56
Figura 13: Lavadora por fricción.....	57
Figura 14: Centrifugadora.....	57
Figura 15: Secador de aire caliente.....	58
Figura 16: Tamiz grueso de clasificación circular continuo.....	60

Figura 17: Secadero rotatorio.....	60
Figura 18: Molino de martillos.....	61
Figura 19: Línea de extrusión de WPC.....	62
.....	63
Figura 20: Trituradora de plástico.....	63
Figura 21: Layout de la planta.....	69
Figura 22: Materiales recuperados en la planta de reciclado separados por material.....	70
Figura 23: Organigrama de la empresa.....	74
Figura 24: Tiempo de repago.....	86
Figura 25: Carta económica.....	89
Figura 26: Estructura de costos fijos y variables.....	90
Figura 27: Familia de curvas de sensibilidad.....	91
Figura 28: Distribución de probabilidad del Valor Presente del proyecto.....	92
Figura 29: Frecuencia acumulada del Valor Presente del proyecto.....	93
Figura 30: Distribución de probabilidad del TIR.....	93
Figura 31: Frecuencia acumulada de la TIR del proyecto.....	93

TABLA DE SIGLAS

PEAD: polietileno de alta densidad.

WPC: wood plastic composite.

PP: polipropileno.

PEBD: polietileno de baja densidad.

PVC: policloruro de vinilo.

PET: polietileno tereftalato.

PS: poliestireno.

Layout: diseño.

CEDEX: Centro de Estudio y Experimentación de Obras Públicas.

CURA: Común Unidad de Recuperadores Argentinos.

CAIP: Cámara Argentina de la Industria Plástica.

CAIRPLAS: Cámara Argentina de la Industria de Reciclados Plásticos.

RSU: residuos sólidos urbanos.

GIRSU: Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos.

CTEP: Confederación de Trabajadores de la Economía Popular.

FACCYR: Federación Argentina de Cartoneros, Carreros y Recicladores.

CDFRSU: Centro de Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos.

IRM: Instalación de Recuperación de Materiales.

AHP: Proceso analítico de jerarquías.

IFT: inversión fija total.

IW: inversión en capital de trabajo.

CPPC: costo promedio ponderado de capital.

ke: costo de capital propio.

Kd: costo de capital de deuda.

nR : tiempo de repago.

TIR: tasa interna de retorno.

TRMA: tasa de rentabilidad mínima aceptable.

Rf: Tasa libre de riesgo.

β : factor de riesgo.

Rm: rendimiento del mercado.

Cmu: contribución marginal unitaria.

Cvu: costo variable unitario.

Pvu: precio de venta unitario

TCM: tasa de contribución marginal.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo analizar la factibilidad tanto técnica como económica de instalar una planta de reciclado de polietileno de alta densidad para la producción de bienes a partir del material reciclado en la ciudad de Mar del Plata. En la primera parte del trabajo se realiza el estudio tanto mundial como nacional y regional del crecimiento de la industria plástica. Por otro lado, fueron analizadas las diferentes alternativas de productos para luego seleccionar el producto a comercializar y posteriormente realizar el correspondiente estudio de mercado. A partir del estudio de mercado se pudo describir tanto el mercado como los proveedores y el producto a comercializar y se pudieron determinar parámetros clave como: demanda, oferta y precio. También, se realizó un estudio de ingeniería de producción y de los requerimientos técnicos de producción para poder determinar otros parámetros clave como: la capacidad de la planta, la localización de la planta de producción, necesidad de recursos humanos y los equipos de producción necesarios entre otros. Gracias a los datos obtenidos en el estudio de mercado y en el de ingeniería de producción se pudo realizar el análisis para poder determinar la factibilidad económica del proyecto. A partir de su análisis se concluye que la inversión total del proyecto es de 1.744.964 US\$, su correspondiente tasa interna de retorno es de 30,7 % y el tiempo de repago de poco más de 3 años, por lo que el proyecto es considerado rentable económicamente. Finalmente, se realizó un análisis de impacto socio ambiental que conlleva la implementación de una planta de reciclado de PEAD para Mar de Plata y las zonas aledañas.

Palabras clave: pead, wpc, reciclado.

INTRODUCCIÓN

Durante los últimos 50 años, pero especialmente en los últimos 10, se ha disparado significativamente la producción de plásticos en todo el mundo, produciéndose más cantidad que en toda la historia (Greenpeace, 2018). Como consecuencia de ello, han aumentado en gran medida los residuos provenientes de este material, y según los expertos, si no hay un cambio profundo, en el año 2050 habrá más plásticos que peces en el mar (Fundación Ellen MacArthur, 2018). He ahí, poder contribuir a ese cambio profundo que busca la preservación del medio ambiente, dónde radica la motivación a la hora de plantear el proyecto.

Cada año son generadas en Argentina 14 millones de toneladas de basura, de las cuales un 14% son plásticos, principalmente PVC (Policloruro de Polivinilo), PET (Polietileno de Tereftalato) y PEAD (polietileno de alta densidad) (Ensinck, 2017). El estudio se centra en el tercero, el PEAD, el cual es fabricado a partir del Etileno (que deriva del etano, que proviene del gas natural). Es un material que se caracteriza por ser muy versátil y rígido y se encuentra en bolsas de supermercado, envases de lavandina y shampoo, cajones de gaseosas, caños de agua y juguetes, y se transforma en bolsas de residuos, envases para artículos de limpieza y muebles, entre otros.

Según Reciclarsa (2018), en Argentina se recicla sólo un 26% del total de los residuos plásticos y de acuerdo con los datos presentes en la Nómina de recicladores de Ecoplas, de las 25 empresas recicladoras de plástico registradas en Capital Federal y Gran Buenos Aires, solo 15 se ocupan del PEAD. En cuanto al partido de General Pueyrredón, no existen, al día de hoy, plantas recicladoras de PEAD por lo que los residuos recolectados en la zona son enviados al Gran Buenos Aires y Capital Federal. Por otro lado, la Cámara de la Industria de Reciclados Plásticos (2011), informa que las propias empresas transformadoras son las mayores compradoras de materia prima plástica reciclada en forma de escama, ya que tienen la posibilidad de fabricar sus productos mezclando materias primas vírgenes y recicladas.

Prácticamente todas las plantas recicladoras de plástico producen solo escamas a partir de la materia prima. Las escamas, generalmente son vendidas como materia prima a otras industrias encargadas de agregarle valor, presentándose así, como una oportunidad de negocio, darle un valor agregado a la materia prima integrando una línea de productos en la misma planta recicladora. Con la implementación de la planta de reciclaje se busca reducir el consumo de materia prima plástica virgen, energía y residuos, para así disminuir

el impacto en el medio ambiente, reutilizando los elementos y dándoles una segunda vida útil en la fabricación de otros productos completamente nuevos y funcionales.

En cuanto a los beneficios del reciclaje de plásticos, son, entre otros: el ahorro de materia prima virgen, recursos naturales, energéticos y económicos y la disminución de la emisión de gases invernadero que emite la fabricación del plástico.

La tesis de grado tiene como objetivo la evaluación de la factibilidad técnica y económica para la instalación de una planta de reciclado de Polietileno de Alta Densidad y producción de bienes a partir del material reciclado. El primer paso para evaluar la factibilidad del proyecto es relevar información del PEAD, el proceso de reciclado y sus posibles usos. Posteriormente se analizaron diversas opciones de bienes a producir con el PEAD reciclado y se seleccionó, de acuerdo con los resultados obtenidos con el método AHP, una de ellas. El producto seleccionado fueron las tablas de WPC (wood plastic composite) para la construcción de decks. En función del producto elegido, se realizó la estimación de la demanda, se seleccionó el proceso productivo adecuado y fueron determinados todos los aspectos técnicos correspondientes.

A partir de todos los análisis realizados, se llevó a cabo el estudio económico del proyecto, el cual consta de: la determinación de la inversión, los costos de producción, estudiar la posibilidad de financiamiento por parte de terceros, el análisis de la rentabilidad, determinar punto de equilibrio de la empresa, hacer el análisis de sensibilidad y de determinación del riesgo.

Finalmente se presenta un análisis del impacto socio-ambiental en el que se incluyen ítems como: ahorro de energía, disminución del volumen de residuos y de contaminantes junto con otros aspectos relacionados con la preservación del medio ambiente.

MARCO TEÓRICO

2.1 Concepto de Polietileno

El Polietileno es un polímero sintético termoplástico que se obtiene por polimerización del etileno. Este material se caracteriza por ser parcialmente cristalino y amorfo, de color blanquecino y translúcido. Los diversos tipos de Polietileno que se encuentran en el mercado son el resultado de las diferentes condiciones de operación, llevadas a cabo en la reacción de polimerización (Roca Girón, 2005).

Según Roca Girón, I (2005) se puede clasificar al polietileno en tres tipos según su densidad: baja, mediana o alta. El tipo de polietileno que es de incumbencia para el proyecto es el de alta densidad, el cual está presente en una gran diversidad de envases y se caracteriza por ser muy versátil y rígido. Al momento de ser transformado, el PEAD se puede transformar por diversos métodos: inyección, soplado, extrusión, rotomoldeo y termoformado (Ecoplas, 2017).

El PEAD tiene muchas aplicaciones en la industria actual. Gran parte es utilizado para la fabricación de recipientes, tapas y cierres; otra porción del PEAD se destina para la producción de utensilios domésticos y juguetes; y también tiene otros usos como lo son la producción de tuberías y conductos. Además, podemos mencionar: envases de aceite lubricante, disolventes orgánicos y combustibles, mangos de cutter, botellas de leche, bolsas de plástico y juguetes (Ojeda, 2011).

2.2 Tipos de reciclaje

Roca Girón, I (2005) menciona los distintos tipos de reciclaje de plásticos: Mecánico, Químico y Térmico. En este proyecto se tendrá en cuenta solamente el primero, el reciclaje mecánico. Esta decisión se basa en que por un lado el reciclaje químico conlleva un costo elevado; y, por otro lado, el reciclaje térmico no será tenido en cuenta dado que es un método destructivo, donde con el objetivo de generar energía el plástico se combustiona, se pierde el material y no puede reutilizarse.

2.2.1 Reciclaje mecánico

El reciclaje mecánico del PEAD se caracteriza por comprender una serie de pasos los cuales son: primero la recepción y almacenaje de los materiales para luego encargarse de la selección del plástico o identificación y posteriormente del triturado del mismo, a modo

que el producto quede en forma de granza o escama para que pueda ser incorporado de nuevo a la cadena productiva, cerrando el círculo de producción limpia (Roca Girón, I 2005).

Vale aclarar que no todos los residuos plásticos están en condiciones de ser sometidos a un reciclaje mecánico, bien porque están muy degradados y no darían productos con buenas características, o porque se encuentran mezclados con todo tipo de sustancias por lo que su separación y limpieza no resultaría rentable (CEDEX, Ministerio de Fomento, 2013).

2.3 Identificación de los plásticos reciclables



Figura 1: Tipos de plásticos, sus aplicaciones típicas y en que se reciclan.

Fuente: Ecoplas, 2016.

Como se observa en la figura 1, podemos citar siete clases distintas de plásticos: PET, PEAD, PVC, PEBD, PP, PS, y una séptima categoría denominada "otros".

La cámara de la industria de reciclados plásticos (2018) destaca la importancia de la clasificación, ya que si no se sabe de qué tipo de plástico se trata, se dificulta e incluso se imposibilita el reciclaje. Para facilitar tal tarea, les fue asignada una leyenda a cada uno de los diferentes plásticos (figura 2), para que, a la hora de la recolección, el encargado de hacerla pueda identificar qué material es reciclable y cuál no lo es, y así poder separarlo para que luego reciba el tratamiento adecuado.

Las leyendas son:



Figura 2: Identificación correspondiente a la norma IRAM 13700.

Fuente: Cairplas 2018.

Las flechas, que se encuentran formando un triángulo alrededor de los números, son señal de que el producto plástico puede ser reciclado. Los números son una simple numeración y las letras son las siglas del tipo de plástico. Si el acrónimo lleva una “R” delante, significa que el producto lleva materiales plásticos reciclados (CAIRPLAS, 2018).

2.4 Producción de plásticos a nivel mundial

Según Greenpeace (2018), con el paso de los años, especialmente en los últimos 50, la producción de plásticos se ha disparado de manera significativa, produciéndose en los últimos 10 años más cantidad que en toda la historia. Según datos de la revista MundoPlast, en el año 2018 se produjeron en todo el mundo aproximadamente 359 millones de toneladas de plásticos, lo que representa un crecimiento del 3,16% comparado con el año 2017 y se pronostica que con el correr de los años siga creciendo a paso acelerado (MundoPlast, 2019).

Se estima que en la actualidad hay más de 150 millones de toneladas de plásticos en el océano. De hecho, más de 8.000.000 de toneladas de este material se arrojan a los mares cada año. Según los expertos, si no hay un cambio profundo, en el año 2050 habrá más plásticos que peces en el mar (Fundación Ellen MacArthur, 2018).

2.5 Producción de plásticos en Argentina

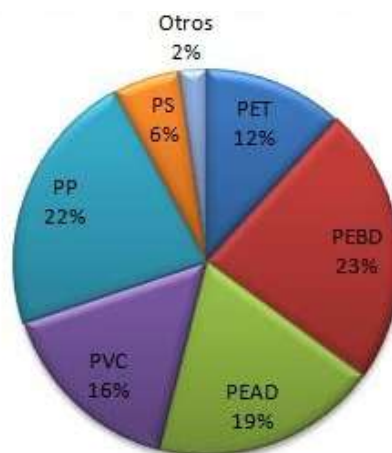


Figura 3: Producción de plásticos por material en 2016.

Fuente: Ecoplas, 2016.

Siguiendo la tendencia mundial, la producción de plásticos en Argentina aumentó con el paso de los años. Teniendo en cuenta datos de Ecoplas (2017), en el año 2017, se produjeron 1.477.500 toneladas, siendo Bahía Blanca el líder en producción de plásticos del país, abarcando aproximadamente un 60% de la capacidad de producción de la nación. En la figura 3 puede observarse el porcentaje de cada tipo de plástico de acuerdo con su producción, pudiéndose ver que el PEAD es el tercero en porcentaje, después del PEBD y PP.

La industria plástica nacional está conformada por 2800 empresas que emplean a más de 54.000 trabajadores, con una inversión de US\$1.100.000.000 en los últimos cinco años y una producción de 1.342.000 toneladas por año, según datos de la CAIP (Tais Gadea, 2018).

2.6 Reciclaje de plásticos en Argentina

Cada año se producen, en Argentina, aproximadamente 14 millones de toneladas de basura, de las cuales un 14% son plásticos (Ensinck, 2017).

En Argentina, a la hora de la recuperación de los materiales reciclables, los recuperadores urbanos, son quienes conforman el circuito informal de recolección. Esto se debe principalmente a que en el país no está establecida una cultura en cuanto a la clasificación domiciliar de los residuos (López Sardi, 2017).

Según datos de la recicladora Reciclar.S.A (2018), durante el año 2018 se recuperaron, como indica la figura 4, 251.000 toneladas de plástico, de las cuales 241.000 toneladas son de reciclado mecánico y 10.000 toneladas como recuperación energética en hornos de cemento, dando como resultado un 26% de valorización sobre envases, embalajes y packaging plásticos. Esto significa que no se conoce el destino del 74% de los residuos plásticos restantes, siendo lo más probable que terminen en rellenos sanitarios y en el peor de los casos en el ambiente. Teniendo en cuenta la baja tasa de plásticos recuperados, por la falta de políticas públicas y la baja separación de residuos en el origen, la industria plástica recicladora aún tiene una capacidad ociosa del 60% (Reciclarsa, 2018).



Figura 4: Índice de reciclado plástico en Argentina en 2018.

Fuente: Reciclar S.A., 2018.

2.6.1 Reciclaje de PEAD en Argentina

La Industria del Reciclado Plástico compra materiales plásticos post-consumo entre los que se encuentran: embalajes, envases secundarios, residuos sólidos urbanos y desechos postindustriales y del agro. Con el objetivo final de fabricar nuevos productos,

todos estos insumos son reciclados para elaborar nueva materia prima que se inserta al circuito productivo y actúa como insumo de la industria transformadora (Ecoplas, 2016).

Según Ecoplas (2016) en el año 2016 el consumo aparente de materias primas plásticas fue de 1.666.984 toneladas de las cuales el 85% es producido en el país. La mayor parte de la industria transformadora plástica (77%) se encuentra localizada en el AMBA (Área Metropolitana de Buenos Aires).

En cuanto a la cantidad de empresas recicladoras de plásticos, según los datos brindados en la Nómina de recicladores de Ecoplas (2015), de las 25 empresas recicladoras registradas en Capital Federal y Gran Buenos Aires, solo 15 se ocupan del PEAD. De las empresas que reciclan PEAD, la Compañía Resiplast SA, es líder en el mercado de reciclado de polietileno de alta y baja densidad. Resiplast cuenta con dos plantas industriales, una ubicada en Buenos Aires, que opera con una capacidad de producción de 7500 toneladas por año y otra, Resiplast Agro, instalada en el sur de la provincia, en la localidad de Benito Juárez, donde se posiciona como Operador de residuos agrarios, principalmente envases vacíos de agroquímicos (Resiplast, 2019).

2.7 Recolección y reciclaje de basura en Mar del Plata

El Informe Anual Ambiental 2013 de la Dirección General de Gestión Ambiental y Servicios Urbanos del municipio de General Pueyrredón desarrolla la existencia de una Planta de Separación de Residuos, desde el año 2007, situada en la zona de disposición de residuos del municipio, parcela Rural 335 an ubicado sobre Av. Antártida Argentina al 9000: Circunscripción IV – Sección Rural– parcela 335 bc del Partido de General Pueyrredón. La planta en pleno funcionamiento posee una capacidad de incorporación de 120 trabajadores distribuidos en dos turnos para cubrir los puestos de trabajo necesarios.

Durante el año 2008 se otorgó la tenencia precaria de la Planta de Separación a la Cooperativa (CURA), formada por recuperadores informales que realizaban la separación de residuos de valor comercial en antiguo basural, para iniciar los trabajos de puesta en funcionamiento y operación de la misma. Para ello contó con el acompañamiento municipal que se encargó de proporcionar asesoramiento técnico y logístico para su funcionamiento precario, dadas las deficiencias técnicas mencionadas (Dirección General de Gestión Ambiental y Servicios Urbanos del municipio de General Pueyrredón, 2013).

Desde el año 2012, la cooperativa se encuentra asociada a la Federación Argentina de Cartoneros, Carreros y Recicladores y al ser parte de la federación es a su vez miembro de la Confederación de Trabajadores de la Economía Popular (CTEP). La

cooperativa se dedica a la separación, recuperación y comercialización de residuos reciclables, principalmente, papel, cartón, vidrio, plástico y metal. Con el objetivo de reinsertarlos en el proceso productivo, estos materiales son recuperados tanto en el basural como en las calles. El paso posterior a la recolección consta de trasladar los materiales al galpón de acopio donde son clasificados y separados, para que después sean prensados, enfardados y acondicionados para su venta. Finalmente, los materiales son vendidos a compradores mayoristas intermediarios (FACCyR, 2012).

La cantidad de material recolectado, acondicionado y vendido no es constante y sus fluctuaciones están dadas por diversos factores (uno de los factores que se destaca es el estacional). El material reciclable en una ciudad turística como Mar del Plata, aumenta fuertemente en el período estival cuando el afluente de turistas es mayor (FACCYR, 2012).

2.8 ¿Qué es la madera plástica?

La Sociedad Estadounidense de Ensayos y Materiales (ASTM), define a la madera plástica como aquellos productos hechos principalmente de plástico (con o sin aditivos), con una sección transversal rectangular y un tamaño típico de los productos de madera utilizados para construcciones. Sin embargo, los productos de madera plástica también pueden presentar una sección transversal circular, así como otras formas, con aplicaciones como muebles y agricultura, entre otras (dos Santos, et al., 2018).

En el mercado se puede encontrar básicamente dos tipos de madera plástica:

1. **Compuestos de Madera y Plástico o Wood Plastic Composite (WPC):** es un método que combina restos de madera, polímeros termoplásticos como el polietileno en su gran mayoría y ciertos residuos orgánicos (fibras vegetales como aserrín, bambú o cáscara de arroz) que son mezclados, extruidos y posteriormente modelados mediante un proceso de inyección o extrusión. Este proceso permite aumentar la duración y reducir la humedad de la madera; sin embargo, su naturaleza orgánica degrada a este tipo de madera plástica exigiendo mayor cuidado (Mundo Constructor, 2018).
2. **Plastic Lumber o madera 100% plástica:** es el segundo proceso de fabricación, se obtiene al mezclar y triturar materiales termoplásticos y polímeros de alta y baja densidad. Posteriormente esta mezcla es sometida a grandes temperaturas en máquinas de termoformado, lo que facilita la adaptación del plástico a un molde determinado (Mundo Constructor, 2018).

Las ventajas de la madera plástica sobre la madera natural incluyen, entre otras: resistencia al agua, resistencia a la intemperie, al moho y no requieren pintura o mantenimiento regular (dos Santos, et al., 2018). Las recién mencionadas son ventajas que convierten a la madera plástica en un material ideal para exteriores como es el caso de mobiliario urbano, cercas, muebles de jardín, pallets y decks, entre otros.

2.9 Opciones de producto con PEAD

2.9.1 Tejas plásticas

La gran diferencia que presentan estas tejas con respecto a las tejas francesas tradicionales es que son significativamente más livianas. La plancha de un metro cuadrado (dependiendo del fabricante), llegan a pesar hasta el 10% que las tejas francesas de cerámica en la misma medida. Como características principales presentan buena resistencia a la compresión y en particular al granizo, ya que se trata de un material maleable con todas las propiedades del plástico, requiere escaso mantenimiento ya que no permite la generación de hongos al no tener una superficie porosa y tiene buen comportamiento respecto a materiales químicos y ácidos atmosféricos (Magnone, 2019).

2.9.2 Mobiliario urbano

Se considera mobiliario urbano a aquellos elementos fijos que se encuentran en espacios públicos como por ejemplo en los parques, para el servicio de las personas. Abarca una gran cantidad de elementos, entre los que se destacan: bancas, alumbrado, basureros, teléfonos, etc. (De los Santos, 2019).

El mobiliario tiene el propósito de facilitar las necesidades del ciudadano (peatón), mejorando su calidad de vida y fomentando el uso adecuado de los espacios públicos, así como servir de apoyo a la infraestructura y al equipamiento urbano, formando parte de la imagen de la ciudad (Seminario de Espacio Público, 2019).

El mobiliario urbano debe ser de materiales durables que resistan el deterioro del exterior y las condiciones climáticas, los materiales más comunes son la madera, el cemento y el acero (Seminario de Espacio Público, 2019).

2.9.3 Pallets

Roberto Bloch (2016), en su libro “Envases y embalajes para el comercio internacional: Pallets y contenedores” define al pallet como una plataforma que se utiliza para agrupar, apilar, almacenar, manipular y transportar mercaderías embaladas

En cuanto a las medidas de los pallets señala que existen varias, siendo dos las medidas que se encuentran normalizadas: el europalet (1.200 x 800 mm) y el universal (1.200 x 1.000 mm). Los materiales con los que se producen los pallets son diversos y entre ellos podemos encontrar:

- Pallets de madera.
- Pallets de metal.
- Pallets de fibra de madera.
- Pallets de plástico.
- Pallets de cartón

El pallet más extendido y utilizado es el de madera, el cual representa entre el 90% y 95% del mercado de pallets (Opazo Ziem, 2016). Ésto puede deberse a que su costo es menor que los de plástico, lo cual, en muchos casos, termina siendo un factor determinante en la elección de uno u otro.

Se pueden mencionar distintas ventajas de los pallets de plástico en comparación con los de madera. Por ejemplo, se pueden limpiar fácilmente y son más higiénicos por lo que son bastante utilizados en la industria alimenticia y farmacéutica. También son más duraderos, ligeros y eficientes. Se pueden utilizar en cualquier condición climática, son encajables, son más seguros de manipular y se pueden reciclar (Bon, 2019).

Los pallets de plástico que se encuentran en el mercado son fabricados a partir de plástico inyectado. En la actualidad los pallets hechos de madera plástica son comercializados por muy pocas empresas, no teniendo una estandarización en las propiedades de los mismos. Se producen listones de madera plástica para posteriormente ensamblarlas como un pallet de madera tradicional. Esto se convierte en una ventaja, con respecto a los pallets de plástico inyectado, al permitir adaptarlos a cualquier medida y capacidad de carga sin la necesidad de cambiar la matriz de inyección para cada modelo. Por otro lado, pueden ser reparados en partes o piezas, mientras que los pallets inyectados son de una sola pieza y al romperse en cualquier parte, se debe descartar el pallet completo. Por último, al tener superficie de tablas es más simple de limpiar (Ojeda, M., com. pers.2020).

Los pallets plásticos fabricados por inyección suelen ser más utilizados en la industria que los de madera plástica. Si bien para su fabricación se requiere una mayor inversión inicial (inyectora y molde), los tiempos de fabricación son bastante más cortos, lo

que reduce considerablemente el coste del producto (en unos pocos minutos, se puede fabricar un pallet por inyección). En cambio, un pallet hecho con madera plástica, primero se extruye un perfil, se corta a medida y luego se unen las tablas para obtener el producto. Además de llevar más tiempo de operatoria, requiere de mayor cantidad de mano de obra. (Ojeda, M., com. pers.2020).

2.9.4 Decks

Un deck es una plataforma o cubierta de madera que, generalmente, se usa para revestir el suelo de balcones, alrededor de piscinas, patios, jacuzzis, porches, terrazas y otras superficies (en general exteriores). En cuanto a la forma de la madera del deck, la característica en general es que se utilizan listones de maderas largos (Airkplus, 2020).

La madera plástica es considerada ideal para exteriores debido a su alta durabilidad y resistencia a las inclemencias climáticas, y además representa importantes ventajas ambientales como la son: la reducción de la tala de árboles, la fabricación de plástico y de la basura que se traslada a basurales a cielo abierto (La Capital, 2019).

Las ventajas de los decks de madera plástica en comparación con los de madera tradicional son (LifeCycle, 2020):

- **Menor mantenimiento:** El deck de madera plástica requiere mucho menos mantenimiento que la madera tradicional ya que es un producto terminado y nunca va a necesitar ser lijado, pintado, pulido, etc.
- **Cuestan menos durante su vida útil frente a la madera:** Teniendo en cuenta que la madera plástica puede durar más de 25 años comparado con los 10 de la madera natural. Su costo mayor costo de compra se amortiza en su mayor vida útil y su menor costo de mantenimiento anual.
- **Mayor durabilidad:** La madera plástica, al no verse afectada por el clima y no ser orgánico mantiene sus propiedades por una gran cantidad de tiempo ya que no se pudren ni se deforman.
- **Ecológico:** Al estar fabricados de plástico reciclado, restos de madera y otros materiales, previenen la deforestación, están libres de los productos químicos tóxicos que se encuentran a menudo en madera tratada a presión.

● **Seguridad:** La madera plástica es inastillable y su superficie es antideslizante.

2.10 Proceso analítico de jerarquías (AHP)

El proceso analítico de jerarquía desarrollado por Thomas L. Saaty (The analytic Hierarchy Process, 1980) está diseñado para resolver problemas complejos de criterios múltiples. Permite visualizar la comprensión del problema mediante la construcción de un modelo jerárquico compuesto de tres niveles: objetivo, criterios y alternativas. El proceso requiere que quien toma las decisiones proporcione evaluaciones subjetivas respecto a la importancia relativa de cada uno de los criterios y que, después, especifique su preferencia con respecto a cada una de las alternativas de decisión y para cada criterio. El resultado del AHP es una jerarquización de prioridades que muestra la preferencia global para cada una de las alternativas de decisión (Araníbar, 2008).

El AHP se fundamenta en:

- La estructuración del modelo jerárquico.
- Priorización de los elementos del modelo jerárquico.
- Comparaciones binarias entre los elementos.
- Evaluación de los elementos mediante la asignación de “pesos”.
- Ranking de alternativas de acuerdo a los pesos dados.
- Síntesis.
- Análisis de sensibilidad.

2.11 Método Delphi

El método Delphi, diseñado por Norman Dalkney y Olaf Helmer, es una herramienta utilizada para obtener información que permite rescatar las opiniones de un grupo de expertos a través de la consulta reiterada. Esta técnica, de carácter cualitativo, es recomendable cuando no se dispone de información suficiente para la toma de decisiones o es necesario, para la investigación, recoger opiniones consensuadas y representativas de un colectivo de individuos (Reguant, M, Torrado, M, 2016).

Fase 1 de definición: A partir del problema de investigación acotado, se debe formular el objetivo de la consulta, identificar las dimensiones que deben explorarse e identificar posibles fuentes de información.

Fase 2 de conformación del grupo de informantes: Cabe determinar el perfil de los participantes y su ubicación, elaborar el protocolo de selección grupo –que dispongan de información representativa, tiempo e interés– y aproximación, contactar con los integrantes potenciales, elegir, invitar y conseguir su compromiso de colaboración. El tamaño suele oscilar entre 6-30 en función del problema, aunque no es un condicionante. Tiene que primar siempre la calidad frente a la cantidad.

Fase 3 de ejecución de las rondas de consulta: Hay que elaborar el cuestionario inicial, analizar la información y elaborar la siguiente ronda de feedback y consulta, tantas veces como sea necesario para producir el consenso/disenso que responda a los objetivos del estudio. Se deberán categorizar y ordenar las respuestas en función del grado de acuerdo. El resultado será el punto de partida para las opiniones posteriores. En el caso de que el experto difiera de la opinión general se deberá invitar a razonar sus respuestas.

Fase 4 de resultados: Se ha de analizar la información de la última ronda y elaborar el informe de devolución final. El investigador podrá calcular el nivel de consenso para cada punto concreto, recoger las razones principales de disenso y, finalmente, calcular el nivel de importancia.

2.12 FODA

La sigla FODA identifica a las palabras fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. El método creado por Albert S. Humphrey tiene la gran utilidad de que permite diagnosticar la situación estratégica en que se encuentra una empresa a fin de desarrollar con éxito un determinado proyecto.

El estudio de la matriz FODA permite identificar problemas, prever escenarios, predecir complicaciones, observar soluciones, visualizar puntos débiles de la entidad y transformarlos en fortalezas y oportunidades. Esta herramienta es utilizada para desarrollar una estrategia de negocio que sea sólida a futuro. Por otro lado, ayuda a tener un enfoque mejorado, siendo competitivo ante los nichos de los mercados al cual se está dirigiendo la empresa, teniendo mayores oportunidades en el mercado que se maneje creando estrategias para una eficaz competencia (Riquelme Leiva, 2016).

2.13 Fuerzas de Porter

Según Michael Porter, existen 5 fuerzas competitivas: el poder negociador de los clientes, el poder negociador de los proveedores, la amenaza de productos sustitutos, la amenaza de nuevos competidores y la rivalidad en la industria. Su comprensión revela los

orígenes de la rentabilidad de un sector, ayuda a comprender la estructura en la que compete y brinda un marco para anticiparse a la competencia e influir en ella y en la rentabilidad en el largo plazo. Las fuerzas competitivas más fuertes se transformarán en los elementos más trascendentes de la elaboración de la estrategia (Porter, M., 2008).

2.14 Matriz de perfil competitivo

La matriz del perfil competitivo identifica a los principales competidores de la empresa, así como sus fuerzas y debilidades particulares, en relación con una muestra de la posición estratégica de la empresa.

Los Factores Claves o Determinantes para el Éxito son las áreas claves, que deben llevarse al nivel más alto posible de excelencia si la empresa quiere tener éxito en una industria en particular. Cada factor crítico de éxito debe tener un peso relativo que oscila entre 0,0 (poca importancia) a 1 (alta importancia). El número indica la importancia que tiene el factor en la industria y la suma de todos los pesos relativos debe ser igual a 1. Por otro lado, la calificación se refiere a lo bien que lo están haciendo las empresas en cada área. Van desde 4 a 1, en donde cada valor significa: 1 (gran debilidad), 2 (debilidad menor), 3 (fuerza menor) y 4 (gran fortaleza). Por último, el puntaje final es el resultado de la multiplicación del peso por la calificación (Pérez, M., 2020).

2.15 EVALUACIÓN ECONÓMICA

2.15.1 Inversión total

La cantidad de dinero necesaria para poner un proyecto en operación ya sea de bienes industriales o servicios, es conocida como "inversión" de la empresa. Dicha inversión se puede integrar por capital propio, créditos de organismos financieros nacionales y/o internacionales, y de proveedores. La inversión total requerida para realizar y operar el proyecto se compone de dos partes:

1) INVERSIÓN FIJA TOTAL (IFT) es la cantidad de dinero necesaria para construir totalmente una planta de proceso, con sus servicios auxiliares y ubicarla en situación de poder comenzar a producir. Es básicamente la suma del valor de todos los activos de la planta (tangibles + intangibles) (Zugarramundi, 1998).

2) INVERSIÓN EN CAPITAL DE TRABAJO (IW) también llamado "capital de giro", comprende las disponibilidades de capital necesario para que una vez que la planta se encuentre instalada y puesta en régimen normal de operación, pueda operar a los niveles previstos en los estudios técnico-económicos. Es el capital adicional con el

que se debe contar para que comience a funcionar el proyecto, esto es financiar la producción antes de percibir ingresos por ventas (Zugarramundi, 1998).

El método utilizado para estimar la inversión fija fue el de estimación por factores. Con este método se extrapola la inversión fija a partir del precio de los equipos principales del proceso con instalación (Chilton, 1949) y se determina la inversión fija con un error del 10-15% del valor real, por la selección cuidadosa de los factores, presentes en la tabla 1, dentro del rango dado. La fórmula utilizada es:

$$I_f = I_e * \dot{\iota}$$

donde: IF = inversión fija (sin terreno) del sistema completo.

IE = valor del equipo principal instalado.

fi = factores de multiplicación para la estimación de los componentes de la inversión directa como cañerías, instrumentación, construcciones.

fli = factores de multiplicación para la estimación de los componentes de la inversión indirecta como ingeniería y supervisión, contingencias.

Valor del Equipo Instalado de Proceso	IE
Factores experimentales como fracción de IE	
<i>Tuberías de Proceso</i>	f_1
Proceso de sólidos	0.07 - 0.10
Proceso mixto	0.10 - 0.30
Proceso de fluidos	0.30 - 0.60
<i>Instrumentación</i>	f_2
Control poco automatizado	0.02 - 0.05
Control parcialmente automatizado	0.05 - 0.10
Control complejo, centralizado	0.10 - 0.15
<i>Edificios de fabricación</i>	f_3
Construcción abierta	0.05 - 0.20
Construcción semiabierta	0.20 - 0.60
Construcción cerrada	0.60 - 1.00
<i>Plantas de servicios</i>	f_4
Escasa adición a las existentes	0.00 - 0.05
Adición considerable a las existentes	0.05 - 0.25
Plantas de servicios totalmente nuevas	0.25 - 1.00
<i>Conexiones entre unidades</i>	f_5
Entre las unidades de servicios	0.00 - 0.05
Entre unidades de proceso separadas	0.05 - 0.15
Entre unidades de proceso dispersas	0.15 - 0.25
Inversión directa	IE (1+ $\sum f_i$)

Factores experimentales como fracción de la inversión directa	
<i>Ingeniería y construcción</i>	f_{i1}
Ingeniería Inmediata	0.20 - 0.35
Ingeniería compleja	0.35 - 0.50
<i>Factores de tamaño</i>	f_{i2}
Unidad comercial grande	0.00 - 0.05
Unidad comercial pequeña	0.05 - 0.15
Unidad experimental	0.15 - 0.35
<i>Contingencias</i>	f_{i3}
De la compañía	0.10 - 0.20
Variaciones imprevistas	0.20 - 0.30
Procesos exploratorios	0.30 - 0.50
Factor de inversión indirecta	$f_i = \sum f_{ij} + 1$
Inversión fija	$I_F = IE (1 + \sum f_i) f_i$

Tabla 1: Método para estimar la Inversión fija por el método de los factores.

Fuente: Chilton, 1949.

Para la estimación del capital de trabajo fueron calculados los requerimientos de capital para operar la planta durante un determinado período de tiempo, en función de las condiciones de comercialización y en base a los costos de producción sin depreciación. El capital de trabajo fue calculado como el costo de producción sin tener en cuenta la depreciación, para un plazo de crédito a clientes que se estima en dos meses.

2.15.2 Costos

Los costos de producción o costos de operación son los gastos involucrados en mantener un proyecto en operación o una pieza de un equipo en producción.

Los costos de producción para un determinado período de tiempo pueden dividirse en dos grandes categorías: costos variables que son proporcionales a la producción como por ejemplo el costo de materia prima, y los costos fijos que son independientes de la producción, como por ejemplo el costo de los impuestos que paga el edificio (Zugarramurdi, 1998).

2.15.3 Rentabilidad

La rentabilidad es una medida de la ganancia obtenida por una actividad en relación con la inversión de capital necesaria para que esa actividad se realice (De garmo, Canada 1980)

La rentabilidad esperada será favorable si es superior a la tasa de rentabilidad mínima aceptable (TRMA) definida por la empresa, ésta puede ser la tasa de oportunidad del mercado, siendo éste el mayor rendimiento que se puede obtener si se invirtiera el dinero en otro proyecto de riesgo similar disponible en ese momento (De garmo, Canada 1980).

El método de la tasa interna de retorno (TIR) tiene en cuenta el valor temporal del dinero y está basado en la parte de la inversión que no ha sido recuperada al final de cada año durante la vida útil del proyecto. Se establece la tasa de interés que debería aplicarse anualmente al flujo de caja de tal manera que la inversión original sea reducida a cero durante la vida útil del proyecto (De garmo, Canada 1980)

El método del valor presente (VP) compara los valores presentes de todos los flujos de caja con la inversión original. Supone igualdad de oportunidades para la reinversión de los flujos de caja a una tasa de interés pre-asignada. Esta tasa puede tomarse como el valor promedio de la tasa de retorno que obtiene la compañía con su inversión de capital o seleccionar una TRMA para el proyecto. El valor presente del proyecto es igual a la diferencia entre el valor presente de los flujos anuales de fondos y la inversión inicial total (Zugarramundi, 1998).

Por su parte, el tiempo de repago se define como el mínimo período de tiempo teóricamente necesario para recuperar la inversión fija depreciable en forma de flujos de caja del proyecto (De garmo, Canada 1980).

2.15.4 Financiamiento

- Costo de capital: La tasa de descuento del proyecto o tasa de costo de capital, es el precio que paga el inversionista por los fondos requeridos para cubrir la inversión. Es la medida de rentabilidad mínima que el inversionista exigirá al proyecto de inversión por renunciar al uso alternativo de esos recursos, en proyectos con niveles de riesgo similares (Botella Montero, 2017).
- Costo de capital propio: Se define como la tasa asociada con la mejor oportunidad de inversión de riesgo similar que se abandonará por destinar esos recursos al proyecto que se estudia. Es decir, corresponde a la tasa de descuento del flujo de fondos del inversor necesaria para evaluar el proyecto (Morales, 2012).

El costo de capital propio se puede calcular mediante el uso de una tasa libre de riesgo más una prima por riesgo.

$$Ke = Rf + PR$$

$$PR = Rm - Rf$$

Dónde:

- Ke: es el costo del capital propio.
- Rf: es el rendimiento del activo libre de riesgo.
- PR: es la prima de riesgo por invertir en el proyecto.
- Rm: es la rentabilidad esperada del mercado.

El cálculo del costo de capital propio no está completo con la fórmula recién presentada, sino que falta la incorporación de una prima de riesgo β . El coeficiente β es la medida del riesgo sistemático (no se puede eliminar y está explicado por las fluctuaciones de la economía y del mercado que afectan a todas las empresas). La funcionalidad del coeficiente β (se obtiene de la tabla 2) es que mide la sensibilidad del retorno de un sector, o un proyecto en particular, respecto al rendimiento del mercado en su conjunto. Una última adición que sufre la fórmula es la suma de una prima de riesgo país (RP) en el caso de las economías emergentes, quedando una nueva expresión para el cálculo del costo de capital propio:

$$Ke = Rf + \beta * PR + RP$$

El coeficiente β se obtiene de la tabla 2:

$\beta < 0,8$	$0,8 < \beta < 0,9$	$0,9 < \beta < 1$	$1 < \beta < 1,1$	$1,1 < \beta < 1,2$	$\beta > 1,2$
Tabaco	Juguetes	Minería	Manufacturera	Eléctricas	Electrónica
Astilleros	Diarios	Motores	Alimento	Farmacéuticas	Radio / Televisión
Combustibles	Vinos/Licores	Alimentos	Venta minorista	Eq. de oficina	Materiales p/ construcción

Tabla 2: Valores de beta de acuerdo al tipo de industria.

Fuente: Semyraz, D. J. Preparación y evaluación de proyectos de inversión. Osmar D. Buyatti (2006).

- Costo de fondos de terceros: el costo de la deuda se basa en el hecho de los préstamos deben reembolsarse en una fecha futura y por un monto mayor que el recibido originalmente; la diferencia constituye el costo que se debe pagar por la deuda. Si el costo de dicha deuda antes de impuesto se representa por i , el interés que realmente se paga por el préstamo se deduce de la utilidad disminuyendo el impuesto que se paga. De esta forma el costo de la deuda real, después de impuestos, es (Morales, 2012):

$$Kd = i * (1 - t)$$

Donde:

- Kd es el costo de la deuda (una vez deducido el efecto tributario).
- i es el costo de la deuda antes del impuesto.
- t es la alícuota del impuesto a las ganancias.
- Costo promedio ponderado de capital: una vez que se ha determinado el costo individual de cada una de las fuentes de financiamiento que componen el capital del proyecto (o de la empresa), se puede proceder a calcular el CPPC. El CPPC es la tasa de descuento que incorpora el costo relativo a cada una de las fuentes de fondos que la empresa utiliza. Es la tasa de descuento que determina el costo financiero del capital de una entidad, la cual se obtiene por ponderar la proporción que representan los recursos provenientes tanto de fuentes propias como externas (Colegio de contadores públicos de México, 2014).

$$CPPC = X * Ke + (1 - X) * Kd$$

$$CPPC = \% \text{ capital propio} * Ke + \% \text{ deuda} * Kd$$

$$CPPC = TRMA$$

El CPPC es válido cuando el nuevo proyecto a evaluar:

- No cambia la estructura financiera de la empresa.
- Tiene características similares de riesgo.

2.15.5 Equilibrio

El análisis del punto de equilibrio estudia entonces la relación que existe entre costos fijos, costos variables, volumen de ventas y utilidades operacionales. Se entiende por punto de equilibrio a aquel nivel de ventas que una empresa o negocio debe alcanzar para lograr cubrir sus costos de producción, costos de ventas y demás costos de tipo administrativo (Váquiro C., 2006).

$$BNAI = N * Pv - N * CVu - CFt$$

$$i = \frac{CFt}{Pv - CVu} = \frac{CFt}{CMu}$$

$$TCMu = \frac{Pv - CVu}{Pv} = \frac{CMu}{Pv}$$

$$TCM \text{ ponderada} = \frac{\frac{CMux}{Pvx} * IVx}{IVx + IVy} + \frac{\frac{CMuy}{Pvy} * IVx}{IVx + IVy}$$

donde:

- BNAI (beneficio neto antes de impuestos) representa la diferencia entre los ingresos por ventas y los costos totales de producción.
- Pv representa el precio de venta del producto.
- CVu representa el costo variable unitario.
- CFt hace referencia a los costos fijos totales.
- CMu (contribución marginal unitaria): es la diferencia entre el precio de venta y el costo variable unitario.
- TCMu (tasa de contribución marginal unitaria): indica la proporción del precio que aporta como contribución cada producto.
- TCM ponderada (tasa de contribución marginal ponderada): indica la proporción del precio que aporta como contribución un conjunto de productos.

2.15.6 Sensibilidad

El análisis de sensibilidad proporciona una segunda estimación de una valoración económica. Cuestionan si los cálculos originales representan adecuadamente las condiciones futuras que podrían afectar una propuesta si ésta fuese implantada. Su propósito es apoyar a quienes toman la decisión (Anacleto Silvestre, 2004).

Un análisis de sensibilidad puede ejecutarse con cálculos VP, VAE o TIR utilizando flujo de efectivo antes de impuestos o después de impuestos, pero debe ser después de impuestos si estos están involucrados y se espera que influyan en la decisión. Puede verificarse la sensibilidad de cualquiera de los elementos utilizados en los cálculos. Se pueden realizar análisis en gráficas de sensibilidad que muestren los efectos de las variaciones de porcentaje por medio de parámetros clave (Riggs, 2002).

Se analiza si un cambio pequeño en un elemento conduce a un cambio proporcionalmente mayor en los resultados y se dice que la situación es sensible a la suposición o a la variable.

2.15.7 Riesgo

Se considera que estamos ante una situación de riesgo cuando se anticipa que habrá dos o más valores para un parámetro y es posible estimar la probabilidad de ocurrencia de cada valor. Un proyecto es riesgoso cuando una o varias variables del flujo de caja son aleatorias en vez que determinísticas (Riggs, 2002).

El riesgo de un proyecto puede definirse como la variabilidad de los flujos de fondos reales respecto a los estimados. Mientras mayor sea la variabilidad, mayor será el riesgo (Riggs, 2002).

Las causas del riesgo son: posible inexactitud de la información disponible, tipo de negocio en estudio, tipo de planta y equipos en estudio, tiempo de duración de la propuesta. Por otra parte, los métodos para su análisis se dividen en: métodos subjetivos, métodos estadísticos no probabilísticos y métodos estadísticos probabilísticos (simulación Montecarlo) (Riggs, 2002).

DESARROLLO

3.1 Relevamiento de productos fabricados a partir del PEAD reciclado

Muchos son los productos que se pueden elaborar a partir del PEAD reciclado: postes, tejas, piezas para construcción, conductos, fijaciones, films de distintas calidades y láminas y embalajes entre otros. Para la selección del producto recomendado en este trabajo fue utilizado el proceso analítico de jerarquías (AHP). De las numerosas opciones de productos que se pueden obtener a partir de PEAD reciclado se analizaron 4 posibles y se hizo a partir de 7 criterios de selección. Las 4 posibilidades son:

- Decks de madera plástica
- Tejas plásticas
- Pallets de madera plástica
- Mobiliario urbano

Los 7 criterios que se tuvieron en cuenta para la selección son:

- **Participación en el mercado:** representa tanto el conocimiento como la aceptación del producto por parte de los clientes.
- **Precio contra el de los sustitutos:** se comparará el precio del producto con relación a sus sustitutos. Se hizo un relevamiento de precios de los principales sustitutos de todas las opciones de productos, se sacó un promedio, se estableció un criterio de comparación (US\$/m²) y a partir de ese número se compararon las diferentes opciones.
- **Flexibilidad de la línea de producción:** representa la facilidad con la que la línea de producción puede fabricar otros productos.
- **Complejidad del proceso:** se observa el grado de especialización requerido de los operarios, la tecnología necesaria para su operación y la cantidad de operarios necesarios en la producción del bien.
- **Inversión estimada:** capital necesario para llevar a cabo el producto.

- **Ventajas del producto:** las ventajas que tienen los nuevos productos fabricados a partir de material reciclado frente a sus sustitutos.

- **Calidad de la materia prima:** indica el nivel de aceptación de impurezas que puede contener el PEAD reciclado.

A continuación, se presenta un análisis de los 7 factores que se tuvieron en cuenta para la selección del producto para cada una de las 4 posibilidades de producto.

3.1.1 Decks de madera plástica

- **Participación en el mercado:** mundialmente, la principal aplicación de la madera plástica son los decks. Según datos de PlastEurope (2016), en el año 2015 los decks representaron un 43% de la demanda de madera plástica y pronostica que la demanda de WPC y madera plástica para decks aumentará en un promedio de 7,1% por año hasta 2020. Por otro lado, y según entrevistas realizadas a los principales productores de madera plástica del país (anexo 1), aproximadamente el 90% de su producción y ventas son tablas de decks.

- **Precio contra el de los sustitutos:** los sustitutos de los decks de WPC son los decks de madera dura como por ejemplo el lapacho, los decks de madera semidura como el eucalipto y los decks de madera 100% plástica. Como puede observarse en la tabla 3, los decks de WPC son más caros que los sustitutos. Son un 11% más caros que los de madera dura, un 26% más caros que los de madera 100% plástica y un 83% más caros que los de madera semidura.

- **Flexibilidad de la línea:** muy alta flexibilidad debido a la numerosa cantidad de productos que se pueden fabricar con la madera plástica. Las características del proceso de extrusión, confiere la facilidad de que, con un cambio de molde, se pueda cambiar la forma del perfil. Los costos de este tipo de matricería no son elevados, lo que permite la amortización en poco tiempo (Ojeda, M., com. pers.2020).

- **Complejidad del proceso:** la complejidad del proceso es considerada baja en comparación al proceso de fabricación de las tejas ya que la maquinaria utilizada no es especializada y no requiere intensidad en mano de obra ni en tecnología. Además, al salir

de la extrusora como un producto terminado, no requiere de operarios adicionales a diferencia de los pallets y el mobiliario (Ojeda, M., com. pers.2020).

- **Inversión estimada:** la maquinaria utilizada para la producción de decks es de extrusión y en comparación con los procesos que requieren de un proceso de inyección, su costo es menor. Al ser producidos por el proceso de extrusión, la inversión requerida para decks es considerablemente menor que para producir tejas, las cuales requieren ser producidas por inyección. A este motivo, se le suma que para producir tejas se necesita invertir en matricería de mayor costo que en el caso de los decks. Comparándola con el mobiliario urbano y los pallets, la inversión en el equipamiento principal de los decks es la misma (los 3 productos parten de la extrusión de tablas de madera plástica). La diferencia se encuentra en: el espacio requerido para el ensamblaje de las piezas, el requerimiento de maquinaria adicional para el corte de las piezas y el espacio de almacén. La producción de decks no requiere ni espacio para ensamblaje, ni maquinaria adicional y el espacio de almacén es menor. Es por eso, que la inversión estimada para la producción de decks es menor que para pallets, tejas y mobiliario urbano (Ojeda, M., com. pers. 2020).

- **Ventajas del producto:** sus ventajas con respecto a la madera común son múltiples y entre ellas se encuentran: resistencia al agua, a la intemperie y al moho, no se astilla, no necesita mantenimiento intensivo, tiene gran durabilidad, es un producto ecológico, es impermeable a los contaminantes, es ignífuga y es fácil de limpiar (LifeCycle, 2020).

- **Calidad de la materia prima:** se admiten un alto porcentaje de impurezas sin que afecte a las propiedades del producto, por lo que la materia prima plástica requerida puede ser en su totalidad reciclada (Ojeda, M., com. pers. 2020).

Decks	Promedio (US\$/m ²)	Dif. % respecto a WPC	Posición
WPC	74,8	0	4
Madera plástica	54,7	-26,87	2
Semidura (Eucalipto)	12	-83,96	1
Dura (Guay+Lap)	66,5	-11,10	3

Tabla 3: Cuadro comparativo de precios para decks de WPC y sustitutos.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2 Tejas plásticas

- **Participación en el mercado:** la teja plástica es un producto que actualmente se encuentra en la etapa de introducción, por lo cual todavía no tiene mucha demanda y no es muy conocido por el mercado. Además, se puede sumar el hecho de que es posible que “los clientes no se adapten al cambio: al ser un producto nuevo es necesario superar la barrera de los prejuicios debido a que la gente cree que la teja de plástico es de menor calidad que la teja de cerámica y por este motivo son reacios al cambio de producto” (Arteaga, F, et al., 2018).

- **Precio contra el de los sustitutos:** los productos sustitutos de las tejas plásticas son las tejas francesas clásicas y por otro lado las tejas de chapa. A partir de un relevamiento de precios se determinó, como puede observarse en la tabla 4, que el precio de las tejas plásticas es aproximadamente un 10% menor que las tejas francesas y 18% mayor que las de chapa.

- **Flexibilidad de la línea:** es poco flexible, ya que se necesita cambiar la matriz de inyección siempre que se quiera variar el producto que se fabrica, lo cual implica mayores costos (Ojeda, M., com. pers. 2020).

- **Complejidad del proceso:** el proceso para la fabricación de las tejas plásticas, al ser de inyección, es más complejo que el de los otros 3 productos, los cuales se fabrican por el proceso de extrusión ya que requiere de maquinaria, matriceria y mano de obra más especializada. Una ventaja que presenta respecto a los pallets y el mobiliario urbano es que la teja plástica sale como producto terminado y no requiere operarios ni maquinarias adicionales (Ojeda, M., com. pers. 2020).

- **Inversión estimada:** a diferencia de los pallets, el mobiliario urbano y los decks, el método para la producción de las tejas plásticas es el de inyección y su producción requiere de matricería especial, que, en las otras opciones de productos, no es necesaria. Es por eso que la inversión estimada para la producción de tejas es mayor que para decks, mobiliario urbano y pallets.

- **Ventajas del producto:** con respecto a la chapa, la teja plástica tiene como gran ventaja que es aislante tanto sonora como térmica y por otro lado con respecto a las

tejas francesas de cerámica presentan buena resistencia a la compresión y en particular al granizo, ya que se trata de un material maleable con todas las propiedades del plástico. A las ventajas recién mencionadas se puede sumar que la teja plástica requiere escaso mantenimiento ya que no permite la generación de hongos al no tener una superficie porosa y que tiene un peso significativamente menor (Magnone, 2019).

- **Calidad de la materia prima:** se requiere una materia prima de elevada calidad para el funcionamiento óptimo de las máquinas encargadas de la producción, las cuales son inyectoras. De acuerdo con el trabajo final realizado por alumnos del Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA) titulado “Producción de tejas Plásticas” (2018), si la calidad de la materia prima agregada a la inyectora no es la adecuada puede devenir en un producto que no cumple con las propiedades requeridas como por ejemplo ser más frágil, lo que limita el uso del PEAD reciclado hasta un 49% de la materia prima total.

Tipo Teja	Promedio (US\$/m ²)	Dif. % respecto a teja plástica	Posición
Teja francesa	22.872	10.223	3
Teja plástica	20.751	0.000	2
Chapa	16.980	-18.174	1

Tabla 4: Cuadro comparativo de precios para tejas de madera plástica y sustitutos.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.3 Pallets de madera plástica

- **Participación en el mercado:** la necesidad de mantener el pallet limpio, libre de hongos, plagas y bacterias hacen de los pallets plásticos fabricados a partir del método de inyección un producto altamente aceptado en industrias como la cárnico-avícola o la pesquera, las cuales se caracterizan por tener una alta rotación de productos y estar en entornos excesivamente húmedos (Naeco, 2020).

En cambio, los pallets constituidos por madera plástica fabricados a partir del método de extrusión todavía no son muy aceptados debido a la falta de estandarización en las propiedades sumado a que tienen aproximadamente el doble de peso que sus homólogos de inyección (Ojeda, M., com. pers. 2020).

- **Precio contra el de los sustitutos:** los productos sustitutos de los pallets de madera plástica son los pallets fabricados a partir del proceso de inyección y los pallets de

madera tradicional. A partir de un relevamiento de precios de los distintos tipos de pallets, se determinó, como puede observarse en la tabla 5, que el precio de los pallets de madera plástica es de aproximadamente un 55% mayor que el de los pallets de madera tradicional y un 70% menor comparándolo con los pallets plásticos fabricados a partir del proceso de inyección.

- **Flexibilidad de la línea:** muy alta flexibilidad debido a la numerosa cantidad de productos que se pueden fabricar con la madera plástica. Las características del proceso de extrusión, confiere la facilidad de que, con un cambio de molde, se pueda cambiar la forma del perfil. Los costos de este tipo de matricería no son elevados, lo que permite la amortización en poco tiempo (Ojeda, M., com. pers.2020).

- **Complejidad del proceso:** de todos los productos que se analizan, la complejidad del proceso de producción de pallets es considerada la más alta, junto con la del mobiliario urbano. La maquinaria utilizada no es especializada y no requiere intensidad en mano de obra ni en tecnología, pero tiene como gran desventaja que la producción de pallets de madera plástica requiere, al igual que el mobiliario urbano, de operarios calificados adicionales para cortar y armar los pallets (Ojeda, M., com. pers.2020).

- **Inversión estimada:** la maquinaria utilizada para la producción de pallets de madera plástica es de extrusión y en comparación con aquellos que requieren de un proceso de inyección (tejas), su costo es menor. Comparándola con los decks y el mobiliario urbano la inversión en el equipamiento principal es la misma (todos los productos parten de la extrusión de tablas de madera plástica). La diferencia se encuentra en: el espacio requerido para el ensamblaje de las piezas, el requerimiento de maquinaria adicional para el corte de las piezas y el espacio de almacén. La producción de pallets, al igual que el mobiliario urbano requieren espacio para ensamblaje, maquinaria adicional y el espacio de almacén mayor comparado con los decks. Es por eso que la inversión estimada para la producción de pallets de madera plástica es mayor que para la producción de decks, similar a la inversión estimada para la producción de mobiliario urbano y menor con respecto a las tejas (Ojeda, M., com. pers. 2020).

- **Ventajas del producto:** los pallets de madera plástica son resistentes a la humedad, plagas de insectos, grasas y a la mayoría de los ácidos y productos químicos y

son simples de limpiar al tener superficie de tablas. Gracias a la facilidad de limpieza, se pueden utilizar de forma repetida y segura para alimentos u otros productos de consumo.

Además, pueden durar 10 veces más que los pallets de madera tradicional (Plastimadera, 2015). Por otro lado, y comparándolos con los pallets de inyección, los pallets de madera plástica pueden ser reparados en partes o piezas, mientras que los pallets inyectados son de una sola pieza y al romperse en cualquier parte, se debe descartar el pallet completo. Como desventaja podemos nombrar su peso, el cual puede llegar a ser el doble que el de los pallets de inyección (Ojeda, M., com. pers.2020).

Tipo Pallet	Promedio (US\$/m2)	Dif. % respecto a madera plástica	Posición
Madera	11.27151727	-70.60	1
Plástico	59.59355828	55.42	3
Madera Plástica	38.344	0	2

Tabla 5: Cuadro comparativo de precios para pallets de madera plástica y sustitutos.

Fuente: Elaboración propia.

- **Calidad de la materia prima:** se admiten un alto porcentaje de impurezas sin que afecte a las propiedades del producto, por lo que la materia prima plástica requerida puede ser en su totalidad reciclada (Ojeda, M., com. pers. 2020).

3.1.4 Mobiliario urbano

- **Participación en el mercado:** según entrevistas con las principales empresas productoras de madera plástica (anexo 1), el mobiliario urbano es el segundo producto más vendido, estando ubicado muy por debajo de los decks. Su aceptación es cada vez más grande debido a sus propiedades ecoamigables y sus numerosas ventajas. En el año 2016, la Municipalidad de Tigre a través de la Federación de Cooperativas de Trabajo de la República Argentina (FECOOTRA) adquirió mobiliario urbano realizado con plástico reciclado para utilizarlos en sus espacios públicos como plazas, jardines y parques (FECOOTRA, 2016).

- **Precio contra el de los sustitutos:** el espectro de productos incluidos en el mobiliario urbano es muy amplio. Para comparar el precio del mobiliario, fue tomado como referencia el banco de plaza o de jardín y se lo comparó de acuerdo con los diferentes

materiales con los que puede ser fabricado, lo cual puede observarse en la tabla 6 (madera, plástico, hormigón y madera plástica). En comparación con el banco de hormigón, el costo del de madera plástica es de aproximadamente un 33% menos. En cambio, es más caro si lo comparamos con los bancos de plástico y con los de madera tradicional. Son un 20% más caros que los de madera tradicional y un 35% más caros que los de plástico.

- **Flexibilidad de la línea:** muy alta flexibilidad debido a la numerosa cantidad de productos que se pueden fabricar con la madera plástica. Las características del proceso de extrusión, confiere la facilidad de que, con un cambio de molde, se pueda cambiar la forma del perfil. Los costos de este tipo de matricería no son elevados, lo que permite la amortización en poco tiempo (Ojeda, M., com. pers.2020).

- **Complejidad del proceso:** la complejidad del proceso de producción del mobiliario urbano es considerada la más alta entre todos los productos analizados, junto con la de los pallets. La maquinaria utilizada no es especializada y no requiere intensidad en mano de obra ni en tecnología, pero tiene como gran desventaja que la producción de mobiliario urbano requiere, al igual que la de pallets, de operarios calificados adicionales para cortar y armar los productos (Ojeda, M., com. pers. 2020).

- **Inversión estimada:** la maquinaria utilizada para la producción de mobiliario urbano es de extrusión y en comparación aquellos que requieren de un proceso de inyección (tejas), su costo es menor. Comparándola con los decks y los pallets la inversión en el equipamiento principal es la misma (todos los productos parten de la extrusión de tablas de madera plástica). La diferencia se encuentra en: el espacio requerido para el ensamblaje de las piezas, el requerimiento de maquinaria adicional para el corte de las piezas y el espacio de almacén. La producción de mobiliario urbano, al igual que los pallets requieren espacio para ensamblaje, maquinaria adicional y el espacio de almacén mayor comparado con los decks. Es por eso que la inversión estimada para la producción de mobiliario urbano de madera plástica es mayor que para la producción de decks, similar a la inversión estimada para la producción de pallets y menor con respecto a las tejas (Ojeda, M., com. pers. 2020).

- **Ventajas del producto:** sus ventajas con respecto a los mobiliarios urbanos de madera común son múltiples y entre ellas se encuentran: resistencia al agua, a la

intemperie, al moho, no se astilla, no se necesita mantenimiento intensivo, tiene gran durabilidad, es un producto ecológico, es impermeable a los contaminantes, es ignífuga y es fácil de limpiar (LifeCycle, 2020).

- **Calidad de la materia prima:** se admite un alto porcentaje de impurezas sin que afecte a las propiedades del producto, por lo que la materia prima plástica requerida puede ser en su totalidad reciclada (Ojeda, M., com. pers. 2020).

Mobiliario	Promedio (US\$/m ²)	Dif. % respecto a madera plástica	Posición
Hormigón	271.63	33.17	4
Madera	161.78	-20.68	2
Plástico	131.86	-35.35	1
Madera Plástica	203.97	0	3

Tabla 6: Cuadro comparativo de precios para mobiliario de madera plástica y sustitutos.

Fuente: Elaboración propia.

Como prioridad principal a la hora de analizar los criterios con relación a las opciones de productos se priorizan aquellos criterios relacionados con el mercado. Se considera que la aceptación del producto por parte del consumidor es fundamental ya que la demanda puede llegar a ser reticente a aceptarlos y sin su aceptación se puede dificultar su introducción en el mercado. La principal razón para que el producto sea aceptado son las numerosas ventajas que los plásticos tienen para ofrecer, por eso se lo considera uno de los factores más importantes a la hora de analizar los diferentes criterios.

Segundo, en el orden de criterios, se ubica el precio del producto contra los sustitutos. Al ser productos innovadores, se considera importante tener precios accesibles para poder competir contra el precio de los productos sustitutos.

En tercer orden de prioridad se presentan ciertos factores relacionados con la producción. Se considera como los más significativos a la flexibilidad de la línea de producción, complejidad del proceso y calidad de la materia prima. Se los ubica debajo de los factores relacionados con el mercado, ya que el mercado limita la producción.

Cómo prioridad final se establece la inversión requerida ya que se la considera de menor importancia que los criterios de mercado y de producción. En caso de que la inversión se la considere un factor prioritario a la hora de definir el proyecto, podría ser un

limitante ya que podrían desecharse proyectos que, aunque tengan una inversión elevada, podrían brindar una rentabilidad superior.

Para el armado de la matriz inicial, se utilizan valores del 1 al 9 en caso de que un criterio tenga más preponderancia que otro, y entre 0 y 1 en el caso contrario de acuerdo a lo indicado en la tabla 7.

- Criterio A: igual importancia que F, importancia moderada con respecto a B, importancia grande con respecto a C, D y G y de importancia muy grande con respecto a E.
- Criterio B: importancia moderada con respecto a C, D y G y de importancia grande con respecto a E.
- Criterio C: igual importancia con respecto a D y G e importancia moderada con respecto a E.
- Criterio D: igual importancia con respecto a C y G e importancia moderada con respecto a E.
- Criterio F: igual importancia que A, importancia moderada con respecto a B, importancia grande con respecto a C, D y G y de importancia muy grande con respecto a E.
- Criterio G: igual importancia con respecto a C y D e importancia moderada con respecto a E.

Por ejemplo: el criterio A comparado con el criterio E es de importancia muy grande, lo que significa que el valor colocado en la matriz donde la fila A se cruza con la columna E, es 7. De manera inversa, el valor colocado en la matriz donde la fila E, se cruza con la columna A, es $1/7$.

VALOR	DEFINICIÓN	COMENTARIOS
1	Igual importancia	El criterio A es igual de importante que el criterio B
3	Importancia moderada	La experiencia y el juicio favorecen ligeramente al criterio A sobre el B
5	Importancia grande	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente el criterio A sobre el B
7	Importancia muy grande	El criterio A es mucho más importante que el B
9	Importancia extrema	La mayor importancia del criterio A sobre el B está fuera de toda duda
2,4,6 y 8	Valores intermedios entre los anteriores, cuando es necesario matizar	

Tabla 7: Escala fundamental de comparación por pares.

Fuente: Saaty, 1980.

La tabla 8 indica la valoración asignada a los criterios comparándolos entre ellos según la teoría del proceso analítico de jerarquías.

	A	B	C	D	E	F	G
Participación en el mercado (A)	1.00	3.00	5.00	5.00	7.00	1.00	5.00
Precio contra los sustitutos (B)	0.33	1.00	3.00	3.00	5.00	0.33	3.00
Flexibilidad de la línea (C)	0.20	0.33	1.00	1.00	3.00	0.20	1.00
Complejidad del proceso (D)	0.20	0.33	1.00	1.00	3.00	0.20	1.00
Inversión estimada (E)	0.14	0.20	0.33	0.33	1.00	0.14	0.33
Ventajas del producto (F)	1.00	3.00	5.00	5.00	7.00	1.00	5.00
Calidad de la MP (G)	0.20	0.33	1.00	1.00	3.00	0.20	1.00

Tabla 8: Matriz inicial del método AHP.

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 9 presenta la matriz inicial normalizada a partir de la cual se calculó el vector promedio para cada criterio que luego será utilizado al final del método para obtener el producto que se comercializará. Los valores de la matriz normalizada se obtienen dividiendo cada valor de la matriz original por la sumatoria de la columna correspondiente.

	A	B	C	D	E	F	G	VP
A	0.325	0.366	0.306	0.306	0.241	0.325	0.306	0.311
B	0.108	0.122	0.184	0.184	0.172	0.108	0.184	0.152

C	0.065	0.041	0.061	0.061	0.103	0.065	0.061	0.065
D	0.065	0.041	0.061	0.061	0.103	0.065	0.061	0.065
E	0.046	0.024	0.020	0.020	0.034	0.046	0.020	0.030
F	0.325	0.366	0.306	0.306	0.241	0.325	0.306	0.311
G	0.065	0.041	0.061	0.061	0.103	0.065	0.061	0.065

Tabla 9: Matriz inicial normalizada.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente fue realizada la multiplicación de la matriz original por el vector promedio, dando como resultado el vector VP*MATRIZ que se muestra posteriormente en la tabla 10.

VP*MATRIZ
2.271
1.100
0.462
0.462
0.215
2.271
0.462
7.243

Tabla 10: Sumatoria de los valores del vector prioridad multiplicado por la matriz original.

Fuente: Elaboración propia.

El valor final obtenido en la tabla 10 (7,243) fue utilizado para calcular la relación de consistencia, la cual, si es menor a 0,1 se puede asegurar que existe consistencia. Para realizar el cálculo, primero se obtuvo el índice de consistencia (CI) a partir de la fórmula siguiente (Saaty, 1980):

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Donde:

- n: N° de criterios.
- λ_{max} : Sumatoria de VP*matriz.

El índice de aleatoriedad (RI) fue obtenido a partir de la tabla 11. Al ser 7 los criterios que se utilizan, se le asigna 1,32.

Tamaño de la matriz	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice aleatorio	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Tabla 11: Índice de aleatoriedad de acuerdo al tamaño de la matriz.

Fuente: Saaty, 1980.

Finalmente se procede a calcular la relación de consistencia (CR) a partir de la siguiente fórmula.

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

El valor que se obtuvo del CI es 0,041. Siendo el valor de RI, 1,41, se obtiene el CR el cual vale 0,031.

Al ser $CR < 0,1$ se puede asegurar consistencia.

Posteriormente fueron confeccionadas las matrices de comparación entre las 4 opciones de productos y todos los criterios seleccionados, quedando 7 tablas adicionales. De la misma manera que con la matriz original, se analiza la consistencia de todas las tablas para asegurar fiabilidad en los resultados. En el anexo 1 se adjuntan las tablas originales y junto con cada una, su correspondiente tabla normalizada.

Finalmente se arma la última matriz a partir de los vectores promedio correspondientes a las matrices A, B, C, D, E, F, G y H que se encuentran en el anexo 1 y se obtuvo el resultado de cuál es el producto que se va a comercializar. La tabla 12 nos indica que el producto a comercializar debería ser el deck de madera plástica con una prioridad del 36,8 % seguido por el mobiliario urbano, luego las tejas y por último los pallets.

Matriz Final	A	B	C	D	E	F	G	Priorización
Deck	0.558	0.057	0.3	0.555	0.519	0.300	0.313	0.3683
Pallet	0.057	0.122	0.3	0.097	0.201	0.100	0.313	0.1206
Tejas	0.122	0.558	0.1	0.252	0.079	0.300	0.063	0.2428
Mobiliario urbano	0.263	0.263	0.3	0.097	0.201	0.300	0.313	0.2684
Ponderación	0.311	0.152	0.065	0.065	0.030	0.311	0.065	1.0000

Tabla 12: Matriz final que indica el producto a comercializar.

Fuente: Elaboración propia.

3.2 ESTUDIO DE MERCADO

3.2.1 Descripción del producto a comercializar

El producto que se buscará comercializar, de acuerdo con el resultado obtenido en el Proceso Analítico de Jerarquías serán tablas de deck cuyas dimensiones serán de 2,2 m de largo x 0,134 m de ancho x 0,022 m de espesor, ya que son las medidas más utilizadas. Se ha optado porque su fabricación sea en WPC debido a que de todas las posibles opciones es aquella que presenta mayores similitudes con la madera tradicional. Además de elegir los materiales que van a componer el producto a comercializar, había que decidir si las tablas de deck van a ser macizas o huecas. Mientras mayor sea la superficie de contacto que tenga la tabla con el ambiente (sobre todo en exteriores), mayores serán las posibilidades de que absorban agua y se agrieten (aunque en menores proporciones que la madera tradicional). Es por eso, que se opta por producir tablas macizas ya que estas presentan una menor superficie de contacto con el medio ambiente en comparación con las tablas huecas (Mixawood, 2020).

La composición de los decks va a ser en un 65% de madera, en un 30% de plástico y el restante 5% de aditivos, los cuales son los porcentajes más recomendados por los especialistas. La densidad promedio del WPC es de aproximadamente 1200 kg/m³ (EquiPymes S.H., 2014).

El volumen obtenido a partir de las dimensiones de las tablas es de 0,0064856 m³/tabla y multiplicándose por la densidad se puede obtener el peso de cada tabla, el cual es de 7,78 kg. Finalmente, para poder obtener el peso de WPC por metro cuadrado, se divide el peso de un tablón (7,78 kg) por el área correspondiente (0,2948 m²), obteniendo un peso por área de aproximadamente 26,4 kg/m².

3.2.2 Descripción del mercado

3.2.2.1 Mercado mundial de madera plástica

Según un reporte de la empresa IndustryARC (2019) "Plastic Lumber Market - Industry Analysis, Market Size, Share, Trends, Application Analysis, Growth And Forecast 2020-2025", encargada de proveer informes de investigación de mercado y brindar servicios de consultoría, se pronostica que el mercado de la madera plástica alcanzará los \$ 8.24 mil millones para 2025, después de crecer a una tasa compuesta anual de 6.90% durante 2020-2025. En el mismo informe, se indica que uno de los principales factores que impulsan el mercado mundial de la madera plástica es que ésta se percibe como un sustituto ecológico de las maderas duras de los bosques y una alternativa no tóxica a la madera

tratada a presión, que contiene productos químicos como el cobre. Por otro lado, y haciendo referencia a las nuevas técnicas de fabricación, el reporte afirma que mejoran la resistencia al desvanecimiento del color y ayudan a dar a la madera plástica un parecido más cercano a las maderas naturales, particularmente a las maderas duras y costosas como el ipe, la secoya y el lapacho.

En cuanto a la participación de los plásticos reciclados en el mercado de la madera plástica, el informe señala que tuvo su mayor participación en el año 2019. Los plásticos utilizados en la madera plástica son principalmente PEAD (cerca del 80% del total consumido), PVC (entre el 10 y el 13%) y PP (cerca del 8%) (Tecnología del Plástico, 2009).

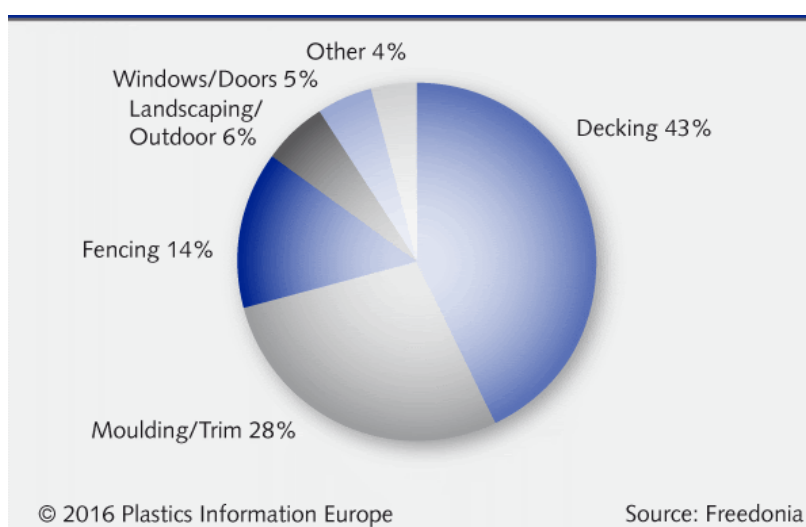


Figura 5: Demanda de productos plásticos en USA en 2015.
Fuente: Freedonia, 2016.

Uno de los países con mayor crecimiento en el mercado de la madera plástica es Estados Unidos y como se indica en la figura 5, según el informe de PlastEurope (2016), en 2015 los decks representaron el 43% de la demanda de madera de plástico y WPC en dicho país, mientras que el segundo mayor sector de uso final fueron molduras y perfiles, los cuales según el informe representan el 28%. Se pronostica que la demanda de WPC y madera plástica en aplicaciones de decks aumentará en un promedio de 7.1% por año a USD 2.57 billones en 2020, mientras que la demanda en aplicaciones de molduras crecerá 6.4% por año a USD 1.61 billones.

Por otro lado, de acuerdo con el artículo de Kelly Quintero C. (2015) en Tecnología del Plástico, en la Unión Europea la producción total de WPC durante el año 2012 fue de 260.000 toneladas, estando 174.000 de éstas dirigidas al entablado exterior o decking, representando un 67% de la producción total, siguiéndolo la aplicación automotriz, la de revestimientos y cercas, la de mobiliario y la de bienes de consumo. En el caso de estas últimas dos, con 2.500 toneladas cada una.

3.2.2.2 Mercado argentino de madera plástica

El mercado argentino de madera plástica es relativamente nuevo. El producto principal son los decks, acaparando aproximadamente el 90% del mercado de la madera plástica y cuyo consumo comenzó a crecer con la sustitución de los decks tradicionales por los de pvc y posteriormente los decks de pvc comenzaron a ser sustituidos por los de madera plástica, principalmente WPC (Patagonia, com. pers.2020). En comparación con los plásticos sintéticos (pvc), los compuestos de WPC se destacan por tener menores precios, una expansión térmica significativamente menor, una mejor sensación al tacto y un aspecto más natural (Tecnología del Plástico, 2012).

En la actualidad la mayoría de los decks de WPC son importados de China y Alemania. En cuanto a la producción nacional, esta se encuentra concentrada entre las dos empresas más grandes que son Mixawood y Ewar. Se destaca que Mixawood, debido a la gran demanda existente que no podían llegar a cubrir, realizó una gran inversión con la cual pasaron de producir 1700 m²/mes a 8000 m²/mes tanto para consumo nacional como para exportación (Mixawood, com. pers.2020).

3.2.3 Demanda

Según lo planificado, la estimación de la demanda de decks de madera plástica en Argentina, iba a ser realizada a partir del modelo de pronósticos de series de tiempo. Ante la imposibilidad de contar con información suficiente en cuanto a las ventas de decks de madera plástica en los años previos al proyecto, que permitiese la aplicación del método recién mencionado, es que se opta por realizar un cambio en la herramienta utilizada para la estimación de la demanda. Se buscó, tal como sugiere el método Delphi, poder contar con las opiniones más representativas de aquellos considerados expertos en cuanto a la venta de decks de madera plástica en Argentina. Es por ello, que se realizaron encuestas (anexo 2) a las principales empresas vendedoras de decks de madera plástica de Argentina con el objetivo de poder relevar, de manera fiable, la demanda de decks de madera plástica en Argentina. Se considera, que a pesar de la situación socioeconómica que presenta Argentina, la cual se encuentra en constante cambio, que las encuestas realizadas a

empresas con experiencia en el rubro de decks, arrojaron resultados confiables y que, si bien se trataría de datos aproximados, se puede trabajar a partir de ellos.

Se realizaron las siguientes fases del método Delphi:

- Fase 1 de definición: el objetivo de la consulta es determinar la demanda de decks de madera plástica en Argentina.
- Fase 2 de conformación del grupo de informantes: los expertos se definieron teniendo en cuenta su experiencia y cuota del mercado que cubren. Los elegidos fueron Mixawood, Ecodeck, Econciencia y Ewar.
- Fase 3 de ejecución de las rondas de consulta (Anexo 2): se elaboró un cuestionario inicial (primera iteración) y en función de las respuestas obtenidas, se realizó un segundo cuestionario (segunda iteración). A partir de las respuestas obtenidas en la segunda iteración, se elaboró una tercera iteración para luego a partir de la cuarta iteración, la cual se realizó en base a la tercera, determinar si los resultados obtenidos son correctos, según el grupo de expertos interrogados.
- Fase 4 de resultados: a partir de los resultados obtenidos en la fase 3, se pudo determinar, según los expertos, que la demanda aproximada de decks de madera plástica de Argentina para el año 2019 fue estimada en aproximadamente 159.000 m², la cual podría ser mayor, ya que se estimó de forma conservadora y solo fueron considerados los vendedores más importantes de Argentina. Dicha demanda está cubierta por los principales productores y vendedores de decks del país, entre los que se destacan Mixawood con 60.000 m²/año, Ewar con aproximadamente 28.800 m²/año y Econciencia con 10.000 m². Aparte de la producción nacional existen aproximadamente 15 empresas que importan principalmente decks de China entre los que se encuentra Ecodeck y suman un total de 60.000 m²/año (Ecodeck, com. pers.2020).

Es importante destacar que del total de m² de decks de madera plástica que el mercado adquirió en 2019, aproximadamente 39.000 m² son considerados de una calidad moderada a baja y 120.000 m² son de una calidad superior tal como puede observarse en la tabla 13. Las diferentes calidades de decks están dadas por: los materiales utilizados para la fabricación, aspecto del producto final (mientras más parecido a la madera tradicional el producto se percibe como de mayor calidad), propiedades físicas y tipo de acabado superficial.

La madera 100% plástica tiene el inconveniente de que, al no separarse los diferentes tipos de plásticos en el proceso de reciclaje, se generan problemas de dilatación y contracción ante los cambios de temperatura. Son ecológicos, ya que tratan de reutilizar material desechado, pero su aspecto a madera y acabado son poco estéticos y sufren importantes variaciones dimensionales. Por su parte, los decks fabricados a partir de pvc 100% virgen, además de no ser precisamente un producto ecológico ni sustentable, presentan un aspecto que difiere bastante del de la madera tradicional. Finalmente están los decks de WPC donde se distinguen dos tipos: los fabricados a partir de cáscaras de arroz y los fabricados a partir de aserrín, siendo una gran diferencia, que los primeros tienen un aspecto que difiere bastante del de la madera tradicional y que los fabricados con aserrín son mucho más parecidos a los decks de madera tradicional. El comportamiento frente a la humedad, agua y demás factores ambientales va a estar dado en gran medida gracias a la cobertura exterior que presente la tabla, siendo la cobertura de 360° también conocida como de 4ta generación, la más eficiente (Mixawood, 2020).

Por otro lado, los únicos datos que se pudieron obtener acerca de la cantidad de decks de madera tradicional que se producen en Argentina son pertenecientes al informe nacional de aserraderos (2015). En dicho censo, solo se menciona el volumen de decks que se producen en las provincias de Corrientes y Entre Ríos (2 de las principales provincias más importante para la industria maderera) y es por eso, que para poder estimar los metros cuadrados de decks de madera tradicional, se recurrió a los estudios particulares de cada una de las dos provincias. Los resultados mostrados por el Informe Censo Nacional de Aserraderos Informe del Relevamiento Censal en la provincia de Corrientes del Ministerio de Agroindustria (2015), indican que en dicha provincia se produjeron aproximadamente 7.296 m³ de decks en ese año. Por otro lado, el Informe del Relevamiento Censal en la Provincia de Entre Ríos - Región Mesopotámica también realizado por el Ministerio De Agroindustria (2015) determinó que, en ese año, aproximadamente se produjeron 4.155 m³ de decks. Si sumamos las cantidades de las dos provincias obtenemos 11.451 m³ de decks de madera tradicional.

Finalmente, si dividimos la cantidad de metros cúbicos por el espesor promedio de las tablas de decks (2,2 cm) podemos obtener la cantidad aproximada de metros cuadrados de deck de madera tradicional producidos en Argentina, los cuales son al menos 520.500 m²/año. Vale aclarar que dicha estimación sobre la producción de decks de madera tradicional en Argentina se realizó desde un punto de vista conservador al solo poder contar con datos de dos provincias.

En la tabla 13 se presenta el total de decks tanto de madera plástica como tradicional que aproximadamente y desde un punto de vista conservador se vendieron en Argentina en el año 2019

Productores	Demanda (m2/año)	Tipo de deck	Calidad (Moderada o Alta)	US\$/m2
Econciencia	10000	100% plástico	Moderada	54.69
Ewar	28800	Arroz	Moderada	57.81
Importados	60000	WPC 1° gen	Alta	67.97
Mixawood	60000	WPC 4° gen	Alta	67.97
Total madera plastica	158800			
Total madera tradicional	520500			
Total	679300			

Tabla 13: Total de decks de madera plástica y tradicional que se venden en Argentina.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.4 Oferta.

Se describen los competidores existentes o potenciales que comercializan sus productos dentro del país.

Empresas productoras de decks de madera plástica:

- **Mixawood:** Indelplast es una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de productos plásticos fundada en Cañada de Gómez, Provincia de Santa Fe. Sus tablas se componen de 65% de madera, 30% de plástico y 5% de aditivos. En el año 2016 comenzó la fabricación de Decks de Madera Plástica de 4° Generación, siendo la única fábrica en Latinoamérica en fabricar decks de WPC con cobertura de 360° (Mixawood, 2020).

Debido a la gran demanda existente, la cual no pueden llegar a cubrir, realizaron una gran inversión con la cual pasaron de producir 1700 m2/mes a tener una capacidad 8000 m2/mes. Actualmente trabajan al 60% de la capacidad productiva, aproximadamente 60.000 m2/año.

- **Ewar Madera tecnológica:** empresa cuya producción se sitúa en la ciudad de La Plata, provincia de Buenos Aires y se encarga de la fabricación y venta de decks de WPC para toda la República Argentina. Tienen distintos distribuidores en el país, como DISSER que es distribuidor en Santa Fe y Paraná. Actualmente producen 60 toneladas de madera plástica por mes, con potencial de llegar a 100 toneladas. Vale aclarar que sus

tablas a diferencia de las de WPC son fabricadas utilizando cáscara de arroz en lugar de aserrín y plásticos desechados por otras industrias, como bolsones de construcción y cobertores de invernáculos (Edwar, com. pers.2020).

- **Econciencia:** empresa que se encuentra en Bernal, Provincia de Buenos Aires y fue creada en el año 2010. A partir del año 2018, Econciencia Argentina se dedica a la fabricación de madera utilizando plástico 100% recuperado (utilizan una mezcla de PEAD, PEBD y polipropileno) como bolsas de supermercado, paquetes de fideos o paquetes de papas fritas. Producen decks, mobiliario urbano, composteras, y hasta viviendas. Su producción anual es de aproximadamente 10.000 m² (Econciencia, com. pers.2020).

Empresas vendedoras de decks de madera plástica y tradicional:

- **Ecodeck:** empresa ubicada en Belgrano, Capital Federal, dedicada a la venta, distribución y colocación de decks de alta calidad para toda la República Argentina y países limítrofes desde hace 30 años. Se encargan de la venta e instalación de más de 8000 m² de decks por año, siendo la mitad de WPC. El material utilizado para la producción de los decks es WPC para la madera plástica y pino, lapacho, guayubira, eucalipto colorado para los decks de madera tradicional (Ecodeck, com. pers.2020).

- **Maderera Juan B. Justo:** Maderera Juan B. Justo es una empresa familiar fundada en el año 1981, ubicada en la ciudad de Mar del Plata y dedicada a la producción de techos, pisos, molduras, cubiertas, decks y escaleras. En cuanto a los decks, se encargan de vender tanto los decks clásicos de madera como también de WPC (Maderera Juan B. Justo, com. pers.2020).

- **Patagonia:** La empresa posee su planta en Mataderos, provincia de Buenos Aires donde un equipo de 60 personas se encarga de procesar 18.000 m² de pisos al año, incluidos decks y poseen 60 sucursales en todo el país, incluida Mar del Plata. Exportan a 17 países, entre ellos los Estados Unidos, España e Italia, además de mercados no tradicionales del resto de los continentes, como Australia, Sudáfrica, Marruecos, Grecia y el Caribe. La gran mayoría de sus ventas son de maderas duras. El lapacho, el palo santo y al nogal los obtienen en Argentina y en cuanto al roble lo traen desde Estados Unidos o de Europa. También cuentan con decks de WPC que importan desde Estados Unidos (Iprofesional, 2005).

- **Tulli hnos.:** aserradero marplatense con más de 70 años de trayectoria. Comercializa maderas nacionales e importadas para techos, decks, revestimientos, fenólicos y maderas para obra. Por ser uno de los aserraderos más importante de la ciudad y contar con precios muy competitivos posee la mayor venta de decks de madera tradicional, siendo el eucalipto el 80% de sus ventas y el 20% restante de maderas duras (Tulli hnos, com. pers.2020).

- **San Francisco:** empresa ubicada en la ciudad de Mar del Plata que cuenta con una variada cartera de productos. En lo que respecta a decks, comercializa tanto decks de Grandis (eucalipto) como de WPC, siendo sus ventas 70% y 30% respectivamente. El WPC es importado de una empresa alemana con la que tienen un contrato de exclusividad en la ciudad (San Francisco, com. pers.2020).

3.2.5 Precio

En el anexo N°2 se encuentran las tablas correspondientes a los precios de los decks de los principales competidores, a partir de los cuales fue determinado el precio de venta del producto.

Para el primer año del proyecto se opta poner un precio de venta bajo (teniendo en cuenta los precios de aquellos competidores que ofrezcan productos de WPC) que junto con una fuerte campaña de marketing van a posibilitar tener un producto competitivo en el mercado. El precio de venta elegido para el primer año es de un 10% menos que el de Econciencia, siendo esta empresa la que tiene el menor precio del mercado para decks de madera plástica. A medida que el producto vaya posicionando su marca, mejore su calidad y logre penetrar en el mercado, se va a poder subir el precio de venta. Es por dichas razones que el precio del producto va a ir aumentando progresivamente hasta llegar al cuarto año del proyecto como lo indica la tabla 14 para luego mantenerse en un precio un 10% menor que el precio de los decks de WPC importados.

Año	Precio de venta (u\$d/m ²)
2022	49.22
2023	54.14
2024	59.55
2025	61.17
2026	61.17
2027	61.17
2028	61.17

2029	61.17
2030	61.17
2031	61.17

Tabla 14: Precio del m2 de WPC para hacer decks.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.6 FODA

El siguiente análisis se realiza para diagnosticar la situación estratégica en que se propone el proyecto con el objetivo de desarrollarlo con éxito. Se determinan las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de los decks de madera plástica.

Fortalezas

- Numerosas ventajas del producto con respecto a los decks de madera tradicional como: mayor resistencia al agua, a la intemperie y al moho, no se astilla, no necesita mantenimiento intensivo, tiene gran durabilidad y es impermeable a los contaminantes.
- Flexibilidad de la línea de producción.
- Proceso poco complejo ya que la maquinaria utilizada no es especializada y no requiere intensidad en mano de obra ni en tecnología.
- Menor precio de venta que los decks de madera dura.

Debilidades

- Falta de posicionamiento de la marca.
- Inexistencia comercial de la empresa.
- Costos de curva de aprendizaje.

Oportunidades

- Pocos competidores directos a nivel local y pocos fabricantes a nivel nacional.
- Tendencia al crecimiento en el uso de productos eco-sostenibles.

- Obtener beneficios impositivos al realizar tareas eco-sostenibles.
- Propuesta eco-amigable.
- Ubicación geográfica. No existen productores de decks de madera plástica en la zona.

Amenazas

- Gran oferta de productos sustitutos.
- Dificultades en la obtención de materia prima en General Pueyrredón que podrían afectar la producción.
- Precio de la materia prima correlacionada con el precio del petróleo y del dólar.
- Posibles aumentos en el dólar que dificulte la importación de maquinaria e insumos.
- Pocos proveedores de PEAD en General Pueyrredón.

Gracias al aporte de los materiales plásticos reciclados a la preservación del medio ambiente, se cree factible la obtención de beneficios impositivos para aquellas empresas productoras de materiales sostenibles.

Al estar ingresando a un mercado relativamente nuevo y en expansión, aparece la oportunidad, a través de esfuerzos de marketing, de desarrollar un nicho de mercado poco explotado.

Debido a la tendencia en el uso de productos eco-sostenibles, los cuales sustituyen cada vez en mayor medida a los productos tradicionales, se cree factible poder hacerse con parte del mercado de los decks de madera tradicional.

Ante la amenaza de no poder conseguir la materia prima en tiempo y forma en el partido de General Pueyrredón, se deberá tener en consideración a recicladores y acopiadores de otros partidos aledaños para que la producción no se vea afectada en ningún momento.

3.2.7 Fuerzas de Porter

- Poder negociador de los clientes: de acuerdo con las características de los clientes, los cuales son tanto particulares como corralones y madereras además de los fabricantes de piscinas de cemento y fibra de vidrio el poder de negociación varía. En una escala de bajo-moderada-elevada, el poder de negociación de los clientes particulares es bajo ya que compran en bajos volúmenes y no se encuentran organizados de tal manera, que su acción conjunta pueda afectar al precio de venta. Contrariamente, el poder negociador de los grandes clientes es moderado debido a que compran en grandes volúmenes. Por otro lado, y al comprar en grandes cantidades, las grandes empresas que pueden llegar a requerir contratos de exclusividad tendrían un elevado poder de negociación.

- Poder negociador de los proveedores: si la adquisición de la materia prima (PEAD) se realiza a nivel provincial o nacional, el poder negociador de los proveedores es bajo debido a la gran oferta existente. Pero si esa misma materia prima se intenta adquirir solamente en el mercado municipal, el poder negociador es más elevado en comparación con el mercado nacional y provincial, ya que existe una cantidad menor de oferentes.

- Amenaza de productos sustitutos: los principales productos sustitutos son los decks de madera tradicional, las cuales se dividen en maderas duras y semiduras. En el caso de las maderas semiduras, la vida promedio es de 5 años, la cual es mucho menor que en las maderas duras y en la madera plástica, pero su gran diferencia con estas últimas es su precio de venta, el cual es significativamente menor y es sin dudas una prioridad importante que establecen los clientes a la hora de adquirir estos productos. Por su parte, el precio de las maderas duras como el lapacho es similar o incluso mayor que el de la madera plástica. La gran ventaja de la madera plástica frente a las otras es que no necesita mantenimiento y tiene mayor vida útil. Se concluye que el principal producto que amenaza a la madera plástica es la madera tradicional semidura, la cual se lleva aproximadamente el 70% del mercado (Tully Hnos., com pers 2020).

- Amenaza de nuevos competidores: Al ser un producto que se encuentra en constante crecimiento en nuestro país, las principales amenazas de nuevos competidores recaen en la implementación de canales de distribución de las grandes empresas del interior del país y en la instalación de nuevas fábricas en la zona. Por otro lado, existen ciertas barreras de entrada para poder comercializar la madera plástica. Las principales barreras son: el poco conocimiento de los beneficios del producto, un mercado

acostumbrado a la utilización de productos sustitutos como la madera semidura y una elevada inversión inicial en maquinaria. Como contrapunto, al contar con un proceso poco complejo es accesible ingresar en este mercado, pero para poder alcanzar las calidades y propiedades requeridas, se requiere un tiempo prolongado e inversión en Investigación y Desarrollo.

- Rivalidad en la industria: esta fuerza es analizada a partir de los resultados obtenidos en la matriz de perfil competitivo (tabla 15). Fueron seleccionados, para su construcción 5 factores críticos del éxito (calidad del producto, participación de mercado, precio de venta, nivel tecnológico y experiencia) a los cuales se le otorgó un peso relativo acorde a su importancia. La comparación fue realizada con las 3 principales empresas productoras de decks de madera plástica de Argentina a las cuales se les asignó una calificación individual para cada uno de los factores seleccionados.

En cuanto a la calidad del producto se considera a Mixawood como una empresa que proporciona un producto de alta calidad por lo cual se le otorga la calificación máxima posible de 4 puntos. Tanto Ewar como Econciencia comercian productos de calidad inferior a los de Mixawood. En cuanto al proyecto propio, si bien tiene el objetivo de brindar un producto superior en calidad a los de Ewar y Econciencia, es posible, que en el principio del proyecto, la calidad sea inferior por lo que se le otorga la menor calificación (1).

El factor participación en el mercado está dado principalmente por las ventas anuales de cada una de las empresas lo cual puede observarse en la tabla 13 del apartado 3.2.3 de Demanda. Mientras más ventas anuales, mayor es la calificación otorgada.

En cuanto al precio de venta, mientras menor sea, mayor es la calificación asignada en la matriz. El proyecto propio tiene el menor precio de venta, seguido por Ewar y Econciencia y luego por Mixawood. Dichos precios pueden observarse en el anexo 3.

Haciendo referencia al nivel tecnológico, Econciencia es la empresa considerada con el nivel más bajo seguido el del proyecto propio y luego por el de Ewar, que utiliza tecnología desarrollada por Deutschsul Ecowood Industrial Ltda. do Brasil, la cual logró después de años de investigación (Diario Río Negro, 2008). El nivel tecnológico más destacado es el de Mixawood, quienes en sintonía con la sobredemanda del presente año adquirieron tecnología de primer nivel para encarar un proceso de exportación a tres nuevos países que le llevará a duplicar su capacidad productiva (Punto biz, 2020).

Finalmente, la calificación asignada a cada una de las empresas de acuerdo con el factor experiencia está dada por la cantidad de años que cada una de ellas tiene en el

mercado de decks de madera plástica. Se le asigna 1 punto para empresas sin años de experiencia, 2 puntos para empresas con entre 1 y 5 años, 3 puntos para aquellas con entre 5 y 10 años y 4 puntos para aquellas empresas que lleven más de 10 años en el mercado.

Factores críticos del éxito	Peso	Proyecto propio		Mixawood		Ewar		Econciencia	
		Calificación	Peso ponderado	Calificación	Peso ponderado	Calificación	Peso ponderado	Calificación	Peso ponderado
Calidad del producto	0.25	1	0.25	4	1	2	0.5	2	0.5
Participación de mercado	0.3	1	0.3	4	1.2	3	0.9	2	0.6
Precio de venta	0.25	4	1	2	0.5	3	0.75	3	0.75
Nivel tecnológico	0.15	3	0.45	4	0.6	3	0.45	2	0.3
Experiencia	0.05	1	0.05	2	0.1	4	0.2	4	0.2
Total	1		2.05		3.4		2.8		2.35

Tabla 15: Matriz de perfil competitivo.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 6: Perfil competitivo.

Fuente: Elaboración propia.

Se concluye que Mixawood, al tener el puntaje más alto, como puede observarse en la figura 6, que en términos competitivos es la empresa más fuerte, seguida por Ewar y después por Econciencia.

Para que el perfil competitivo del proyecto crezca, va a ser muy importante poder mantener con alta calificación aquellos factores considerados fuertes e ir aumentando la calificación de aquellos factores críticos que recibieron un puntaje bajo. Se cree posible que este se incremente, ya que se prevé, con el correr del tiempo, que dos factores críticos del éxito como lo son la participación en el mercado y la experiencia vayan aumentando. A esto se puede sumar que con el correr de los años y gracias a las tareas de Investigación y Desarrollo, se vayan perfeccionando los métodos de producción y el producto aumente su calidad.

3.3 INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN

3.3.1 Capacidad de planta

Existen ciertos procesos o técnicas de producción que conllevan tecnologías y equipos que exigen una escala mínima de aplicación, ya que por debajo de ella los costos serían demasiado altos. Para el caso de la línea de extrusión de WPC, la producción mínima es de 150 kg/h y las líneas que le siguen tienen producción a partir de 250 kg/h. Si bien la diferencia en cuanto a la producción por hora de ambas líneas es muy significativa, lo que no es significativa, es la diferencia en cuanto al precio y es por eso, que se opta por la línea de mayor capacidad. En este caso, la producción de la línea seleccionada oscila entre 280 y 350 kg/h y la marca elegida, debido a la relación precio/calidad es Acemtech modelo YF800. Por motivos de estirar la vida útil del equipo, se decide utilizar la mínima capacidad de producción (280 kg/h) garantizada por el proveedor y se le aplica además un factor de rendimiento de la planta de 90% (margen de seguridad), es decir 252 kg/h. Se plantea trabajar dos turnos de 8 horas por día, durante 25 días por mes y 12 meses por año, lo que nos da un total de 4800 horas/año. A partir del producto de 252 kg/h *4800 horas/año, se obtiene la capacidad de la planta de WPC trabajando al 100%, la cual es de 1.209.600 kg/año que se traduce en 45.818 m²/año, siendo 26,4 kg el peso de 1 metro cuadrado de decks.

Por otro lado, y como se puede observar en el apartado de demanda 3.2.3, la demanda de decks para el año 2019 fue la siguiente: 38.800 m² de decks de moderada calidad de WPC, 120.000 m² de decks de alta calidad de WPC y 520.500 m² de decks de madera tradicional y la suma total es de 697.300 m². Por lo tanto, como máximo, y trabajando a un 100% de la capacidad de planta, se podría acaparar un 6,57% del mercado total de decks calculado en el apartado de demanda.

Como se mencionó anteriormente en el apartado de demanda, se puede dividir el mercado de decks en 3 mercados distintos. En el caso de los decks de moderada y baja calidad se cree factible competir al haber pocos oferentes y además porque el proyecto busca presentar un producto de calidad superior a un precio similar. Comparando con los decks de calidad superior, se cree posible poder ingresar también en ese mercado debido a que el precio de venta de los decks del proyecto es menor. Por último, nos encontramos con los decks de madera tradicional, los cuales poseen la mayor cantidad de oferentes en el país en comparación a los decks de WPC tanto de moderada como de alta calidad. Si bien tienen un precio menor, existe una tendencia en el mercado de dejar de utilizar productos tradicionales y empezar a usar aquellos que son más “amigables” con el medio ambiente. Es por dicha razón, que se cree factible también poder ingresar en ese mercado.

Vale aclarar que, según los expertos consultados para la estimación de la demanda a partir del método Delphi, el mercado de los decks de madera plástica se encuentra en crecimiento. Considerando este aspecto, además de lo expuesto en el párrafo anterior y a la forma conservadora de estimar la demanda, es que se cree factible poder ingresar gradualmente al mercado cubriendo la cuota de la demanda, que según la capacidad de planta se podría acaparar.

Al ser una empresa nueva que busca ingresar en el mercado y posicionar su marca, es que con esfuerzos de marketing buscará aumentar año a año la demanda a satisfacer. Es por eso, que se plantea, para el primer año, trabajar al 40% de la capacidad de planta e ir aumentándola en un 10% anual durante el segundo, tercer, cuarto, quinto y sexto año llegando a un 90% en este último año y manteniéndolo en ese porcentaje de utilización de la planta hasta el final de la vida útil del proyecto.

En la tabla 16 se puede observar la cantidad de m² proyectados en cada año del proyecto, junto con la capacidad de planta, siendo 45.818 m² el 100% y con el porcentaje del mercado total de decks que se cubriría, teniendo como referencia el año 2019 (697.300 m²) para todos los años de vida útil del proyecto.

Año del proyecto	m2/año	Cap. planta (%)	% del mercado
2022	18,327.20	40	2.70
2023	22,909.00	50	3.37
2024	27,490.80	60	4.05
2025	32,072.60	70	4.72
2026	36,654.40	80	5.40
2027	41,236.20	90	6.07

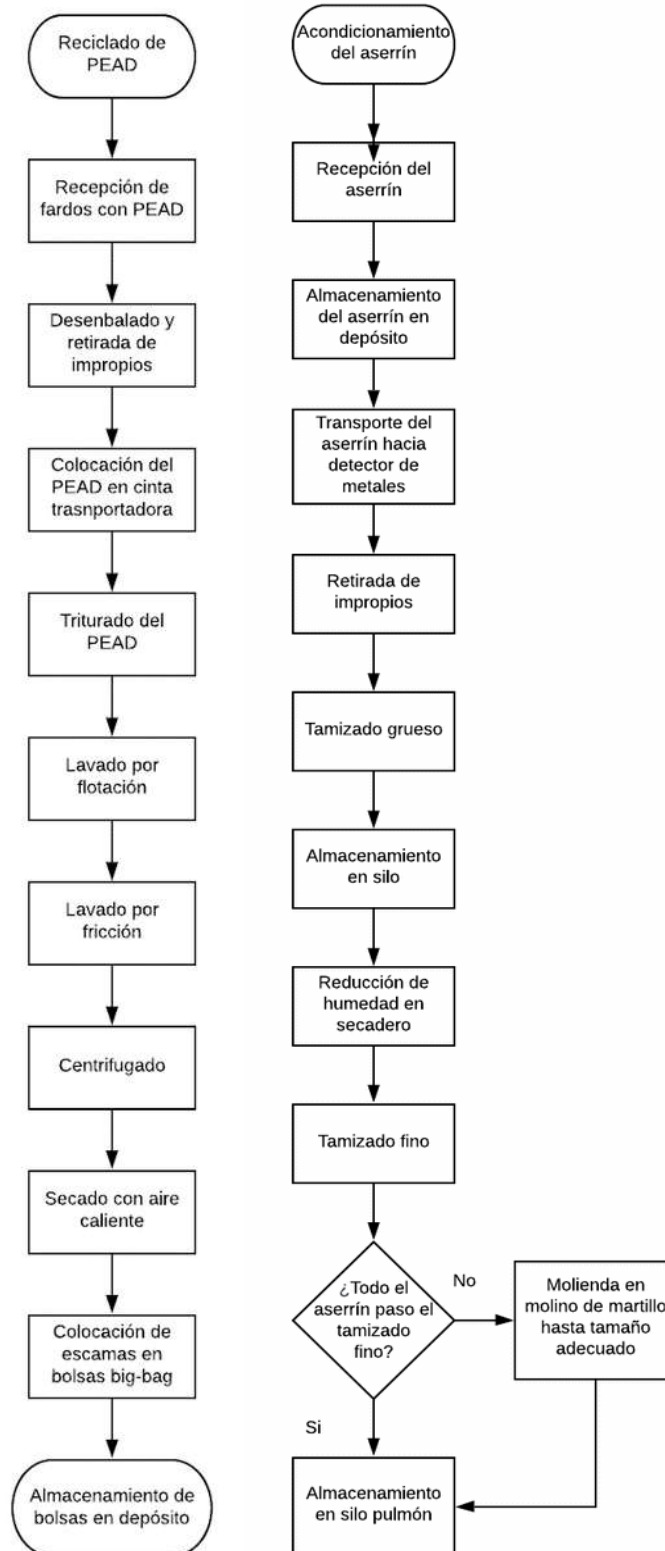
2028	41,236.20	90	6.07
2029	41,236.20	90	6.07
2030	41,236.20	90	6.07
2031	41,236.20	90	6.07

Tabla 16: Capacidad de la planta de WPC.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.2 Diagrama de flujo

En las figuras 7, 8 y 9 pueden observarse los diagramas de flujo para los procesos de acondicionamiento tanto del PEAD como del aserrín y el de producción de decks de WPC respectivamente.



Figuras 7 y 8: Diagramas de flujo de acondicionamiento del del PEAD y del aserrín.

Fuente: Elaboración propia.

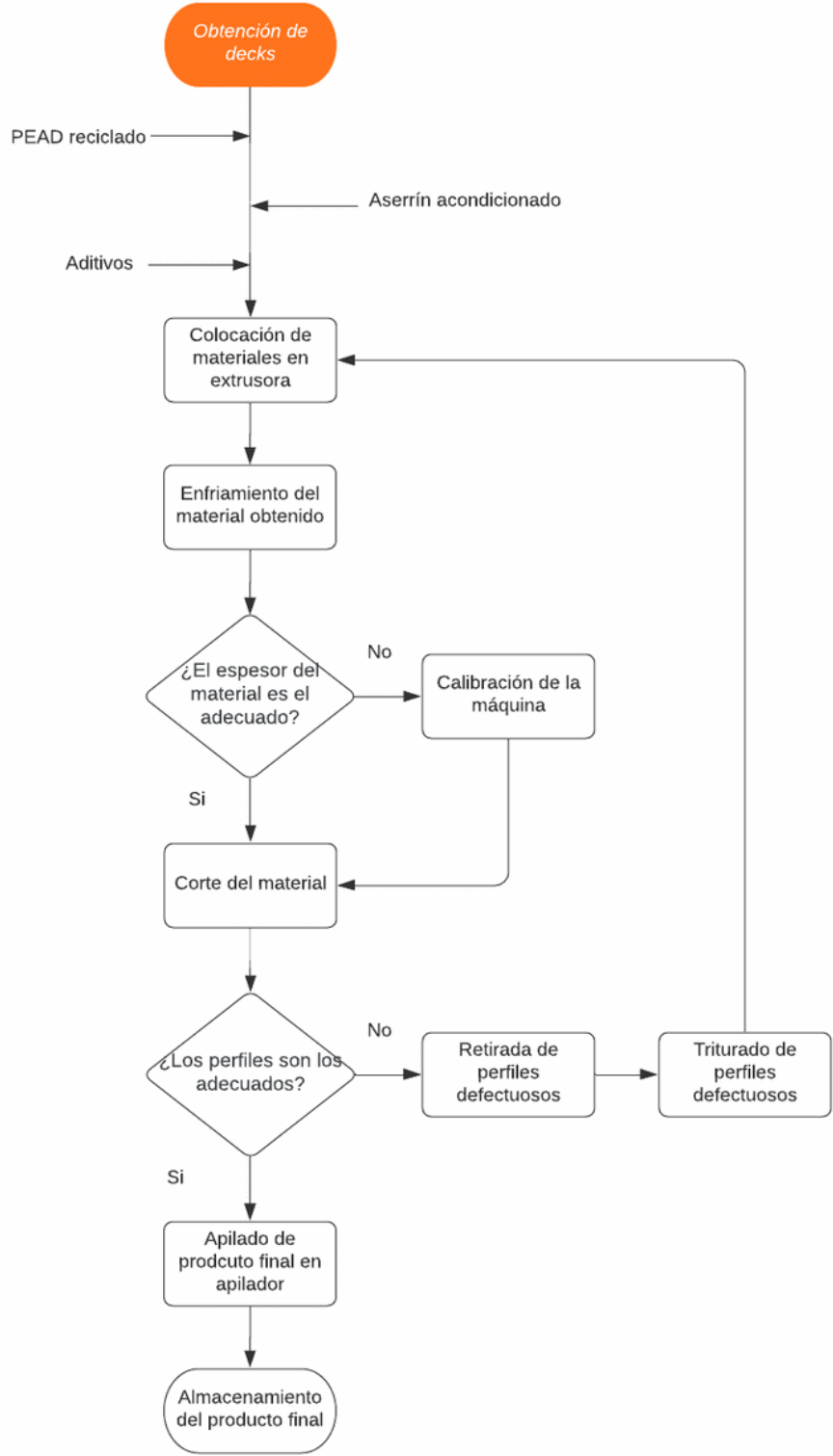


Figura 9: Diagrama de flujo para la elaboración del producto final.
Fuente: Elaboración propia.

3.3.3 Descripción técnica del proceso

Reciclaje de PEAD

Como se puede observar en el diagrama de flujo representado en la figura 7, el reciclado del PEAD comienza con la llegada de los fardos clasificados de botellas y embalajes plásticos. Una vez en la fábrica los fardos son abiertos manualmente, se retiran materiales impropios y su contenido es colocado con el mismo método en el transportador de banda (figura 10).



Figura 10: Transportador de banda.

Fuente: KITECH, 2020.

El transportador de banda es un dispositivo de alimentación estándar para película plástica, rafia, filamento, bolsa tejida, tela no tejida, etc. Se instala también un detector de metales en el transportador, detectando y separando el metal para proteger la trituradora de manera eficaz (KITECH, 2020).



*Figura 11: Triturador AGF.
Fuente: KITECH, 2020.*

Una vez que el material fue colocado en el transportador y fueron detectados y separados los metales, ingresa a la máquina trituradora y comienza al proceso de triturado.

Dicho proceso se realiza en el granulador/triturador de la serie AGF, el cual se muestra en la figura 11 y que puede procesar películas, bolsas, botellas, contenedores y otras formas de plásticos de paredes delgadas huecas y que además se encuentra equipado con un rotor de 500-800mm de diámetro, 700-2000 mm de ancho con un rango de capacidad de 100-5500 kg/h. La máquina tiene una cámara de corte de dos piezas con bisagras centrales con una construcción robusta de acero soldado, con las secciones superior e inferior de la carcasa que se reúnen horizontal. Por otro lado, los cuchillos de estator reversibles con bordes de corte dobles se montan como elementos individuales en la sección inferior de la carcasa, permitiendo múltiples afilado y ajuste de los cuchillos de estator (KITECH, 2020).



Figura 12: Lavadora por flotación AFW.

Fuente: KITECH, 2020.

Posteriormente, el proceso continúa con el lavado del material que recientemente fue triturado y donde se obtuvieron pequeñas escamas. Dicho proceso ocurre en la lavadora de flotación AFW (figura 12) la cual se compone de una pileta llena de agua con rodillos levemente sumergidos que provocan la circulación del material a través de esta donde el objetivo es eliminar la mayor parte del polvo, arenas, lodos, tierra y otros contaminantes del fregadero. El principio de funcionamiento es utilizar la gravedad específica del agua para separar el polietileno de otros materiales más densos como pueden ser otros plásticos. El sistema descarga los contaminantes del fregadero, como arenas, lodos, plástico del fregadero, metales a través de las válvulas de fondo neumático automáticamente (KITECH, 2020).



*Figura 13: Lavadora por fricción.
Fuente: KITECH, 2020.*

El proceso continúa con un segundo lavado, pero en este caso se realiza en una lavadora por fricción (figura 13). El objetivo principal de esta etapa es la de reducir o eliminar los posibles contaminantes presentes en el material y el proceso se realiza por fricción fuerte, adoptando la estructura de cuchilla en espiral (KITECH, 2020).



*Figura 14: Centrifugadora.
Fuente: KITECH, 2020.*

El siguiente paso del proceso es el de reducir el contenido de agua del material luego de las etapas de lavado a través de una máquina centrifugadora (figura 14), la cual reduce la humedad presente en el material llevándola a un 8 % (KITECH, 2020).



Figura 15: Secador de aire caliente.

Fuente: KITECH, 2020.

La última parte del secado del material se realiza en el secador de aire caliente (figura 15), el cual se encarga de reducir la humedad del material hasta llegar a 1-2 %. Posteriormente, la escama obtenida es almacenada en bolsas big-bag, las cuales pueden almacenar hasta 1 ton de escamas (KITECH, 2020).

Preparado del aserrín

Al mismo tiempo que se recicla el plástico, se realiza el proceso de acondicionamiento del aserrín, representado en el diagrama de flujo que muestra la figura 8. El mismo consta de la clasificación, molienda y secado del aserrín hasta que reúna las condiciones requeridas para hacer el compounding (mezcla de los compuestos) con el resto de las materias primas (PEAD y aditivos). El objetivo de esta etapa es disminuir la humedad del sólido desde el 40% al 2% y la granulometría a un tamaño inferior a 500 micrones. (EquiPymes S.H., 2014)

El aserrín en primer lugar se recepciona en su correspondiente depósito y es introducido al proceso a través de un transporte neumático. Luego se hace pasar la materia prima a través de un detector magnético, donde es retenido todo el material ferroso que podría contaminar el proceso o la integridad del equipamiento para la fabricación del WPC, sobre todo el sistema de molienda. Posteriormente, el aserrín es depurado por un tamiz grueso de clasificación circular continuo (figura 16), que separa todos los materiales gruesos contaminantes no ferrosos que pueden venir junto con el aserrín (ladrillos, vidrios, madera, etc.) para luego ser almacenado en el silo correspondiente.

A continuación, se procede al secado del aserrín hasta que la humedad se vea reducida a un 2% en el secadero rotatorio (figura 17), el cual cuenta con un ciclón para evitar que los sólidos finos producidos se vayan con el aire de salida del secadero. Cabe destacar que para evitar riesgo de incendio en el secadero, el aire caliente que se va a utilizar para secar el aserrín se calienta con vapor de agua proveniente de la caldera (EquiPymes S.H., 2014).

Una vez salido del secadero, se busca disminuir el diámetro de partícula del aserrín a menos de 500 micrones, por lo cual se hace pasar el aserrín por el tamiz de clasificación, el cual asegura que este parámetro se alcance. El aserrín con diámetro de partícula mayor a 500 micrones, que no pasa a través del tamiz de clasificación, es enviado a un molino de martillos (figura 18) y una vez ahí, el diámetro de partícula es disminuido hasta que pasa por una malla, igual a la del tamiz de clasificación, con la que cuenta el equipo. Luego de alcanzar la humedad y granulometría requerida, el aserrín, que está listo para ser mezclado con el PEAD y aditivos, se reserva en un silo pulmón (EquiPymes S.H., 2014).



Figura 16: Tamiz grueso de clasificación circular continuo.

Fuente: Baisheng, 2020.



Figura 17: Secadero rotatorio.

Fuente: Sanjin, 2020.



Figura 18: Molino de martillos.

Fuente: Mingyang, 2020.

Compounding, extrusión, enfriamiento, calibración y corte de perfiles

Una vez que el aserrín fue tratado y puesto en condiciones, al igual que el PEAD, se procede con la producción del producto final en la línea de extrusión de WPC (figura 19). Proceso representado por el diagrama de flujo de la figura 9, consta de las etapas de compounding, extrusión, calibración y corte de los perfiles. El sistema de compounding consta de una serie de tolvas de depósito de los distintos componentes (PEAD, aserrín y aditivos) que funcionará en forma continua y automática, por medio de alimentadores de tornillos de paso regulado que dosifican los insumos para lograr la mezcla deseada. Algunos fabricantes de equipos optan por realizar la mezcla en el primer sector del extrusor y otros por hacerla en un mixer externo. Se decide optar por la primera opción ya que resulta más económico (EquiPymes S.H., 2014).

Al ingreso de la extrusora se adicionan compuestos al aserrín, los cuales, además del PEAD, le proporcionan al WPC características especiales como adherencia entre la fibra y el polímero, resistencia al ataque de los rayos UV, resistencia antimicrobiana, estabilizadores, pigmentos y lubricantes. La proporción de aserrín será de 65%, PEAD 30% y aditivos 5%.

Dentro de la extrusora se produce un proceso de alimentación, mezcla, plastificación, y en la salida de esta, el material ya se encuentra en condiciones de ser formado por intermedio del cabezal diseñado de acuerdo al perfil, tubo o barra a elaborar, que en el caso de este proyecto es el perfil de deck (EquiPymes S.H., 2014).

Una vez salido de la extrusora el material, pasa por el tanque de enfriamiento ya que debe enfriarse inmediatamente para que conserve la forma y adquiera la rigidez necesaria (Rahal, M, et al. 2013).

Luego, el sistema de calibrado, que puede actuar sobre el motor de la máquina para modificar el caudal de modo que se pueda compensar cualquier desviación de los estándares de la pieza, determina que el espesor de los perfiles se mantenga dentro de los parámetros estipulados. El equipo de tensionado y recogida es el encargado de determinar la velocidad lineal a la que el material debe ser extruido. Por su parte, tanto el espesor como la forma del perfil dependen de la relación entre el caudal del material extruido y la velocidad de recogida. El estiramiento o tensionado provocado por el equipo de recogida sirve para mejorar determinadas propiedades mecánicas del producto. El equipo de corte consiste en cuchillas estacionarias ya que la velocidad de extrusión es suficientemente baja.

En última instancia, una vez cortados, los perfiles pasan al apilador automático y aquellos perfiles que no se ajustan a las normas preestablecidas de calidad del producto son reprocesados, adicionándose como insumo (Rahal, M, et al. 2013).

Prácticamente no existe merma, debido a que permite reciclar los fallos de producción con una trituradora de plástico (figura 20), agregándolos luego en forma proporcional, al proceso de extrusión (EquiPymes S.H., 2014).



Figura 19: Línea de extrusión de WPC

Fuente: Acemech, 2020.



Figura 20: Trituradora de plástico.

Fuente: Lvdao, 2020.

3.4 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DE PRODUCCIÓN

3.4.1 Factores fijos

- Equipos

En la tabla 17 se indican algunas características de los equipos principales como lo son: la capacidad de producción y las dimensiones, las cuales son de utilidad a la hora de dimensionar el área del sector de producción, junto con la marca y el precio F.O.B. que es utilizado para determinar la inversión fija del proyecto.

Equipo	Marca	Capacidad (Kg/h)	Sup. requerida (m ²)	Precio U\$s F.O.B
Línea de reciclado PEAD	Kitech	300	290	50.000
Tamiz grueso	Baisheng	300	1,15	900
Tamiz fino	Baisheng	300	1,15	900
Secadero rotatorio	Sanjin	300-400	30	3.400
Molino de martillos	Mingyang	200-300	0,78	1.700
Línea de extrusión de perfiles WPC	Acemech	280-350	57,2	80.000
Trituradora de plástico	Lvdao	200-300	1,02	1100
Caldera	Yuanda Boiler	200	1,1	9.000
Total				147.000

Tabla 17: Características y precio de los equipos principales del proceso.

Fuente: Datos suministrados por los proveedores.

Edificio

La planta elaboradora de WPC requiere de diversos tipos de construcciones (superficie abierta, galpón semicubierto, galpón cubierto y sector administrativo) y de diferentes requerimientos de espacio de acuerdo con el sector de la planta que se esté analizando. Para el cálculo de dichos espacios fue utilizada la tercera edición del libro "Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales" de Meyers y Stephen del año 2006.

Manufactura

En primer lugar, se analiza la zona de manufactura, la cual estará dividida en 2 sectores diferentes. Dicha separación se debe a que la puesta a punto de aserrín debe estar alejada de la línea de reciclado de PEAD y de la línea de WPC a los fines de cumplir con normas de seguridad referidas al potencial inflamable que significa trabajar con

residuos de madera, lo que obliga a dejar una calle de tipo “corta-fuegos” de 10 m de ancho entre ambos sectores (EquiPymes S.H., 2014). El cálculo del área necesaria para cada una de las zonas de manufactura fue realizado en base al tamaño de los equipos de producción sumado a la necesidad de pasillos, espacios necesarios para maniobras y movilidad de operarios de forma segura. El espacio mínimo requerido por la zona destinada al reciclado de PEAD (sin tener en cuenta los espacios adicionales) está dado por el tamaño de la línea encargada de dicho proceso, cuyo tamaño es de 29 m de largo por 10 m de ancho. El espacio adicional para movimiento de operarios, materiales y equipos de carga va a estar dado por 2 pasillos transversales y dos pasillos longitudinales de 3 metros cada uno. Finalmente, el área destinada para la línea de reciclado de PEAD es de 35 m x 16 m. Para la producción de WPC, el espacio mínimo está dado por el tamaño de la línea encargada de dicho proceso cuyo tamaño es de 26 m x 2,2 m. El área adicional será la misma que para la línea de reciclado de PEAD (dos pasillos longitudinales y dos transversales de 3 m cada uno). Finalmente, el área destinada para la zona de producción de WPC será de 32m x 9 m.

En cuanto a puesta a punto del aserrín, el área mínima, limitada por el tamaño de los equipos a cargo de dicha tarea es de 25 m de largo x 1, 5 m de ancho (dado por el ancho del equipo más grande). Se opta por adicionar tanto dos pasillos longitudinales como dos pasillos transversales de 3 m de ancho cada uno. Finalmente, el área destinada para este sector será de 31 m x 7,5 m.

Almacenes de materia prima

Por la misma razón que para el sector de manufactura (desempeño ante un incendio), los almacenes de materia prima deben estar separados (PEAD por un lado y aserrín por otro) al menos por una calle que actúe como cortafuego y deben situarse en diferentes galpones. El área destinada para los almacenes va a estar dada por la cantidad de materia prima con la que se quiere contar, la forma en que se almacenan y los espacios necesarios para maniobras de los equipos de carga.

Se opta por tener un inventario de materia prima correspondiente a 15 días de trabajo en el caso del PEAD y de 4 días de trabajo para el aserrín debido a la gran periodicidad con la que los aserraderos se deshacen del mismo y así disminuir la carga de fuego. La capacidad anual de producción de decks de WPC es de 45.818 m², que se traduce en 1209,6 ton/año en 100,8 ton/mes y en 50.4 ton/quincena. Al ser la composición del producto en cuanto a aserrín y PEAD, de 65% y 30% respectivamente, es que se debería contar, en caso de que no hubiera merma ni desperdicios, con 10,48 ton de aserrín y 15,12 ton de PEAD.

En el caso del aserrín, el cual es traído de los aserraderos suele tener una humedad promedio de un 40% y debe ser reducida hasta un 2% para que luego sea utilizado en el proceso de producción del WPC. Por lo tanto, por cada kg de aserrín al 2% (el utilizado en el proceso) se debe contar con 1,61 kg de aserrín al 40%. En el caso del PEAD, al tener una merma del 5%, es que se debe contar con 1,052 kg de PEAD por cada kg de PEAD que se integra al producto final. Finalmente, luego de realizar los correspondientes cálculos, va a ser necesario contar en los almacenes de materias primas con: 16,87 ton de aserrín y 15,92 ton de PEAD.

Para poder dimensionar el volumen requerido para el almacén de aserrín se debe tener en cuenta la densidad promedio del aserrín, cuyo valor aproximado es 200 Kg/m³ (EquiPymes S.H., 2014) y dividiendo la masa por dicha densidad (16,87 ton / 200 kg/m³) obtenemos el volumen de aserrín que se requiere almacenar (84 m³). Siendo que se almacenará en un galpón semi cubierto, que se acumulará a granel y con una altura máxima de 2 m, es que mínimamente será necesario contar con 42 m² de superficie. Se decide, por motivo de necesidad de espacio adicional para almacenar más aserrín del previsto en caso de paradas en la producción y para el ingreso, egreso y maniobra de equipos de carga y descarga, que el espacio destinado para el almacén de aserrín sea de 8 m de ancho por 10 m de largo.

Por otro lado, para el cálculo del espacio requerido para el almacén de PEAD se tiene en cuenta que el mismo llega a la planta en fardos de 240 kg y que la superficie de apoyo de cada uno es de 1,2 m². Siendo necesario contar con 15,92 ton, va a ser necesario espacio para almacenar 67 fardos de PEAD. Se propone almacenar los fardos en pilas de 4 y en filas de 5 por lo que el espacio mínimo requerido es de 6 m de largo por 4 m de ancho. Por necesidad de espacio adicional a la hora de maniobrar equipos de carga y descarga de materia prima, es que se decide adicionar 3 pasillos transversales y dos longitudinales de 3 metros de ancho cada uno. Finalmente, el área destinada para el almacén de PEAD será de 12 m de largo por 13 m de ancho.

Oficinas

En cuanto al área destinada para las oficinas se tiene en cuenta la cantidad de empleados administrativos, que puede observarse en la tabla 20 en el apartado 3.4.2 (factores variables, mano de obra) asignando 10 m² por escritorio.

Servicios (vestuarios, sanitarios y comedor)

La zona destinada a vestuarios para que el personal pueda cambiarse de ropa y guardar sus efectos personales en casilleros mientras se encuentran trabajando se determina, inicialmente, multiplicando la cantidad de empleados por 4 pies cuadrados por

persona (0,37 m²/persona). Siendo el personal de planta de 18 personas por turno y que va a haber un vestuario para hombres y otro para mujeres, el espacio necesario para vestuarios es de 14 m². Se decide, para asegurar la comodidad de los empleados, que la superficie destinada para los vestuarios es de 28 m².

El sector de los sanitarios, separado el de damas y el de caballeros se obtiene a partir de la cantidad de sanitarios, mingitorios y lavabos con los que la planta debe contar según la cantidad de empleados. La teoría indica que debe existir 1 sanitario cada 20 trabajadores, pero se opta por reducir la relación en pos de la comodidad de los empleados. El sanitario de hombres contará con 3 excusados (1,4 m² por excusado), 3 mingitorios (0,83 m²) y dos lavabos (1,4 m² por lavabo). Por su parte, el sanitario de damas contará con 4 excusados y dos lavabos. A ambos se les debe adicionar el espacio para apertura y cierre de la puerta, el cual es de 1,4 m². Finalmente, el área destinada a los sanitarios es de 30 m².

El otro sector de servicio para los empleados es el comedor. Se contará con mesas de 135 cm de diámetro (2,12 m² por mesa) donde se podrán ubicar hasta 4 personas. Teniendo en cuenta que el personal de la planta por turno es como máximo de 24 personas y que los turnos en el comedor serán 2, se requerirá espacio para albergar 12 personas por turno. Además, se necesitará superficie adicional para una mesa donde se colocará la vajilla, frutas y microondas por lo que se va a destinar un espacio extra de 2 m². Si sumamos el espacio que ocupan las mesas, con el espacio de pasillos obtenemos que la superficie necesaria para el comedor es de 40 m².

Estacionamiento y zona de carga y descarga

Para el sector de estacionamientos se siguió la regla de 1 espacio cada 1,5 empleados. El sector destinado por auto es de 5 metros de largo x 2,5 metros de ancho y se agrega un espacio de estacionamiento especial para discapacitados, el cual debe medir 5 metros de largo x 4 metros de ancho. Al haber 24 empleados se necesitarán 16 estacionamientos, lo que equivale a 200 m².

La planta, deberá contar, además, con un sector de carga y descarga. El área de carga y descarga no solo debe tener en cuenta el tamaño del sector donde se va a depositar la materia prima, sino que también debe considerar el espacio para que los camiones que la transportan tengan espacio para maniobrar. Es por eso, que para dimensionar el sector se tuvo en cuenta el tamaño de los camiones de transporte, así como también su radio de giro.

Almacén de producto terminado

En cuanto al almacén de producto terminado, se diseña teniendo en cuenta el inventario correspondiente a un mes de trabajo. El espacio mínimo destinado para el área estará dado por el tamaño de los pallets especiales (2,2 m x 1 m), la cantidad de tablas que entren en cada pallet y la cantidad de pallets que se puedan apilar encima de otros. Siendo la capacidad de producción anual de 45.818 m², se calcula que el almacén de productos terminados deberá albergar 3818 m² de decks. A su vez, sabiendo que entran 3,39 tablas/m² y que la cantidad de m² a albergar es de 3.818, va a ser necesario tener espacio para 12.943 tablas. El tamaño especial de los pallets permite que la cantidad de tablas que se pueden colocar en la base sean 7 y arriba de cada una de las 7 tablas de la base, se decide colocar 19 tablas más, dando un total de 140 tablas por pallet (20 filas x 7 columnas). A su vez, y apilados arriba de cada pallet que se encuentre en el piso, se colocarán 3 pallets completos iguales al de la base, resultando que por cada 2,2 m² entran 560 tablas. Será necesario, finalmente, contar con espacio para almacenar 24 pilas de 560 tablas cada una, las cuales se almacenarán en el suelo en 5 filas de 5 pilas cada una (quedando una de las filas de 4 pilas de pallets en lugar de 5). Teniendo en cuenta que se adicionará espacio para maniobras de equipo de carga y descarga y para contar con espacio para almacenar una mayor cantidad de tablas en caso de que disminuyan las ventas previstas se decide destinar, finalmente, un área de 230 m² la cual también contempla el espacio necesario para la zona de preparación de pedidos.

Finalmente, la superficie total cubierta para la instalación de una planta elaboradora de WPC es aproximadamente 1.740 m² de los cuales: 1.335 m² corresponden a galpón cubierto (área de manufactura, almacenes, mantenimiento y preparación de pedidos), 237 m² corresponden a galpón semicubierto (almacenes de materia prima de aserrín y PEAD) y 168 m² al sector administrativo más sanitarios, vestuarios y comedor. Adicionalmente, será necesario contar con 684 m² a superficie descubierta (estacionamientos y zona de carga y descarga de camiones). Los gastos de construcción se estiman en 650 US\$/m² para el sector administrativo, 380 US\$/m² para el galpón cubierto y 190 US\$/m² para el galpón semicubierto.

En la tabla 18 se puede apreciar los requerimientos de espacio de cada sector de la planta y en la imagen 21 se presenta el layout a escala de la misma, donde para su diseño, y con el objetivo de buscar la mayor eficiencia, se tuvo en cuenta que el recorrido de los materiales sea el menor posible.

Zona	Espacio requerido (m2)
Línea PEAD	560
Línea WPC	288
Línea aserrín	233
Almacén PEAD	157
Almacén aserrín	80
Administración	70
Vestuarios	28
Sanitarios	30
Comedor	40
Carga y descarga	484
Estacionamiento	200
Producto terminado	234
Preparación de pedido	20
Total	2424

Tabla 18: Requerimiento de espacios por sector.

Fuente: Elaboración propia.

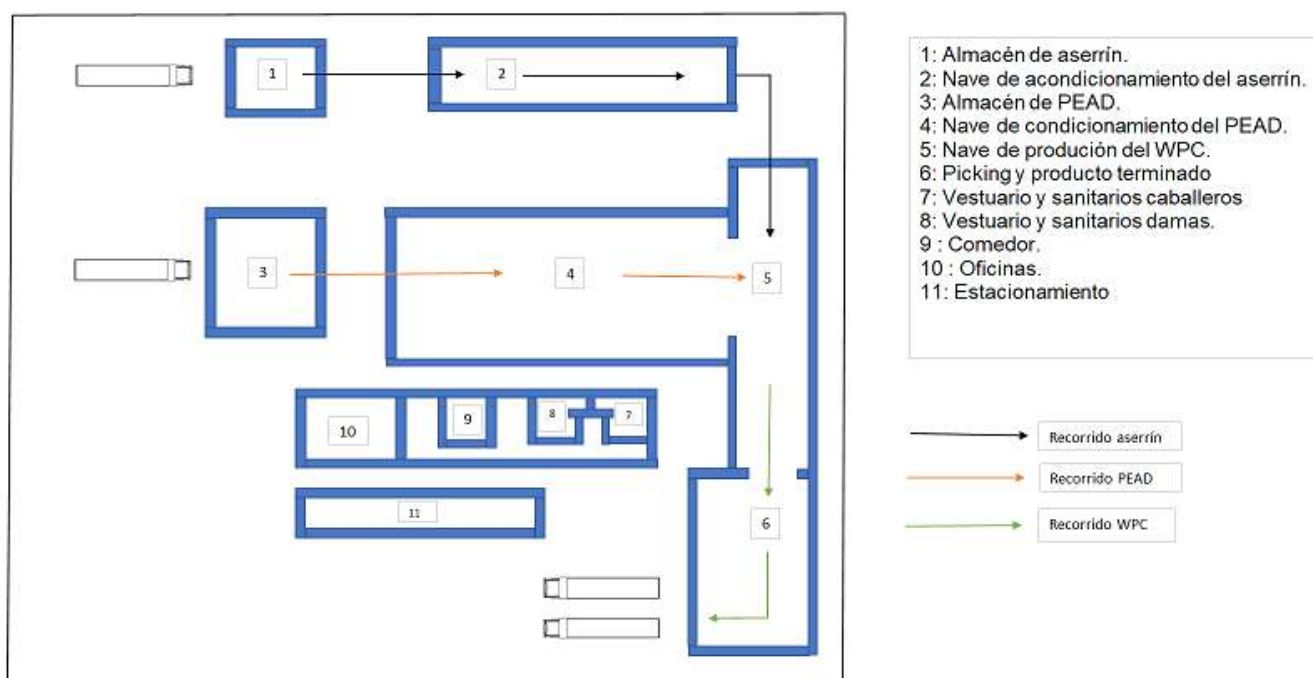


Figura 21: Layout de la planta.

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2 Factores variables

- **Materias Primas**

1. PEAD

El Partido de General Pueyrredón tiene una superficie de 1.453,44 km², de los cuales el ejido urbano de Mar del Plata ocupa 79,48 km² con una población de 614.350 habitantes y en cuanto a la recuperación es posible diferenciar dos circuitos: el Circuito Formal (CF) y el Circuito Informal (CI). El CF, en lo que respecta a GIRSU, está representado por CURA, una cooperativa registrada con 120 integrantes, aunque algunos de ellos integran ambos circuitos simultáneamente. El CI no registra relevamientos en el Partido de General Pueyrredón y se estima, a partir de entrevistas y comunicaciones personales, que se trata de una población variable cercana a las 1.900 personas, de las cuales 410 son reconocidas por recuperar informalmente en el predio del playón de contingencia municipal (Gonzalez M. y Ferraro, R., 2015).

Según “el estudio de monitoreo ciudadano Mar del Plata Entre Todos”, durante el 2015 en Mar del Plata y Batán fueron producidas 448.224 toneladas de basura (incluido todo tipo de residuos: escombros, residuos industriales, etc.) De toda la basura producida

en el partido, a la planta de reciclado CURA llegaron 25.400 toneladas, es decir, el 5,7% del total, de las que fueron recuperadas 1752 toneladas de materiales con valor comercial como papel, plástico o metales. Es decir, que de todos los residuos procesados en el establecimiento, al final pudo ser recuperado el 6,8%, que representa un 0,39% de la basura total. Al ser el PEAD el material de interés del proyecto, se puede observar una recuperación del 2% (figura 21) que es equivalente a 35 ton/año.

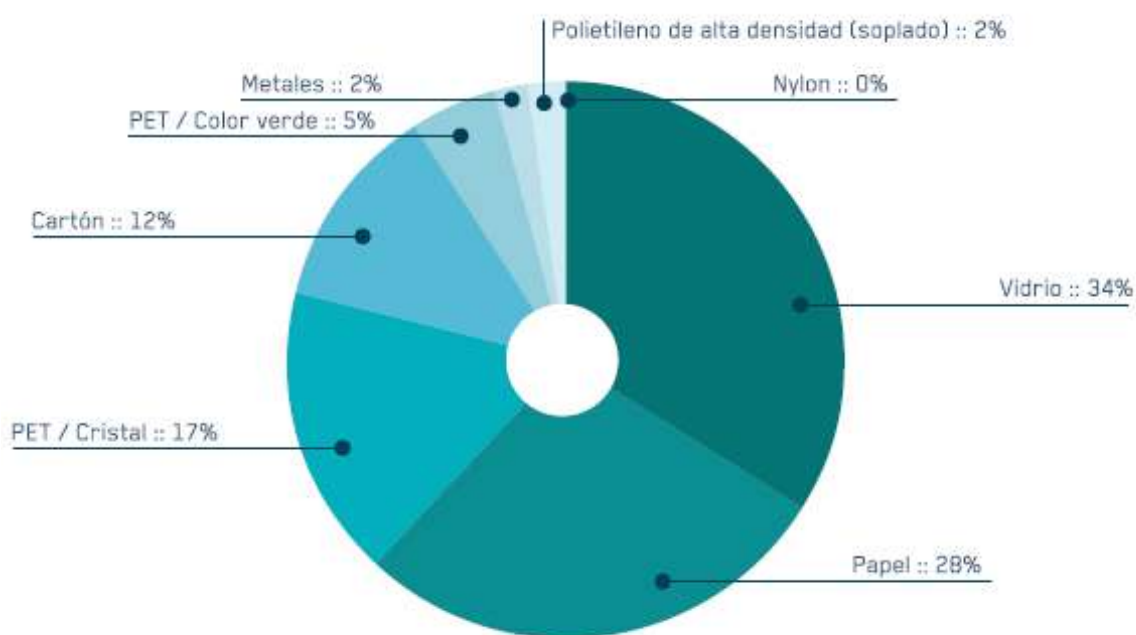


Figura 22: Materiales recuperados en la planta de reciclado separados por material.

Fuente: Primer informe de MdP Entre Todos / Monitoreo ciudadano/ 02 / Gestión de residuos sólidos, 2015.

Por otra parte, en el estudio “Los residuos sólidos urbanos en Mar del Plata, Argentina: ¿problema ambiental o insumos para la industria?” realizado por Mariana Gonzalez Insua y Rosana Ferraro (2015) se puede observar, a partir del análisis de la recuperación de plásticos en las principales acopiadoras de la ciudad, que CURA representa sólo el 9,8% (Gonzalez, M y Ferraro, R, 2015). Extrapolando los porcentajes del estudio se puede estimar que existen alrededor de 357 ton/año en la ciudad de Mar del Plata.

De acuerdo con la capacidad de planta estimada en 45.818 m²/año de decks, siendo el peso del WPC de 26,4 kg/m², que el PEAD representa el 30% de ese peso y que tiene una merma del 5%, es que se van a ser necesarias 381 ton/año de PEAD. Al ser el PEAD disponible en el partido de General Pueyrredón de 357 toneladas se concluye que

será insuficiente para producir la cantidad de decks deseada. Sumado eso a que es posible encontrarse con dificultades en la obtención de materia prima en la ciudad que pueden afectar la producción, se optará por adquirir también materia prima en los partidos aledaños. En la tabla 22 se detalla la cantidad de PEAD que se puede llegar a adquirir de cada partido, la cual fue calculada extrapolando la cantidad de PEAD reciclado por habitante el partido de General Pueyrredón a los demás partidos para el año 2020 (Dirección Provincial de Estadística, 2013). Si bien la cantidad de habitantes de la ciudad de Mar del Plata es de 656.456, las casi 1.300 toneladas de basura que los marplatenses generan a diario llevan a las autoridades de la empresa Ceamse a calcular que Mar del Plata “ya es una ciudad de un millón de habitantes” (La Capital, 2019). Es por eso, que se considera a Mar del Plata como una ciudad de 1 millón de habitantes.

Como puede observarse en la tabla 19, el PEAD que se obtenga de General Pueyrredón y partidos aledaños va a ser suficiente para la producción deseada de decks.

Partido	Habitantes	Pead (kg/año)
Adolfo Gonzales Chaves	11,922	4,256
Ayacucho	21,291	7,601
Azul	67,667	24,157
Balcarce	45,691	16,312
Benito Juarez	20,532	7,330
Castelli	8,671	3,096
Dolores	28,714	10,251
General Alvarado	44,149	15,761
General Guido	2,892	1,032
General Juan Madariaga	21,596	7,710
General Lavalle	4,459	1,592
General Pueyrredón	1,000,000	357,000
La Costa	78,554	28,044
Laprida	10,905	3,893
Lobería	18,281	6,526
Maipú	10,388	3,709
Mar Chiquita	25,344	9,048
Necochea	95,995	34,270
Olavarría	120,154	42,895
Pinamar	31,584	11,275

Rauch	16,165	5,771
San Cayetano	8,797	3,141
Tandil	139,300	49,730
Tordillo	1,807	645
Tres Arroyos	57,634	20,575
Villa Gesell	38,034	13,578
TOTAL	1,930,526	689,198

Tabla 19: Cantidad de PEAD disponible en los partidos aledaños a Gral. Pueyrredón en 2020.

Fuente: Elaboración propia.

Aserrín

Según el “Informe Censo de Aserraderos – Provincia de Buenos Aires - 2015” Los subproductos del aserradero son el aserrín, la viruta, los despuntes y los costaneros, los cuales tienen un potencial valor de mercado para su uso en diferentes procesos industriales. Los aserraderos no suelen cuantificar los subproductos generados en el proceso y algunos los consideran como producto de descarte dado que no encuentran un mercado para colocarlos. Actualmente tanto el aserrín como la viruta están siendo intercambiados a ladrilleros por ladrillos o son quemados para poder mantener limpio el predio del aserradero y en algunos casos se venden a 42 U\$s la tonelada para criaderos de pollo y de caballos y también como abono de jardines. De los aserraderos que declararon el destino de los subproductos, el 41% vende sus costaneros, el 24% vende aserrín y viruta y el 4% vende sus despuntes, mientras que el resto los regala o los quema.

Para asegurarse que el proyecto va a contar con el aserrín necesario para que la producción no se vea afectada, fueron consultados los principales aserraderos de Mar del Plata. El aserradero Jeske genera una cantidad de aserrín equivalente a 5 camiones de 18 m³ de capacidad completos por semana (90 m³ por semana). Otra empresa consultada fue Maderas J.B. Justo la cual cuenta con una tolva para aserrín con capacidad de 40 m³ la cual vacía semanalmente. Teniendo en cuenta solamente estas dos empresas, se obtendría un total de 130 m³ semanales de aserrín, cuya densidad ronda los 200 kg/m³. A partir de dichos datos se deduce que se podrá contar con 1.352 ton de aserrín por año. Cabe destacar que existen al menos 10 madereras más, entre las cuales se destaca Tully Hermanos, que tiene una producción similar a la de Jeske.

Siendo que la capacidad de la planta de WPC es de 45.818 m²/año, que se traduce en aproximadamente 1.209,59 ton/año y siendo que el aserrín representa el 65% de ese peso, es que se van a necesitar 786,23 ton/año de aserrín seco (2% de humedad). Teniendo en cuenta que el aserrín tiene una humedad promedio del orden del 40% en peso

es que finalmente serán necesarias para cumplir con la capacidad de planta, aproximadamente 1.268,12 ton/año de aserrín. Siendo la cantidad disponible en la ciudad, superior a la necesaria, se asumen que hay disponibilidad de aserrín para todos los años del proyecto.

Aditivos

Los aditivos son sustancias químicas que se incluyen en la formulación de los polímeros para modificar y mejorar sus propiedades físicas, mecánicas y de proceso. La mayor parte de los polímeros contienen aditivos, que les proporcionan características especiales (Tecnología del Plástico, 2011).

La elección de estos es sumamente importante para poder lograr un buen proceso y rendimiento. Los aditivos más frecuentes para WPC son los lubricantes, retardadores del fuego, agentes de acoplamiento que mejoran la adhesión madera-plástico, estabilizadores de rayos ultravioleta, antioxidantes, pigmentos, etc.

La última tecnología en sistemas de coloración, los masterbatches son una combinación de los pigmentos y los aditivos más adecuados para cada polímero o compuesto (spg-pack, 2020). Se optará por la elección de un masterbatch combinado, que en un producto incluye la acción de diferentes aditivos con la formulación requerida para nuestro producto. El elegido es el aditivo Struktol TPW 813, el cual es un agente de acople de nueva generación que ofrece propiedades superiores a los agentes de acople a base de anhídrido maléico. Struktol Company of América, un líder mundial en aditivos para plástico, y en especial para la industria de compuestos de madera-plástico, continúa creciendo su línea de productos para este mercado ofreciendo las más avanzadas innovaciones para este mercado (Tecnología del Plástico, 2020). Su costo es de 3,90 u\$/kg y se vende en bolsas de 25 kg.

- **Mano de obra**

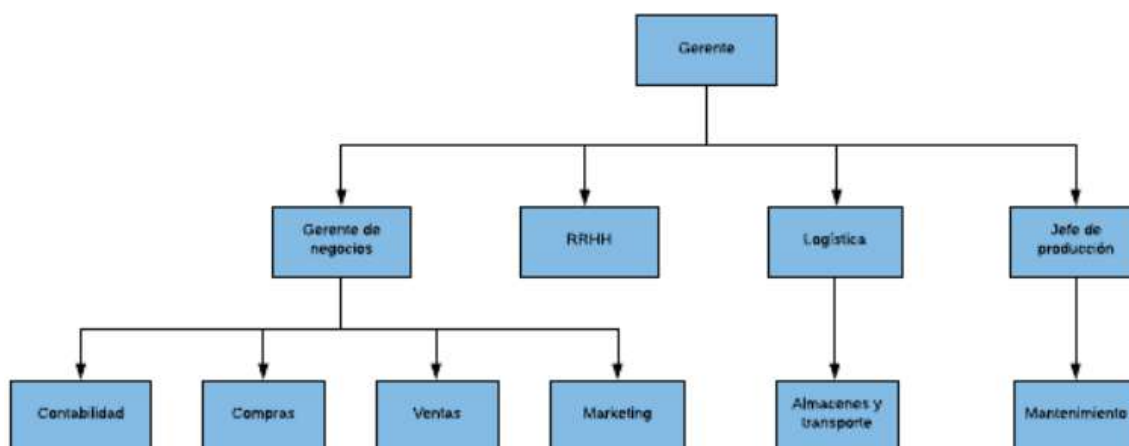


Figura 23: Organigrama de la empresa.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 23 se puede observar el organigrama de la empresa, la cual depende del gerente general quien tiene ubicados debajo de él al gerente de negocios, el área de recursos humanos, logística y al jefe de producción. A su vez, cada uno de ellos tiene a cargo diferentes sectores. El gerente de negocios está a cargo tanto de compras, ventas, contabilidad y marketing. Por otro lado, el gerente de logística es quien estará al mando tanto de los almacenes como de la coordinación de los transportes. Finalmente, el área de mantenimiento va a estar bajo la supervisión del Jefe de Planta, quien además está a cargo de las operaciones diarias de la misma. En la tabla 20 se detallan la cantidad de empleados que la planta y la administración necesitan y la formación necesaria para ocupar esos puestos.

Puesto	Cantidad empleados	Formación requerida
Gerente general	1	Universitaria
Gerente de negocios	1	Universitaria
Gerente de RRHH	1	Universitaria
Contador	1	Universitaria
Jefe de compras	1	Universitaria
Jefe de logística	1	Universitaria
Jefe de ventas	1	Universitaria
Lic. en marketing	1	Universitaria
Jefe de producción	1	Universitaria
Jefe de mantenimiento	1	Universitaria
Almacenes	2	Secundario completo

Seguridad	1	Secundario completo
Limpieza	1	Secundario completo
Operarios	12	Secundario completo
Total	26	

Tabla 20: Requerimiento de mano de obra y formación requerida para cada puesto.

Fuente: Elaboración propia

• Servicios auxiliares

Los servicios auxiliares requeridos para el proceso son el de agua, que es provisto por OSSE, el de gas que lo provee Camuzzi y por último el de energía eléctrica que es provisto por EDEA. El costo de dichos servicios es:

- Energía eléctrica: 0.053 US\$/kW. Costo fijo 228.75 US\$/año (EDEA, 2019).
- Agua: 0.3 US\$/m³.
- Gas: 0.14 US\$/m³. Costo fijo 2137.9 US\$/año (CAMUZZI, 2019).

Equipo	Capacidad (Kg/h)	Potencia (Kw)	Agua (m ³ /h)	gas (m ³ /h)
Línea de reciclado PEAD	300	120	2	0
Tamiz grueso	300	1.75	0	0
Tamiz fino	300	1.75	0	0
Secadero rotatorio	300-400	7.50	0	0
Molino de martillos	200-300	7.50	0	0
Línea de extrusión de perfiles WPC	250	57	0	0
Trituradora de plástico	100-250	5.50	0	0
Caldera	200	4.00	0.10	16
TOTAL		205	2.10	16

Tabla 21: Requerimiento de servicios por parte de los equipos.

Fuente: Elaboración propia según datos de los proveedores.

En la tabla 21 se detallan los requerimientos de agua, gas y energía eléctrica de cada uno de los equipos principales del proceso.

3.5 LOCALIZACIÓN

La herramienta utilizada para la selección de la zona más conveniente para instalar la planta el proceso analítico de jerarquía (AHP). De las posibles opciones de zonas para instalar la planta se analizarán 2 y será a partir de 4 criterios de selección.

Las dos zonas que se vislumbraron como alternativas, son:

- Parque industrial General Savio.
- Ruta 88.

La selección de la zona se realizó en base a 4 criterios, ordenados de la siguiente manera en cuanto a importancia:

1. Disponibilidad de servicios.
2. Costo del terreno.
3. Cercanía a fuentes de abastecimiento.
4. Vías de acceso.

A continuación, se realiza un análisis de los 4 criterios que se tienen en cuenta para la selección de la zona donde se instalará la planta.

- Disponibilidad de servicios: a este criterio de selección se le asigna gran peso en la elección de la zona ya que es esencial contar con los servicios de agua y cloacas, gas y electricidad para llevar a cabo los procesos. El parque industrial cuenta con una disponibilidad de servicios (agua y cloacas, electricidad y gas) al igual que los terrenos de la ruta 88.

- Costo del terreno: la superficie edificada de terreno necesaria para la planta es de 1.740 m². El F.O.S. (factor de ocupación de suelo) en el Parque Industrial es de 0,5 y en el caso de la Ruta 88 es de 0,4, lo que significa que el terreno debe tener una superficie mínima de 3.480 m² si la planta se radica en el Parque Industrial y de 4.350 m² si se radica en la ruta 88. En el caso del Parque Industrial General Savio existe un terreno disponible de 5000 m² a un precio de 150.000 US\$, lo que significa que el precio del m² resulta de 30 US\$ (Prats, S. Secretaría de producción Municipalidad de General Pueyrredón, com. pers,2020). En cambio, el precio del m² en un terreno ubicado en la ruta 88 es de aproximadamente 250 US\$, por lo que el costo de localizarse en un lote en la Ruta 88 es de aproximadamente 1.087.500 US\$.

- Vías de acceso: ambas zonas tienen el permiso para la circulación de camiones.
- Cercanía a las fuentes de abastecimiento: las distancias de ambas zonas con respecto a las fuentes de abastecimiento prácticamente la misma.

En la tabla 22 puede observarse la valoración que se le dio a los criterios comparándolos entre ellos según la teoría del proceso analítico de jerarquías. Se utilizan valores del 1 al 9 de acuerdo con lo indicado en la tabla 4. La tabla 23 indica la matriz inicial normalizada a partir de la cual se calculó el vector promedio para cada criterio que luego será utilizado al final del método para obtener la zona donde se ubicará la planta. Los valores de la matriz normalizada se obtienen dividiendo cada valor de la matriz original por la sumatoria de la columna correspondiente.

MATRIZ	A	B	C	D
Disponibilidad de servicios (A)	1.00	3.00	7.00	7.00
Precio del terreno (B)	0.33	1.00	5.00	5.00
Cercanía a fuentes de abast. (C)	0.14	0.20	1.00	1.00
Vías de acceso (D)	0.14	0.20	1.00	1.00

Tabla 22: Matriz de comparación entre los criterios.

Fuente: Elaboración propia.

MATRIZ NORMALIZADA	A	B	C	D	VP
Disponibilidad de servicios (A)	0.618	0.682	0.500	0.500	0.575
Precio del terreno (B)	0.206	0.227	0.357	0.357	0.287
Cercanía a fuentes de abast. (C)	0.088	0.045	0.071	0.071	0.069
Vías de acceso (D)	0.088	0.045	0.071	0.071	0.069

Tabla 23: Matriz de comparación entre los criterios, normalizada.

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó posteriormente la multiplicación de la matriz original por el vector promedio, dando como resultado el vector $VP \cdot MATRIZ$ que se muestra posteriormente en la tabla 24.

El valor final obtenido en la tabla 18 (4,129) fue utilizado para calcular la relación de consistencia, la cual, si es menor a 0,1 se puede asegurar que existe consistencia.

	VP*Matriz	
	2.403	
	1.170	
DESARROLLO	0.278	78
	0.278	
	4.129	

Tabla 24: Sumatoria de los valores del vector prioridad multiplicado por la matriz original.

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar el cálculo, primero se obtuvo el índice de consistencia (CI) a partir de la siguiente fórmula (Saaty, 1980). Los valores obtenidos de CI, IA y CR se pueden observar en la tabla 25. El valor de IA fue obtenido a partir de la tabla 7.

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Consistencia	
IC	0.043
IA	0.9
RC	0.048

Tabla 25: Valores de IC, RC e IA.

Fuente: Elaboración propia.

A partir de que el valor obtenido de RC es menor a 0,1, se puede afirmar que la matriz es consistente.

Posteriormente fueron diseñadas las matrices de comparación entre las 2 opciones de productos y todos los criterios seleccionados, junto con sus correspondientes tablas normalizadas quedando 8 tablas adicionales (dos por cada criterio utilizado), las cuales se pueden observar en el anexo 3. En este caso al ser matrices de 2x2 no es necesario analizar la consistencia.

En la tabla 26 se señala que la zona elegida para la ubicación de la planta es la del Parque Industrial General Savio con una preferencia del 60,8 %.

Matriz final	A	B	C	D	Priorización
Parque Industrial	0.5	0.875	0.5	0.5	0.608

Ruta 88	0.5	0.125	0.5	0.5	0.392
Ponderación	0.575	0.287	0.069	0.069	1

Tabla 26: Matriz de selección de la zona donde se ubicará la planta.

Fuente: Elaboración propia.

3.6 EVALUACIÓN ECONÓMICA

3.6.1 Inversión

- **Inversión fija**

La estimación de la inversión fija se hizo a partir del precio de compra de los equipos principales instalados y afectados por los factores propuestos por Chilton (tabla 1). En las tablas 27 y 28 se presentan los valores de los factores directos e indirectos de la inversión respectivamente.

FACTORES DIRECTOS		VALOR
Tubería de procesos	Proceso mixto	0,2
Instrumentación	Control complejo	0,13
Edificio de fabricación	-	0
Planta de servicios	Sin adición	0
Conexión e/ unidades	E/ unidades de servicio	0,03
Total +1	-	1,35
Inversión directa	-	934.209

Tabla 27: Sumatoria de los factores directos de la inversión.

Fuente: Elaboración propia.

FACTORES INDIRECTOS		VALOR
Ing. y construcción	Ingeniería compleja	0.425
Tamaño	Unidad comercial grande	0.025
Contingencias	De la compañía	0.15
Total + 1	-	1.60

Tabla 28: Sumatoria de los factores indirectos de la inversión.

Fuente: Elaboración propia.

El valor correspondiente al edificio de fabricación, el cual se adiciona al cálculo de la inversión directa y que se obtuvo a partir del costo de la construcción, se puede observar en la tabla 29. El costo del metro cuadrado de los diferentes tipos de edificaciones es:

- Galpón: 380 US\$/m².
- Galpón semiabierto: 190 US\$/m².
- Oficina administrativa: 650 US\$/m².

Tipo de construcción	US\$/m ²	Área	Total (US\$)
Galpón	380	1.335	507.110
Galpón semicubierto	190	237	45.030
Administrativa	650	168	109.200
Total		2.300	661.340

Tabla 29: Cálculo del costo de la fabricación del edificio.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 30 se detalla el costo de los equipos principales con instalación. El costo de instalación de los equipos principales se considera ingeniería compleja por lo que se le adiciona un 37,5% del valor de los equipos principales.

Inversión en equipos sin instalación	147,000
Costo con ingeniería compleja	202,125

Tabla 30: Sumatoria de los factores indirectos de la inversión.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, la inversión fija se obtiene a partir de la siguiente operación:

$$IF = \left((IE * (1 + \sum fi)) + \text{Costo edificio} \right) * i$$

$$IF = \left((202125 * (1 + 0,35)) + 372511 \right) * (1 + 0,6) = 1.494.734 \text{ US \$}$$

- **Inversión fija total**

La inversión fija total se obtiene adicionando el costo del terreno donde se instala la planta a la inversión fija. El terreno elegido, ubicado en el Parque Industrial General Savio en la calle 5 entre 6 y 8 cuenta con una superficie de 5000 m² y tiene un costo de 150.000 US\$. La superficie de terreno necesaria, la cual puede verse en la tabla 13, es poco más de 2.400 m. Debe considerarse un factor de ocupación de suelo (FOS) de 0,5, lo que hace que el terreno, sea apto para instalar la planta. Adicionado este costo a la I fija obtenemos una inversión fija total de **1.664.734 US\$**.

- **Inversión de capital de trabajo**

El cálculo del costo del capital de trabajo (IW) fue realizado a partir del costo de producción sin incluir el costo de depreciación para un plazo de crédito a clientes de 2 meses. Finalmente, IW = **100.230 US\$**.

- **Inversión total**

Finalmente, la inversión total se obtiene de la suma de la inversión fija total más el capital de trabajo, resultando de **1.744.964 US\$**.

3.6.2 Costos de producción

- **Costos variables**

1. Costo de materia prima

El costo de la materia prima se obtiene a partir del costo por kilogramo de las materias primas utilizadas (PEAD, aserrín y aditivos) multiplicadas por la cantidad de kilogramos necesarios para solventar la producción, considerando sus respectivas mermas. La merma del aserrín es de un 38 %, la del PEAD de un 5 % y es nula en el caso de los aditivos. Para el cálculo del precio del PEAD se suma al costo de la materia prima (0,284 US\$/kg) (Observatorio de Reciclaje, 2020) y el costo del transporte. El costo del transporte, donde cada camión puede cargar hasta 6.000 kg es de 421,87 US\$/camión, siendo el costo del transporte por kg de 0,07 US\$/kg. Finalmente, el costo del PEAD es de 0,354 US\$/kg. Por otro lado, el costo del aserrín y de los aditivos es: 0,042 US\$/kg de aserrín y 3,9 US\$/kg de aditivo utilizado.

2. Costos de envases

Para los decks de WPC, el costo de los envases es nulo.

3. Costo de mano de obra

El personal necesario para la producción deseada es de 12 operarios calificados (3 encargados del reciclado de PEAD, 3 del preparado del aserrín, 4 de la producción de WPC y 2 encargados de almacenes) y la escala salarial para un operario calificado para el período de enero-marzo del 2020 según la Unión Obreros y Empleados Plásticos es de 3,14 US\$/hs. A dicho salario, se le debe adicionar un 40% en consideración de las cargas sociales.

4. Costo de supervisión

El costo de supervisión fue estimado a partir de la inversión fija. Se calcula como el 17,5 % de la I fija.

5. Costo de servicios

Los costos de los servicios fueron calculados teniendo en cuenta la tabla 21, donde se especifica el consumo de los servicios de agua, electricidad y gas y el costo de dichos servicios:

- Energía eléctrica: costo variable de 0.053 US\$/Kw y costo fijo de 228.75 US\$/año.
- Agua: costo variable de 0.3 US\$/m3.
- Gas: costo variable de 0.14 US\$/m3 y costo fijo de 2137.9 US\$/año.

6. Costo de mantenimiento

El costo de mantenimiento fue calculado de la misma manera que los costos de supervisión, utilizando la inversión fija. La única diferencia es el factor que afecta la inversión fija el cual es en este caso es el 6 %.

7. Costo de suministros

El costo de los suministros necesarios fue obtenido también a partir de la I fija, pero su valor corresponde al 0,75% de ella.

8. Costo de laboratorio

El costo del laboratorio se estima en un 11% de la mano de obra directa.

• Costos fijos

1. Costos de inversión

Depreciación

El costo de depreciación va a estar asociado al método elegido. En este caso elegimos el método de línea recta, donde la depreciación es igual para todos los años. La fórmula utilizada para su cálculo es:

$Costo\ de\ depreciación\ anual = e * (I_f - L)$, siendo:

- e (factor de depreciación anual) = $1/n$, donde n es la vida útil del proyecto (10 años).
- I_f = inversión fija.
- L= valor residual o de reventa al final de la vida útil del bien (15% de la inversión fija).

Impuestos

El costo de los impuestos se estima como el 1,5 % de la inversión fija.

Seguros

El costo de seguros se estima como el 0,75 % de la inversión fija.

Financiación

El proyecto es financiado en un 80 % de la inversión fija por el Banco de Inversión y Comercio Exterior, con una tasa anual de interés del 8,8583% y un plazo de 10 años para cubrirlo con sistema de amortización francés (Banco BICE, 2020).

Costos de venta y distribución

El costo de ventas y distribución se puede estimar a partir del dinero que ingresa a la empresa por ventas. El costo de ventas y distribución se estima como el 3% del ingreso total por ventas.

2. Costos de dirección y administración

El costo de administración y dirección es calculado como el 30 % del costo anual de la mano de obra.

3. Costo de investigación y desarrollo

El costo de investigación y desarrollo se estima en un 2,5% de los ingresos anuales por ventas.

3.6.3 Rentabilidad

Para analizar la rentabilidad del proyecto fueron utilizados un método dinámico complementado con otro estático como lo son la tasa interna de retorno (TIR) y el de tiempo de repago (nR) respectivamente. En la tabla 31 se presenta el cuadro de flujo de fondos del proyecto.

Evaluación de la factibilidad técnica y económica para la instalación de una planta de reciclado de Polietileno de Alta Densidad y producción de bienes a partir del material reciclado

(Fuentes)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Ingresos</i>											
<i>Ingresos netos anuales</i>		888,534	1,221,689	1,612,521	1,932,453	2,208,517	2,484,582	2,484,582	2,484,582	2,484,582	2,484,582
Total a		888,534	1,221,689	1,612,521	1,932,453	2,208,517	2,484,582	2,484,582	2,484,582	2,484,582	2,484,582
<i>Egresos</i>											
<i>Costos de producción (s/ depreciación)</i>		601,382	705,702	811,256	907,260	999,181	1,091,102	1,091,102	1,091,102	1,091,102	1,091,102
<i>Depreciación</i>		127,052	127,052	127,052	127,052	127,052	127,052	127,052	127,052	127,052	127,052
Total b		728,435	832,754	938,308	1,034,312	1,126,233	1,218,154	1,218,154	1,218,154	1,218,154	1,218,154
<i>a-b=BNAI</i>		160,099	388,935	674,213	898,141	1,082,284	1,266,428	1,266,428	1,266,428	1,266,428	1,266,428
<i>Impuestos (t=0,35)</i>		56,035	136,127	235,974	314,349	378,799	443,250	443,250	443,250	443,250	443,250
<i>Beneficio Neto</i>		104,065	252,808	438,238	583,791	703,485	823,178	823,178	823,178	823,178	823,178
<i>Inversión fija total</i>	- 1,644,734										
<i>Inversión de trabajo</i>	-100,230										
<i>Depreciación</i>		127,052	127,052	127,052	127,052	127,052	127,052	127,052	127,052	127,052	127,052
Flujo de caja de proyecto	- 1,744,964	231,117	379,860	565,291	710,844	830,537	950,230	950,230	950,230	950,230	950,230

Tabla 31: Flujo de fondos del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

Para analizar si el proyecto es rentable, se debe comparar su TIR con el Costo Promedio Ponderado de Capital (CPPC). Por lo que, para calcularlo, es necesario obtener el valor del costo de capital propio y el costo de capital de deuda, los cuales se obtienen a partir de los siguientes valores de R_f , PR , β y el Riesgo país (RP).

Costo de capital propio:

$$K_e = R_f + \beta * PR + RP$$

- R_f : Tasa libre de riesgo: 0,0192 (Valor obtenido como referencia a los bonos de Estados Unidos). Bono Estados Unidos 10 años 1,92% (datosmacro.com, 2020).

- β : factor de riesgo: 1,36 factor de medida de riesgo sistemático correspondiente al sector de insumos de la construcción en EEUU (Damodaran Online, 2020).

- PR : 0,052 prima de riesgo por invertir en el proyecto (Damodaran Online, 2020).

- Riesgo país (RP): 0,1331 JPMorgan EMBI + (Rava Bursátil S.A., 2020).

Costo de capital de deuda (una vez deducido el efecto tributario):

$$K_d = i * (1 - t)$$

- i (el costo de la deuda antes del impuesto): 8,8583%

- t (alícuota del impuesto a las ganancias): 35%

Costo promedio ponderado de capital:

$$CPPC = \% \text{ capital propio} * K_e + \% \text{ deuda} * K_d$$

Los valores del costo de capital propio y el costo de capital de deuda son 0,223 y 0,056 respectivamente. El capital propio constituye un 20% y el otro 80% corresponde al capital de deuda. Una vez calculados K_e y K_d , se obtiene el valor del CPPC, el cual es 0,089 (8,9%).

Como la TIR del proyecto es de 30,7% > 8,9%, puede que el proyecto sea rentable pero no puede asegurarse aún. Para finalmente determinar si lo es o no lo es, se procede a calcular el tiempo de repago (nR). Al ser los flujos de caja diferentes en cada año se utiliza el método gráfico para obtener el tiempo de repago como se observa en la figura 24 y el cual es de aproximadamente 3,1 años. Al ser menor a 5 años (10 años de vida útil dividido 2) se concluye que el proyecto es rentable.



Figura 24: Tiempo de repago.

Fuente: Elaboración propia.

Se presenta en la tabla 32 el flujo de fondos del inversionista. Para analizar la rentabilidad de la inversión es necesario calcular la TIR del inversionista y compararla con el costo de capital K_e . La TIR que se obtiene para el inversionista es de 37,36 %. Dicho valor es mayor que K_e , por lo que se concluye que el proyecto es rentable para el inversionista.

Evaluación de la factibilidad técnica y económica para la instalación de una planta de reciclado de Polietileno de Alta Densidad y producción de bienes a partir del material reciclado

(Fuentes)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Ingresos</i>											
<i>Ingresos netos anuales</i>		888,534	1,221,689	1,612,521	1,932,453	2,208,517	2,484,582	2,484,582	2,484,582	2,484,582	2,484,582
Total a		888,534	1,221,689	1,612,521	1,932,453	2,208,517	2,484,582	2,484,582	2,484,582	2,484,582	2,484,582
<i>Egresos</i>											
<i>Costos de financiación</i>		102,634	95,743	88,261	80,136	71,314	61,735	51,333	40,039	27,775	14,459
<i>Costos de producción (s/ depreciación)</i>		601,382	705,702	811,256	907,260	999,181	1,091,102	1,091,102	1,091,102	1,091,102	1,091,102
<i>Depreciación</i>		127,052	127,052	127,052	127,052	127,052	127,052	127,052	127,052	127,052	127,052
Total b		831,069	928,497	1,026,569	1,114,448	1,197,547	1,279,889	1,269,488	1,258,193	1,245,930	1,232,614
<i>a-b=BNAI</i>		57,465	293,191	585,952	818,005	1,010,970	1,204,693	1,215,094	1,226,389	1,238,652	1,251,969
<i>Impuestos (t=0,35)</i>		20,113	102,617	205,083	286,302	353,840	421,643	425,283	429,236	433,528	438,189
<i>Beneficio Neto</i>		37,352	190,574	380,869	531,703	657,131	783,050	789,811	797,153	805,124	813,780
<i>Inversión fija total</i>	-1,644,734										
<i>Inversión de trabajo</i>	-100,230										
<i>Préstamo</i>	747,367										
<i>Amortización</i>		-80,287	-87,178	-94,661	-102,786	-111,608	-121,187	-131,589	-142,883	-155,146	-168,463
<i>Depreciación</i>		127,052	127,052	127,052	127,052	127,052	127,052	127,052	127,052	127,052	127,052
Flujo de caja de inversionista	-997,597	84,117	230,448	413,260	555,970	672,575	788,916	785,275	781,322	777,030	772,369

Tabla 32: Flujo de fondos del inversionista.

Fuente: Elaboración propia.

3.6.4 Punto de equilibrio

En este apartado se busca determinar el punto de equilibrio de la empresa, es decir, aquel en el cual los ingresos por ventas de los productos son exactamente equivalentes a los costos totales de producción.

En primer lugar, se obtuvo la tasa de contribución marginal del producto (Cmu) restando el costo variable unitario del producto (Cvu) a el precio de venta unitario correspondiente (Pvu) como puede observarse en la tabla 33.

Producto	Unidades vendidas (u/año)	Pv (US\$/u)	CVu (US\$/u)	Cmu (US\$/u)	CF (US\$/año)	Iv(US\$/año)	TCMu
Decks de WPC	18.327,20	49,22	20,06	29,16	360.750	902.065	0,592

Tabla 33: Contribución marginal unitaria de cada producto.

Fuente: Elaboración propia.

A partir del Cmu del producto dividido por su precio de venta, se obtuvo la tasa de contribución marginal unitaria (TCMu).

Paso siguiente se obtiene el ingreso por ventas correspondiente al punto de equilibrio dividiendo el total de los costos fijos por la TCMu como puede observarse en la tabla 34.

Producto	Unidades en el equilibrio (u/año)	Ventas en el equilibrio (US\$/año)	kg/año
Decks de WPC	12.372,01	608.966	326.629

Tabla 34: Ingreso por ventas y cantidad de unidades a vender en el punto de equilibrio de la empresa.

Fuente: Elaboración propia.

Por último, se obtiene el cociente de las ventas en equilibrio de cada producto y su precio de venta, para obtener las unidades que debe vender la empresa para el punto de equilibrio (tabla 34).

A continuación, se presenta la carta económica en la figura 25 donde puede observarse el ingreso por ventas en equilibrio, el cual debe coincidir con el valor obtenido en la tabla 34 (608.966 US\$). El punto de equilibrio se observa cuando la recta de color rojo corta al eje de las abscisas, es decir cuando el beneficio neto antes de impuestos (BNAI) es igual a 0 (cero).

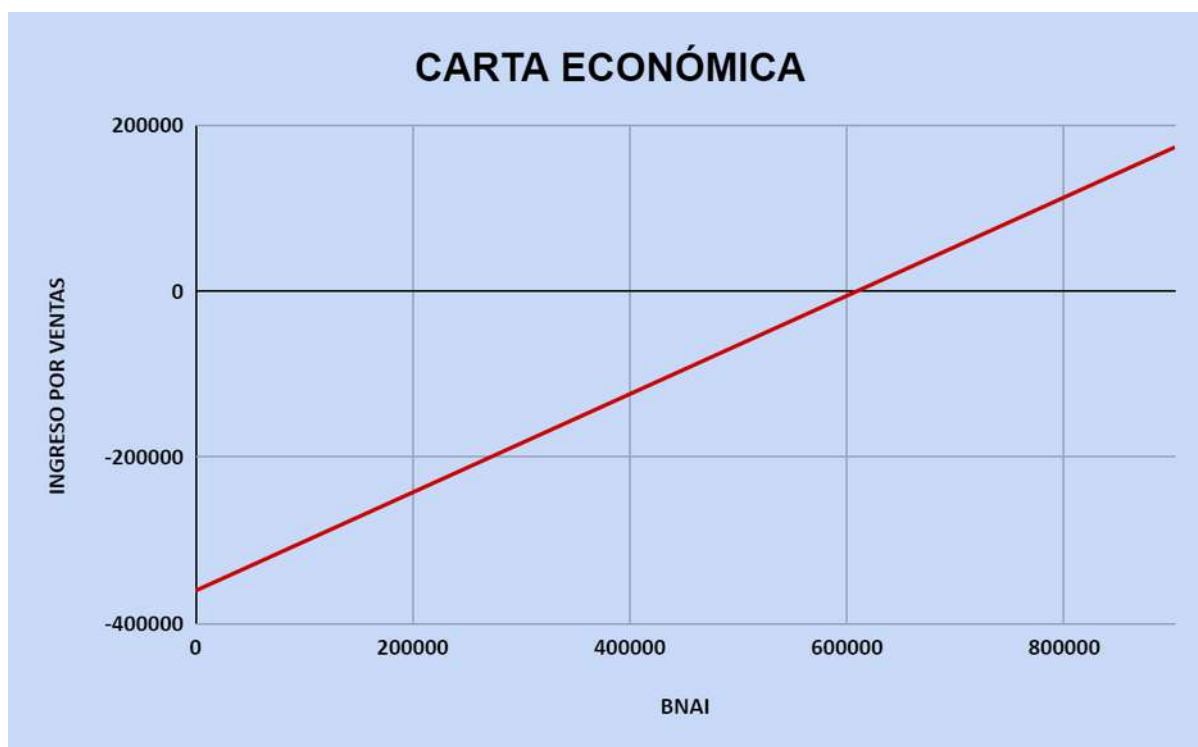


Figura 25: Carta económica.

Fuente: Elaboración propia.

3.6.5 Análisis de sensibilidad

A continuación, se detalla la estructura de costos del proyecto (Figura 26) del primer año donde se puede observar cuáles de ellos son los más significativos. Se vislumbra que la materia prima es la variable que más contribuye a los costos totales de la planta con un 33,5% de total, seguido con aproximadamente la mitad, por el costo de mano de obra (17,5%).

A partir de los porcentajes obtenidos se decide analizar la sensibilidad de 2 parámetros: materia prima, e ingreso por ventas. Son considerados dos parámetros cuyo análisis es de vital importancia para el funcionamiento de la planta, y que se pueden ver ligeramente alterados por el contexto y la situación actual y futura del país, pudiendo afectar en gran medida la supervivencia del proyecto.

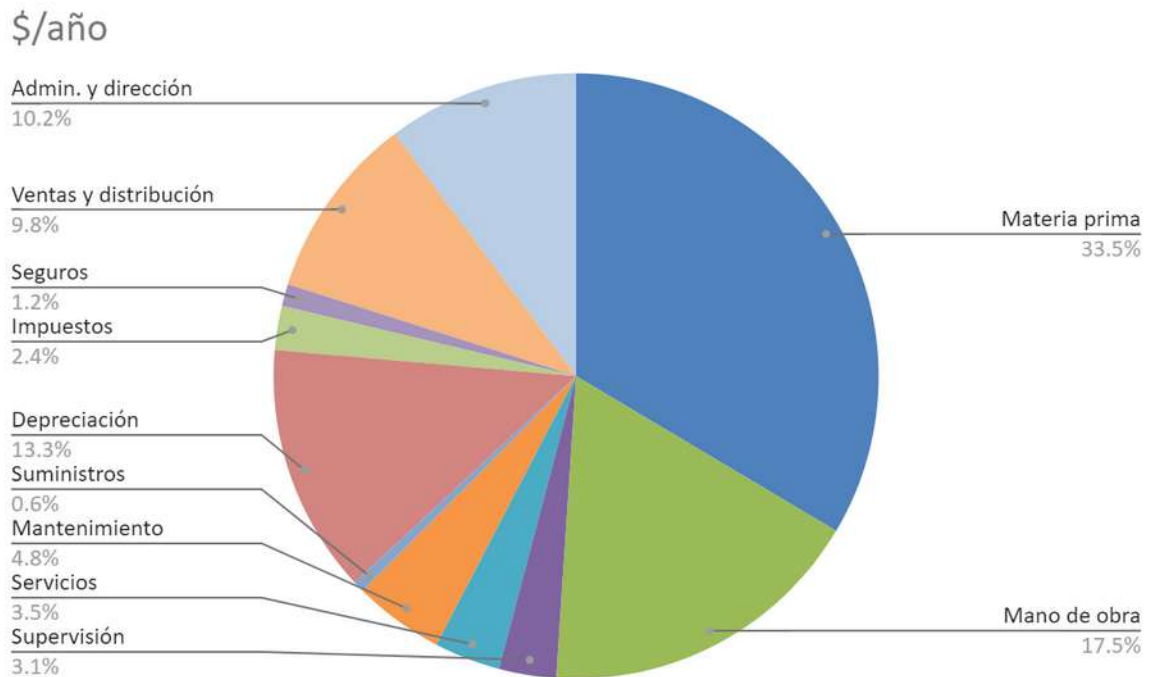


Figura 26: Estructura de costos fijos y variables.
Fuente: Elaboración propia.

El análisis de sensibilidad es realizado por medio del método de familia de curvas, a través del cálculo del valor presente para cada variación del correspondiente parámetro: +30% y -10% para el precio de la materia prima y +10% y -30% para el ingreso por ventas. Las variaciones elegidas para cada uno de los parámetros se hicieron en base a cómo reaccionaría el proyecto ante la presencia de un escenario pesimista. La zona probable del proyecto está comprendida entre las curvas graficadas, como puede observarse en la figura 27.

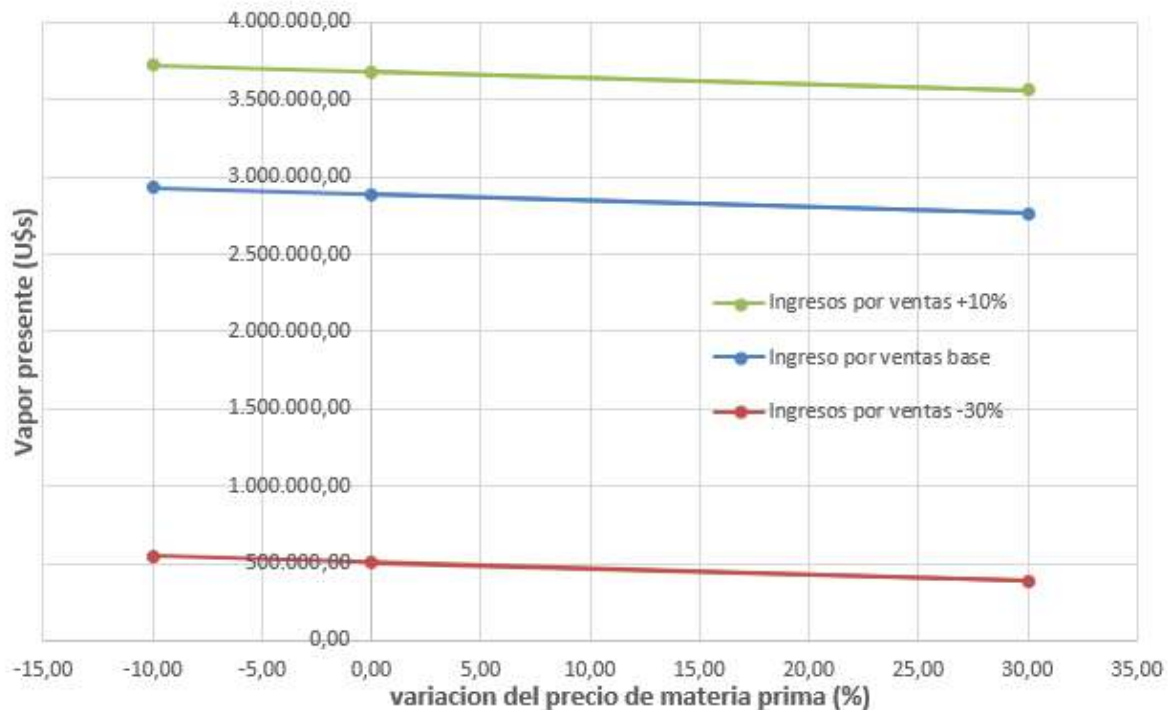


Figura 27: Familia de curvas de sensibilidad.

Fuente: Elaboración propia.

El área entre las rectas representa todos los valores presentes posibles para las variaciones de costos establecidos. Puede apreciarse que hasta en el caso más desfavorable (que disminuyen en un 30% los ingresos por ventas y aumenta en un 30% el precio de la materia prima), el proyecto sigue siendo rentable.

3.6.6 Riesgo

Para realizar el análisis de rentabilidad del proyecto incorporando el riesgo, se utiliza la simulación de Montecarlo, con el complemento Crystal Ball del Excel con 100.000 pruebas. Para ello se definen como las variables más sensibles a: el precio de la materia prima, y al ingreso por ventas. Ambos parámetros influyen ampliamente en la rentabilidad de la empresa y tal como se pudo observar en el análisis de sensibilidad, el precio de la materia prima genera uno de los mayores impactos en los costos variables.

Se define el rango, con valores mínimos y máximos para cada variable, establecidos en el análisis de sensibilidad, y se le asigna una distribución triangular. Como variables a pronosticar, se selecciona Valor Presente del proyecto y la TIR.

A continuación, se muestra el resultado a través de gráficos de distribución de probabilidad (figura 28 y 30), y de probabilidad acumulada (figura 29 y 31).

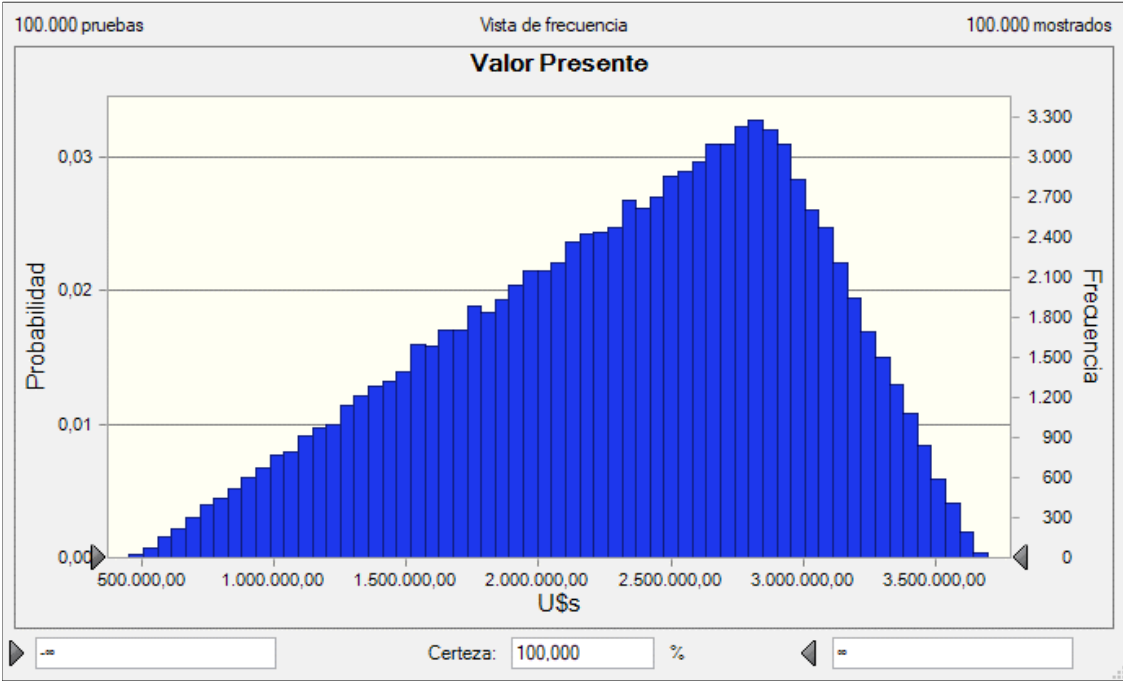


Figura 28: Distribución de probabilidad del Valor Presente del proyecto
Fuente: Elaboración propia.

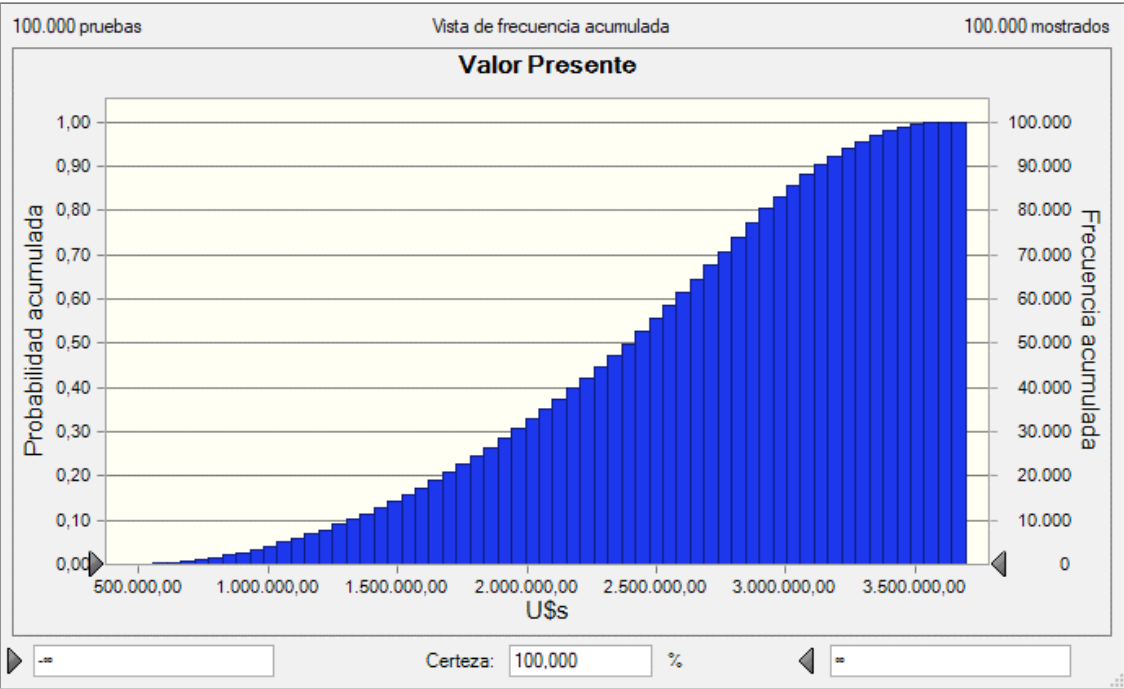


Figura 29: Frecuencia acumulada del Valor Presente del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

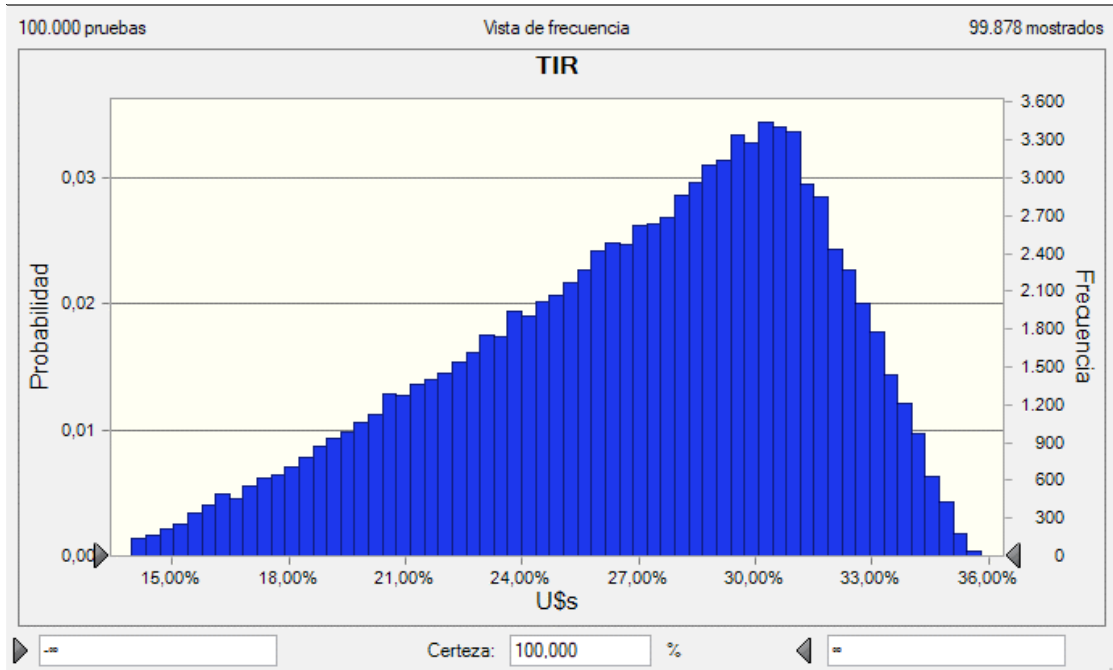


Figura 30: Distribución de probabilidad del TIR

Fuente: Elaboración propia.

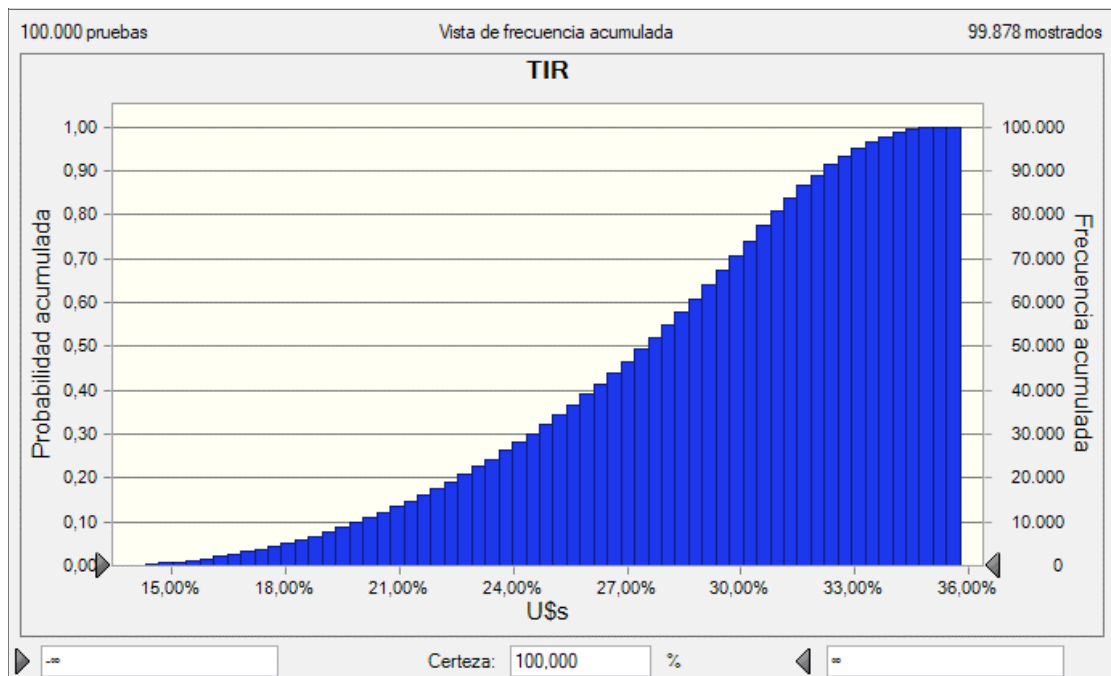


Figura 31: Frecuencia acumulada de la TIR del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

A partir de los resultados obtenidos en las figuras 28 y 29, se puede concluir que la probabilidad tome un valor cercano o sea igual o menor a cero es nula y el valor presente siempre tomará valores entre 438.894U\$s y 3.698.845 U\$s.

De las Figuras 30 y 31 se concluye que la probabilidad de que la Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto sea menor al 8,9% (TRMA) es nula. La TIR siempre tomará valores entre 12,79% y 35,76%.

3.7 IMPACTO SOCIO AMBIENTAL

El objetivo del proyecto no es solo obtener un rédito económico a partir de la producción de tablas de WPC. También persigue la meta de ser un proyecto a partir del cual se puedan obtener beneficios que mejoren tanto el bienestar de la sociedad como del medioambiente para Mar de Plata y las zonas aledañas. La parte económica ya fue analizada en el apartado 3 (desarrollo) del trabajo. Esta sección, se va a centrar en destacar los beneficios tanto sociales como ambientales que se obtienen a partir de todo el proceso de producción de tablas de WPC.

En primer lugar, se analiza los beneficios que conlleva el reciclaje de PEAD, los cuales son: reducción del volumen de residuos, reducción de la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos, ahorro de materia prima fósil, ahorro de energía de procesos, entre otros. Según CAIRPLAS (Cámara Argentina de la Industria de Reciclados Plásticos), por cada 1000 toneladas de PEAD reciclado se obtienen los siguientes beneficios comparando con PEAD virgen (CAIRPLAS, 2014):

- Ahorro de energía de proceso 4.200.000 kwh.
- Ahorro de materia prima fósil 1.300.000 m3 de gas natural.
- Reducción de gases efecto invernadero equivalentes a 126.000 ton de CO₂.
- Reducción de volumen de residuos 5.700 m3

Durante la vida útil del proyecto van a ser utilizadas 2.857 ton de PEAD aproximadamente, lo que significa que se van a ahorrar casi 12.000.000 kwh de energía de procesos, 3.714.000 m3 de gas natural, se va a reducir los gases de efecto invernadero en 360.000 t de CO₂ y el volumen de residuos en 16.300 m3. Los datos mencionados en este párrafo son equivalentes a:

- 12.000.000 kwh/año es el equivalente a brindar energía a casi 4500 hogares/año siendo el consumo promedio de cada hogar de 2700 kwh/año.

- 16.300 m³ de residuos equivalen a casi 5 piscinas olímpicas repletas (3.375 m³/piscina).

En segundo lugar, debido a la utilización de WPC en reemplazo de la madera tradicional para la fabricación de decks, se evita la tala de árboles autóctonos que pueden tardar más de 100 años en desarrollarse. Según datos de Ewar, por cada 10 metros cuadrados de decks producidos se lograría evitar la tala de 1 árbol, lo que significa que durante los 10 años de vida útil del proyecto (343.635 m² de decks aprox.) se evitaría la tala de aproximadamente 34.363 árboles para la fabricación de decks de madera tradicional (Noticias, 2018).

En cuanto a la reutilización de residuos de los aserraderos, la gran contribución que se realiza al medio ambiente es la reducción en la emisión de gases de efecto invernadero, los cuales se miden en la reducción de CO₂ emitido. Para los cálculos de la emisión de CO₂, fueron tomados como referencia los valores propuestos por Guidelinesto Defra (2011) para cada una de las alternativas consideradas de utilización o eliminación de los residuos de madera (EquiPymes S.H., 2014). Los valores son:

- Relleno: 0,93 t CO₂/ t madera.
- Reciclaje: 0 t CO₂/ t madera.
- Combustión: 1,94 t CO₂/t madera.

Durante los 10 años del proyecto son requeridos alrededor de 9.071 toneladas de aserrín, lo que significa que ese aserrín reutilizado equivale a casi 17.600 toneladas de CO₂ emitidos como gases de efecto invernadero si fuese quemado o a casi 8.500 toneladas de CO₂ si fuese utilizado en relleno.

Por último, se debe hacer mención de que el proceso productivo se caracteriza por prácticamente no tener desperdicios ya que todo el scrap del proceso se vuelve a incorporar en el sistema y es reciclable 100%, transformándose en una nueva madera plástica.

A partir de los números presentados en este apartado del proyecto, se puede dar una idea de la potencialidad de crecimiento y de impacto positivo en el medio ambiente que tiene esta industria, transformando los residuos en materias primas evitando su acumulación o su quema y preservando los recursos naturales.

CONCLUSIONES

El mercado de plásticos reciclados representa una gran oportunidad a la hora de plantear un proyecto, dado que se encuentra en constante crecimiento y tanto el beneficio económico como ambiental y el ahorro de recursos son las principales causas para su explotación (al comparar la energía utilizada, al producir con materia prima plástica reciclada se ahorra un 89% con respecto a usar prima plástica virgen). Es por eso, que se evalúa la factibilidad técnica y económica de instalar una planta de reciclado de PEAD en la ciudad de Mar del Plata para la producción de bienes a partir del mismo.

Para la evaluación, en primer lugar, luego de recabar información acerca del mercado mundial de la madera plástica, se plantearon diferentes alternativas de productos y a partir del análisis de estas, se pudo determinar, con el método AHP, que las tablas de WPC son las más conveniente para producir y colocar en el mercado.

Por otro lado, y con el objetivo de poder comprender el sector en el que compete el producto seleccionado y poder prever escenarios futuros, se realizó un análisis del mercado y de los principales competidores. Para el análisis se tuvieron en cuenta aspectos como: la cuota de mercado que cada uno de los competidores cubre, el precio de venta de sus productos, sus fortalezas, debilidades y fuerzas competitivas predominantes. En este apartado, se pudo situar competitivamente al proyecto y se pudo vislumbrar cuales son los principales puntos para tratar y así poder lograr el éxito del proyecto.

Posteriormente, y a partir de la aplicación del método Delphi se buscó determinar en forma aproximada la posible demanda de producto. Paralelamente, y a través de un relevamiento de los precios de venta de la competencia y de la estimación del crecimiento del sector y de la marca se determinó el precio de venta que tendrá el producto para los 10 años de vida útil del proyecto.

Luego de determinar esos parámetros claves, se analizan los equipos de producción seleccionados para poder entender cuál sería la capacidad de respuesta que tiene el proyecto a la demanda calculada a partir del método Delphi. Una vez que se comprende cual es el porcentaje de mercado que se puede atender con la maquinaria seleccionada, se plantea, a partir de la información recabada sobre el mercado de decks de madera plástica, cuál va a ser la capacidad de planta a la que se trabajará durante la vida útil del proyecto.

Paso siguiente, se realizó la evaluación económica y se pudo concluir que la inversión total inicial debe ser de 1.744.964 US\$ y que con una TIR del 30,7 % y un tiempo de repago de 3,1 años, el proyecto es considerado rentable. Se busca que el mismo sea financiado en un 80% con capital de terceros a una tasa del 8,85 %, por lo que la TIR para el inversionista sería de 37,36 %.

Finalmente se realizó el análisis ambiental, el cual indica que el impacto positivo generado en los 10 años de vida del proyecto es muy importante y se traduce en: una disminución de poco menos de 400.000 ton de CO₂ emitidas como gases invernadero, el ahorro de casi 4.000.000 de m³ de gas natural, la reducción del volumen de residuos en 16.300 m³ y casi 35.000 árboles menos talados.

Una vez que la marca fortalezca su posición en el mercado, se cree posible poder obtener tanto un mayor rédito económico como ambiental. Dado el crecimiento constante del sector, gradualmente se podría ir diversificando la cartera de productos, incorporando, por ejemplo, alguno de los analizados anteriormente en este proyecto. La incorporación de una o más líneas a la planta podría ser factible dado el espacio del terreno aún disponible, pero siempre teniendo en cuenta que se cumplan las ordenanzas municipales en cuanto al porcentaje de ocupación del suelo.

El crecimiento y supervivencia de proyectos de este estilo se ven afectados por las políticas gubernamentales en cuanto a la separación de residuos. Si bien en este trabajo no se realizaron análisis de las políticas adoptadas por los gobiernos en cuanto a la preservación del medio ambiente, se cree clave, que se inviertan recursos tanto en adoptar políticas de separación como en educar a la población sobre todos los beneficios y perjuicios que la separación y la no separación acarrearán.

BIBLIOGRAFÍA

- Airkplus (2020). Extraído en abril de 2020, de <https://www.arkiplus.com/que-es-un-deck/>
- ANACLETO SILVESTRE, H. (2004). Aplicaciones de la Ingeniería Económica. Monografía. División De Ingeniería. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”,
- Aranibar, L (2008). Análisis de requerimientos mediante la aplicación de AHP como base para el desarrollo del diseño conceptual de un buque tipo LCU extraído en abril de 2020 de <https://pdfs.semanticscholar.org/4992/56a8e3fd1547b54079282ec46d7110372362.pdf>
- ARTEAGA, F, CASAS, A, CHAHWAN, F, CHAMORRO, A, GRHAM, C (2018). Producción de tejas plásticas. Trabajo Final. Instituto Tecnológico de Buenos Aires, pp. 20,92
- BANCO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES (2020) Financiación en dólares para bienes de capital. Extraído en junio de 2020. https://www.bancoprovincia.com.ar/web/financiacion_dolares_bienes_ca
- BICE (2020) Extraído en noviembre de 2020 de <https://www.bice.com.ar/dev2020/wp-content/themes/bice2020/resources/img/CuadroTasasActivas.pdf>
- BLOCH, R (2016). Envases y Embalajes para el Comercio Internacional. Guía Práctica SA y Ediciones IARA SA.
- Bon, M (2019). Extraído en abril de 2020, de <https://greenboxsl.com/es/pales/palets-de-plastico-la-mejor-solucion-para-el-sector-agroalimentario/>
- Botella Montero, R. (2017). Extraído en abril de 2020, de <https://silo.tips/download/tasa-de-descuento-el-costo-de-capital-tasa-de-descuento-el-costo-de-capital-el-c>
- Cairplas. (2014), Extraído en diciembre de 2020, de http://cairplas.org.ar/news/16/GIRSU_SAN_JUAN_CAIRPLAS.pdf

- Cairplas. (2018), Extraído en abril de 2020, de <http://www.cairplas.org.ar/plasticosreciclables.html>
- CAMUZZI (2019). Tarifas vigentes. Extraído en agosto de 2020. <http://www.camuzzigas.com.ar/tarifas-vigentes>
- CANADA, J.R.Y DE GARMO E.P. (1980). Ingeniería económica. CECSA.
- Centro de estudios y experimentación de obras públicas (cedex), ministerio de fomento (2013), Extraído en marzo de 2020, de http://www.cedexmateriales.es/upload/docs/es_RESIDUOSPLASTICOSDIC2013.pdf
- CHÁVEZ YAGUAL, PAÚL ANDRÉS (2015). Proyecto para Implementación de una Planta de Producción de Pallets de Polipropileno. Trabajo Final. Escuela Superior Politécnica Del Litoral de Guayaquil, Ecuador.
- COLEGIO DE CONTADORES PÚBLICOS DE MÉXICO. (2014). *Finanzas y Sistema Financiero, Boletín de Investigación de la Comisión de Desarrollo Finanzas y Sistema Financiero - Sur Núm. 16.*
- DATOSMACRO.COM (2020). Extraído en agosto de 2020. <https://datosmacro.expansion.com/bono/usa>
- DE GARMO, E.; CANADA, J. (1980). Ingeniería económica. Compañía Editorial Continental.
- De los santos, E. (2019). Extraído en abril de 2020, de <https://parquesalegres.org/biblioteca/blog/que-es-mobiliario-urbano/>
- DIRECCIÓN GENERAL DE GESTIÓN AMBIENTAL Y SERVICIOS URBANOS DEL MUNICIPIO DE GENERAL PUEYRREDON, (2013). Informe Anual Ambiental 2013. Extraído en abril de 2020, <https://www.mardelplata.gob.ar/documentos/enosur/554%20-%20informe%20final%202013%20al%204%20junio%20final.pdf>
- DIRECCIÓN PROVINCIAL DE ESTADÍSTICA (2013) Población, superficie y densidad. Por municipio. Provincia de Buenos Aires. Pob. 2010 y 2020. Sup y dens 2020. Extraído en julio de 2020 <http://www.estadistica.ec.gba.gov.ar/dpe/Estadistica/DPEANU2020/POBLACION/2.1.%20Estructura/8.%20Poblaci%C3%B3n,%20superficie%20y%20densidad.>

[%20Por%20municipio.%20Provincia%20de%20Buenos%20Aires.%20Pob.%202010%20y%202020.%20Sup%20y%20dens%202020..xlsx](#)

- DOS SANTOS, F; CANTO, L; DA SILVA, A ; VISCONTE,L Y VASQUES PACHECO, E. (2018). Processing and Properties of Plastic Lumber, Extraído en abril de 2020, de <https://www.intechopen.com/books/thermosoftening-plastics/processing-and-properties-of-plastic-lumber#B61>
- ECOPLAS. (2015). Extraído en abril de 2020, de http://www.ecoplas.org.ar/centro_nomina_recicladores.php
- ECOPLAS. (2016). Extraído en abril de 2020, de <https://ecoplas.org.ar/industria-del-plastico/>
- ECOPLAS. (2017). Extraído en abril de 2020, de <https://ecoplas.org.ar/datos-de-mercado/>
- ECOPLAS. (2017). Extraído en junio de 2020, de <https://ecoplas.org.ar/tipos-de-plasticos-y-procesos/>
- EDEA (2019) Cuadro Tarifario. Extraído en mayo de 2020.<https://www.edeaweb.com.ar/data/pdf/Edea%20%20Cuadro%20Tarifario%20Hoja%201.pdf>
- ENSINCK, MARÍA GABRIELA. *Basural PET: En la Argentina se tiran 12 millones de botellas de plástico por día, El Cronista, febrero 2017.* <https://www.cronista.com/informaciongral/Basural-PET-en-la-Argentina-se-tiran-12-millones-de-botellas-de-plastico-por-dia-20170201-0026.html>
- EQUIPYMES S.H. (2014) Aprovechamiento integral de la madera: utilización del scrap de los aserraderos de la provincia de Entre Ríos "Propuesta de introducción de la tecnología WPC Wood Plastic Composite para la utilización de los residuos de la industria forestal" Informe final, consejo federal de inversiones provincia de Entre Ríos, pp 22,102,103,104,105,113,133
- FACCyR. (2012). Extraído en abril de 2020, de <https://faccyr.org.ar/c-u-r-a/>
- FECOOTRA (2016) Extraído en junio de 2020 https://www.fecootra.coop/articulo/0001353/creando_conciencia_proveera_mobiliario_urbano_reciclado_al_municipio_de_tigre.php

- FUNDACIÓN ELLEN MACARTHUR. (2018). The new plastics economy: rethinking the future of plastics & catalysing action Extraído en abril de 2020, de http://prohumana.cl/wp-content/uploads/2018/10/NPEC-Hybrid_English_22-11-17_Digital.pdf
- GONZALEZ M, FERRARO, R (2015). Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales N.º 17, marzo, 2015, pp.57-85. Extraído en abril de 2020. https://www.researchgate.net/publication/276905840_Los_residuos_solidos_urbanos_en_Mar_del_Plata_Argentina_problematika_ambiental_o_insumos_para_la_industria
- GREENPEACE. (2018). Extraído en abril de 2020, de <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/datos-sobre-la-produccion-de-plasticos/>
- INDUSTRYARC (2019) Plastic Lumber Market - Industry Analysis, Market Size, Share, Trends, Application Analysis, Growth And Forecast 2020–2025 Extraído en junio de 2020 <https://www.industryarc.com/Research/Plastic-Lumber-Market-Research-501528>
- INVESTING.COM. (2020) Extraído en junio de 2020. https://es.investing.com/rates-bonds/argentina-government-bonds?maturity_from=90&maturity_to=180
- IPROFESIONAL (2005) Extraído en junio de 2020 <https://www.iprofesional.com/legales/13121-patagonia-flooring-una-pyme-que-va-de-mataderos-al-mundo>
- KITECH (2020) Extraído en junio de 2020 de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/hdpe-ldpe-pp-pe-waste-used-plastic-washing-recycling-line-62470387221.html?spm=a2700.7735675.normalList.171.53984d88wIXWMI&s=p&s=p>
- LA CAPITAL (2019) Extraído en julio de 2020 de <https://www.lacapitalmdp.com/mar-del-plata-ya-genera-la-basura-de-una-ciudad-de-1-millon-de-habitantes/#:~:text=El%20arquitecto%20Eduardo%20Ricciuti%20asumi%C3%B3,de%20un%20mill%C3%B3n%20de%20habitantes%E2%80%9D>
- La Capital. (2019). Extraído en abril de 2020, de <https://www.lacapitalmdp.com/una-cooperativa-lanza-tablas-de-plastico-reciclado-para-decks-y-amoblamientos/?>

[fbclid=IwAR3IU9RTPVPgy-pNPIId2BEaDb451j-qWSoMpeUIPBLOF_97EznV7VYa8kgM](https://www.lifecycle.com.ar/ecologico-madera)

- Life Cycle (2020) Extraído en abril de 2020, de <https://www.lifecycle.com.ar/ecologico-madera>
- LÓPEZ SARDI, ESTELA MÓNICA. *Análisis de puntos críticos en la cadena de suministro del PET postconsumo en Argentina*, Telam, marzo 2017, <https://www.telam.com.ar/notas/201703/182056-cadena-consumo-pet-reciclaje-plastico-lopez-sardi.html>
- Magnone, H. (2019), Extraído en abril de 2020, de <https://www.lavoz.com.ar/tendencias/conoce-detalles-de-tejas-termoformadas>
- MAR DEL PLATA ENTRE TODOS (2015) Primer Informe de Monitoreo Ciudadano. pp 48 Extraído en abril de 2020. https://drive.google.com/file/d/1_ZuBtT6rCHH5Pve8WCLgMpaKIoDFkewW/view
- MEYERS, F. E, Y STEPHENS, M (2005). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. Editoria: Pearson Education.I.
- MINISTERIO DE AGROINDUSTRIA (2017). Censo Nacional De Aserraderos 2015 Informe del Relevamiento Censal en la Provincia de Buenos Aires. Extraído en junio de 2020. [https://magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_desarrollo_foresto_industrial/censos_inventario/_archivos/censo//000000_Provincia%20de%20Buenos%20Aires%20\(Octubre%202017\).pdf](https://magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_desarrollo_foresto_industrial/censos_inventario/_archivos/censo//000000_Provincia%20de%20Buenos%20Aires%20(Octubre%202017).pdf)
- MINISTERIO DE AGROINDUSTRIA (2017). Informe Del Relevamiento Censal En La Provincia De Entre Ríos - Región Mesopotámica. Extraído en junio de 2020 [https://magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_desarrollo_foresto_industrial/censos_inventario/_archivos/censo//000000_Provincia%20de%20Entre%20R%20C%20ADos%20\(Diciembre%202017\).pdf](https://magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_desarrollo_foresto_industrial/censos_inventario/_archivos/censo//000000_Provincia%20de%20Entre%20R%20C%20ADos%20(Diciembre%202017).pdf)
- MINISTERIO DE AGROINDUSTRIA (2018). Censo Nacional De Aserraderos Informe del Relevamiento Censal en la Provincia de Corrientes. Extraído en junio de 2020. <https://apefic.org.ar/wp-content/uploads/2019/10/Censo-Nacional-de-Aserraderos-Provincia-de-Corrientes.pdf>
- MIXAWOOD (2020) Extraído en junio de 2020 <https://www.mixawood.com/>

- MIXAWOOD (2020) Extraído en junio de 2020 <https://www.mixawood.com/wp-content/uploads/2020/07/Preguntas-Frecuentes-2020.pdf>
- MORALES, C. (2012). Matemáticas Financieras. Editorial propia. Medellín
- Mundo Constructor. (2018). Extraído en abril de 2020, de <https://www.mundoconstructor.com.ec/madera-plastica-una-opcion-sostenible-que-se-abre-camino-a-la-construccion/>
- MUNDOPLAST (2019). Extraído en abril de 2020, de <https://mundoplast.com/produccion-plasticos-2018/>
- MUNICIPALIDAD DE GENERAL PUEYRREDON (2020) . Extraído en junio de 2020. <https://www.mardelplata.gob.ar/parqueindustrial>
- NAECO (2020). Extraído en junio de 2020, de <https://naeco.com/es/actualidad/higiene-de-los-palets-de-plastico-en-la-industria-alimentaria/?fc=module&module=psblog&controller=posts&slug=higiene-de-los-palets-de-plastico-en-la-industria-alimentaria>
- NOTICIAS (2018) Extraído en noviembre de 2020 de <https://www.pressreader.com/argentina/noticias/20180929/282660393354279>
- OBSERVATORIO DE RECICLAJE (2020). Extraído en junio de 2020. <http://recicladores.com.ar/sitio/home/observatorio>
- Ojeda, M (2011), Extraído en marzo de 2020, de <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/polietileno-de-alta-densidad.html>
- Opazo Ziem, M. (2016). Extraído en abril de 2020, de <http://rm-forwarding.com/2016/11/07/los-pallets-tipos-recomendaciones/>
- PÉREZ CEPEDA M. Matriz de Perfil Competitivo. Extraído en noviembre de 2020 de <https://www.zonaeconomica.com/matriz-del-perfil-competitivo>
- PLASTEUROPE (2016). Extraído en junio de 2020, de https://www.plasteurope.com/news/WOOD_PLASTIC_COMPOSITES_t234216/
- PLASTIMADERA (2015) Extraído en junio de 2020 de https://www.plastimadera.com/web/wp-content/uploads/2015/06/Catalogo-Tarimateck_imp_pm_2015.pdf

- Punto Biz (2020) Extraído en noviembre de 2020 de https://puntobiz.com.ar/noticias/val/128353/val_s/71/mixawood.html
- RAHAL, M, SLEIMAN, S (2013). Estudio de Factibilidad técnico, económico y financiero para la producción de compuestos de madera y plástico en Venezuela. Trabajo Final. Universidad Católica Andrés Bello de Venezuela, pp 43, 44
- RAVA BURSÁTIL S.A. (2020). RIESGO PAIS JPMorgan EMBI+ Extraído en junio de 2020. https://www.rava.com/empresas/perfil.php?e=RIESGO%20PAIS&gclid=CjwKCAjwL2BRA_EiwAacX32Wmny81qHXyQ5EY8-CqUwIxCjW7tOBSvEjqAbvj_Dym_t8D1HVGyDxoCWkEQAvD_BwE
- RECICLAR.S.A. (2018) Extraído en abril de 2020, de <http://reciclarsa.com.ar/presentan-indice-de-reciclado-de-plasticos-en-argentina/>
- REGUANT-ÁLVAREZ, M. Y TORRADO-FONSECA, M. (2016). El método Delphi. REIRE, Revista d'Innovació i Recerca en Educació, 9 (1), 87-102. DOI: 10.1344/reire2016.9.1916
- RESIPLAST. (2019). Extraído en abril de 2020, de <http://resiplast.com.ar/empresa/>
- RIGGS, J. BEDWORTH, D. RANDHAWA, S (2002). Ingeniería económica. Cuarta edición Alfaomega.
- RIQUELME LEIVA, M (2016). FODA: Matriz o Análisis FODA – Una herramienta esencial para el estudio de la empresa. Santiago, Chile. Retrieved de <https://www.analisisfoda.com/>
- ROBERTO BLOCH (2016), Envases y embalajes para el comercio internacional: Pallets y contenedores.
- ROCA GIRÓN, I (2005). Estudio de las propiedades y aplicaciones industriales del polietileno de alta densidad (PEAD). Trabajo Final. Universidad de San Carlos de Guatemala, pp. 2,81,82
- Saesa (2020) Extraído en junio de 2020 de <https://saenergia.com.ar/2020/04/13/cuanto-se-consume-y-como-esta-compuesta-la-demanda-energia-electrica-en-nuestro-pais/>
- Seminario de espacio público (2009) Extraído en junio de 2020 de <http://espaciopublico-ep.blogspot.com/2009/03/mobiliario-urbano.html>

- SPG-PACK (2020) Extraído en julio de 2020
<https://www.spg-pack.com/blog/aditivos-plasticos/>
- TAIS GADEA, LARA. *Contaminación por plásticos: el desafío de reducir su uso y aumentar el reciclado*, La Nación, junio 2018.
<https://www.lanacion.com.ar/comunidad/contaminacion-por-plasticos-el-desafio-de-reducir-su-uso-y-aumentar-el-reciclado-nid2140571>
- TECNOLOGIA DEL PLASTICO (2009) Extraído en junio de 2020
<http://www.plastico.com/temas/Desarrollos,-tendencias-y-perspectiva-del-mercado-de-las-maderas-plasticas+3072802?pagina=1>
- TECNOLOGIA DEL PLASTICO (2011) Extraído en junio de 2020
<https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/02/aditivos-y-rellenos-para-polimeros.html>
- TECNOLOGIA DEL PLASTICO (2012) Extraído en junio de 2020
<http://www.plastico.com/temas/WPC-sigue-en-la-cima+3089777>
- TECNOLOGIA DEL PLASTICO (2015) Extraído en junio de 2020
<http://www.plastico.com/temas/Madera-plastica,-en-un-mercado-que-no-parara-de-crecer,-el-polietileno-es-rey+108640?pagina=2>
- TECNOLOGIA DEL PLASTICO (2020) Extraído en junio de 2020
<https://www.plastico.com/temas/Struktol-Company-of-America,-lider-en-aditivos-para-la-industria-de-compuestos-de-madera-plastico+132975>
- UNIÓN OBREROS Y EMPLEADOS PLÁSTICOS (2020) Extraído en agosto de 2020. <https://www.uoyepweb.org.ar/escala-salarial/>
- Váquiro C, J. (2006). Extraído en mayo de 2020, de <https://www.pymesfuturo.com/puntodeequilibrio.htm>
- ZUGARRAMUNDI A; PARIN M.A.; LUPIN, H.M (1998) Ingeniería económica aplicada a la industria pesquera. FAO. Documento Técnico de Pesca. Roma. FAO
- ZUGARRAMURDI, A. (1998). Ingeniería económica aplicada a la industria pesquera.

Equipos

- ACEMECH (2020) Extraído en junio de 2020 de https://spanish.alibaba.com/product-detail/waterproof-wpc-hollow-wall-panel-profile-making-machine-production-line-60745048769.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.2f4642e8nUY7uh
- BAISHENG (2020) Extraído en junio de 2020 de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/sieve-machine-sawdust-spin-vibrating-screen-separator-60437577210.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.4e1b48924f6BCx>
- KITECH (2020) Extraído en junio de 2020 de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/hdpe-ldpe-pp-pe-waste-used-plastic-washing-recycling-line-62470387221.html?spm=a2700.7735675.normalList.171.53984d88wIXWMI&s=p&s=p>
- LVDAO (2020) Extraído en junio de 2020 de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/top-quality-ce-iso-standard-high-performance-small-plastic-crusher-price-60519496956.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.6f8a7282CM4WHR&s=p>
- MINGYANG (2020) Extraído en junio de 2020 de https://spanish.alibaba.com/product-detail/plywood-biomass-sawdust-sugar-cane-crusher-wood-hammer-mill-machine-with-cyclone-for-sale-62122697411.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.163c7416ExU2un
- SANJIN (2020) Extraído en junio de 2020 de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/rotary-drier-used-for-sawdust-sand-slag-vinasse-etc-672571095.html?spm=a2700.galleryofferlist.0.0.67ab56a2j0zvEO>
- YUANDA BOILER (2020) Extraído en junio de 2020 de https://spanish.alibaba.com/product-detail/vertical-small-gas-oil-steam-boiler-200kg-hr-300kg-hr-500kg-hr-60277489465.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.3d034ffcFDAbyl

ANEXOS

Anexo 1

En el anexo 1 se presentan las preguntas más destacadas realizadas a las principales empresas productoras de madera plástica de Argentina con el objetivo de poder determinar cuáles de los productos presentes en sus carteras son los que se llevan la mayor parte del mercado y en qué proporciones lo hacen. Además, se presenta un listado de las empresas vendedoras de decks consultadas para poder estimar la demanda de decks de madera plástica en Argentina. Dichas entrevistas fueron realizadas vía telefónica en el período agosto-noviembre del año 2020.

Empresas productoras de madera plástica

- Econciencia

¿Qué productos de madera plástica venden?

-Decks, postes redondos y cuadrados, tirantes, huertas orgánicas, juegos infantiles y composteras.

¿Cuál es el producto que más venden?

-Más del 90% de las ventas pertenecen a los decks y el producto que le sigue son las mesas canadienses.

¿Qué cantidad de decks venden?

-La producción anual es de aproximadamente 10.000 m².

- Ewar Madera tecnológica

¿Qué productos de madera plástica venden?

-Decks, sidings, tejas para techos, muebles de jardín, juegos para chicos, mesas, bancos para exterior, cerramientos y canteros entre otros.

¿Cuál es el producto que más venden?

-Decks, con aproximadamente un 90% de las ventas, seguido por los muebles de jardín, mesas y bancos para exterior.

¿Qué cantidad de decks venden?

-Aproximadamente 29.000 m²/año.

- Mixawood

¿Qué productos de madera plástica vende?

-Decks y perfiles.

¿Cuál es el producto que más venden?

-Sin ninguna duda los decks, en casi toda su totalidad.

¿Qué cantidad de decks venden?

-La producción anual es de aproximadamente 60.000 m².

- Ecodeck

¿Qué productos de madera plástica venden?

-Decks.

¿Qué cantidad de decks venden?

-Aproximadamente 8.000 m²

Siendo ustedes unos de los importadores más importantes de decks de madera plástica de Argentina, ¿Conocen el número de importadores que hay en el país y que cantidad de decks venden?

-Si, aproximadamente son entre 15 y 20 importadores cuyas ventas son de aproximadamente 4.000 m² para cada uno de los importadores.

Anexo 2

En este anexo se presentan las preguntas realizadas en cada etapa del método Delphi a los principales vendedores de decks de madera plástica en Argentina. Dichas entrevistas fueron realizadas vía telefónica el período agosto-noviembre del año 2020.

- Primera iteración:

¿Conocen cuál es la demanda aproximada de decks de madera plástica en Argentina? (Pregunta 1).

¿Tienen pronósticos para los siguientes años? (Pregunta 2).

¿Creen que el mercado de decks de madera plástica está en crecimiento? (Pregunta 3).

ITERACIÓN 1	Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3
Ewar	No	No	Si
Econciencia	No	No	Si
Ecodeck	No	No	Si
Mixawood	No	No	Si

Tabla II.1: Respuestas a la primera iteración del Método Delphi.

Fuente: Elaboración propia.

- Segunda iteración:

Al no tener conocimiento acerca de la demanda total aproximada de decks de madera plástica en Argentina, ¿creen que es una buena estimación si se suman las ventas del 2019 de los principales vendedores de decks de madera plástica de Argentina? (Pregunta 1).

¿En qué porcentaje creen que crecen las ventas por año? (Pregunta 2).

ITERACIÓN 2	Pregunta 1	Pregunta 2
Ewar	Si	10 % aprox.
Econciencia	Si	No se
Ecodeck	Si	Entre 5 y 10 %
Mixawood	Si	10% aprox.

Tabla II. 2: Respuestas a la segunda iteración del Método Delphi.

Fuente: Elaboración propia.

- Tercera iteración:

¿Qué cantidad de decks de madera plástica vendieron este último año (2019)? (Pregunta 1).

¿Consideran que la demanda anual puede crecer a razón de un 10%? (Pregunta 2).

ITERACIÓN 3	Pregunta 1	Pregunta 2
Ewar	28800	Si
Econciencia	10000	Si
Ecodeck + Importados	60000	Si

Mixawood	60000	Si
-----------------	-------	----

Tabla II. 3: Respuestas a la tercera iteración del Método Delphi.

Fuente: Elaboración propia.

- Cuarta iteración:

¿Consideran que podría ser factible que la cantidad de ventas de decks de madera plastica sea aproximadamente 158800 m²/año, considerando el total de ventas obtenido a partir de la tercera iteración? (Pregunta 1).

ITERACIÓN 4	Pregunta 1
Ewar	Si
Econciencia	Si
Ecodeck	Si
Mixawood	Si

Tabla II. 4: Respuestas a la cuarta iteración del Método Delphi.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 3

En el anexo 3 se presentan las matrices de comparación de las diferentes opciones de productos a comercializar comparadas por cada criterio junto con sus respectivas matrices normalizadas. Las tablas 1 Y 2 corresponden al criterio A, la 3 y 4 al criterio B, la 5 y 6 al criterio C, la 7 y 8 al criterio D, la 9 y 10 al criterio E, la 11 y 12 al criterio F, y la 13 y 14 al criterio G.

A	1	2	3	4
Deck (1)	1.000	7.000	5.000	3.000
Pallet (2)	0.143	1.000	0.333	0.200
Tejas (3)	0.200	3.000	1.000	0.333
Mobiliario urbano (4)	0.333	5.000	3.000	1.000

Tabla III. 1: Matriz de comparación de las opciones en función al criterio A.

Fuente: Elaboración propia.

A	1	2	3	4
Deck (1)	0.597	0.438	0.536	0.662
Pallet (2)	0.085	0.063	0.036	0.044
Tejas (3)	0.119	0.188	0.107	0.074
Mobiliario urbano (4)	0.199	0.313	0.321	0.221

Tabla III. 2: Matriz de comparación de las opciones en función del criterio A, normalizada.

Fuente: Elaboración propia.

B	1	2	3	4
Deck (1)	1.000	0.333	0.143	0.200
Pallet (2)	3.000	1.000	0.200	0.333
Tejas (3)	7.000	5.000	1.000	3.000
Mobiliario urbano (4)	5.000	3.000	0.333	1.000

Tabla III. 3: Matriz de comparación de las opciones en función al criterio B.

Fuente: Elaboración propia.

B	1	2	3	4
Deck (1)	0.063	0.036	0.085	0.044
Pallet (2)	0.188	0.107	0.119	0.074
Tejas (3)	0.438	0.536	0.597	0.662
Mobiliario urbano (4)	0.313	0.321	0.199	0.221

Tabla III. 4: Matriz de comparación de las opciones en función del criterio B, normalizada.

Fuente: Elaboración propia.

C	1	2	3	4
Deck (1)	1.0	1.0	5.0	1.0
Pallet (2)	1.0	1.0	5.0	1.0
Tejas (3)	0.2	0.2	1.0	0.2
Mobiliario urbano (4)	1.0	1.0	5.0	1.0

Tabla III. 5: Matriz de comparación de las opciones en función al criterio C.

Fuente: Elaboración propia.

C	1	2	3	4
Deck (1)	0.313	0.313	0.313	0.313
Pallet (2)	0.313	0.313	0.313	0.313
Tejas (3)	0.063	0.063	0.063	0.063
Mobiliario urbano (4)	0.313	0.313	0.313	0.313

Tabla III. 6: Matriz de comparación de las opciones en función del criterio C, normalizada.

Fuente: Elaboración propia.

D	1	2	3	4
Deck (1)	1.000	5.000	3.000	5.000
Pallet (2)	0.200	1.000	0.333	1.000
Tejas (3)	0.333	3.000	1.000	3.000
Mobiliario urbano (4)	0.200	1.000	0.333	1.000

Tabla III. 7: Matriz de comparación de las opciones en función al criterio D.

Fuente: Elaboración propia.

D	1	2	3	4
Deck (1)	0.577	0.500	0.643	0.500
Pallet (2)	0.115	0.100	0.071	0.100
Tejas (3)	0.192	0.300	0.214	0.300
Mobiliario urbano (4)	0.115	0.100	0.071	0.100

Tabla III. 8: Matriz de comparación de las opciones en función del criterio D, normalizada.

Fuente: Elaboración propia.

E	1	2	3	4
Deck (1)	1.000	3.000	5.000	3.000
Pallet (2)	0.333	1.000	3.000	1.000
Tejas (3)	0.200	0.333	1.000	0.333
Mobiliario urbano (4)	0.333	1.000	3.000	1.000

Tabla III. 9: Matriz de comparación de las opciones en función al criterio E.

Fuente: Elaboración propia.

E	1	2	3	4
Deck (1)	0.536	0.563	0.417	0.563
Pallet (2)	0.179	0.188	0.250	0.188
Tejas (3)	0.107	0.063	0.083	0.063
Mobiliario urbano (4)	0.179	0.188	0.250	0.188

Tabla III. 10: Matriz de comparación de las opciones en función del criterio E, normalizada.

Fuente: Elaboración propia.

F	1	2	3	4
Deck (1)	1.000	3.000	1.000	1.000
Pallet (2)	0.333	1.000	0.333	0.333
Tejas (3)	1.000	3.000	1.000	1.000
Mobiliario urbano (4)	1.000	3.000	1.000	1.000

Tabla III. 11: Matriz de comparación de las opciones en función al criterio F.

Fuente: Elaboración propia.

F	1	2	3	4
Deck (1)	0.3	0.3	0.3	0.3
Pallet (2)	0.1	0.1	0.1	0.1

Tejas (3)	0.3	0.3	0.3	0.3
Mobiliario urbano (4)	0.3	0.3	0.3	0.3

Tabla III. 12: Matriz de comparación de las opciones en función del criterio F, normalizada.

Fuente: Elaboración propia.

G	1	2	3	4
Deck (1)	1.000	1.000	5.000	1.000
Pallet (2)	1.000	1.000	5.000	1.000
Tejas (3)	0.200	0.200	1.000	0.200
Mobiliario urbano (4)	1.000	1.000	5.000	1.000

Tabla III. 13: Matriz de comparación de las opciones en función al criterio G.

Fuente: Elaboración propia

G	1	2	3	4
Deck (1)	0.313	0.313	0.313	0.313
Pallet (2)	0.313	0.313	0.313	0.313
Tejas (3)	0.063	0.063	0.063	0.063
Mobiliario urbano (4)	0.313	0.313	0.313	0.313

Tabla III. 14: Matriz de comparación de las opciones en función del criterio G, normalizada.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 4

En el anexo 3 se detallan los precios al que venden el m2 de deck los principales competidores.

Tulli hnos.	US\$/m2
Saligna	9.22
Guayabira	54.69
Lapacho	78.13

Tabla IV. 1: Precio del m2 de las diferentes maderas utilizadas para hacer decks en Tulli hnos.

Fuente: Elaboración propia según datos brindados por el fabricante.

Patagonia	US\$/m2
WPC	64.06

Tabla IV. 2: Precio de m2 del WPC para hacer decks en Patagonia Flooring.

Fuente: Elaboración propia según datos brindados por el fabricante.

San Francisco	US\$/m2
Grandis (eucalipto)	12.19
WPC (1ra gen.)	62.03
WPC recubierto (4ta gen.)	100.00

Tabla IV. 3: Precio del m2 las diferentes maderas utilizadas para hacer decks en la empresa San Francisco.

Fuente: Elaboración propia según datos brindados por el fabricante.

Maderera Misiones	US\$/m2
Grandis (eucalipto)	14.94
WPC	96.88

Tabla IV. 4: Precio del m2 las diferentes maderas utilizadas para decks en maderera Misiones.

Fuente: Elaboración propia según datos brindados por el fabricante.

Madercar	US\$/m2
PVC	92.19

Tabla III. 5: Precio del m2 de WPC para hacer decks en Madercar

Fuente: Elaboración propia según datos brindados por el fabricante.

Econciencia	US\$/m2
Madera plástica 100% plastico	54.69

Tabla IV. 6: Precio del m2 de WPC para hacer decks en Econciencia.

Fuente: Elaboración propia según datos brindados por el fabricante.

Ewar	US\$/m2
WPC	57.81

Tabla IV. 7: Precio del del m2 de WPC para hacer decks en Ewar.

Fuente: Elaboración propia según datos brindados por el fabricante.

Eckodeck	US\$/m2
WPC	67.97

Tabla IV. 8: Precio del m2 de WPC para hacer decks en Eckodeck.

Fuente: Elaboración propia según datos brindados por el fabricante.

Mixawood	US\$/m2
WPC	67.97

Tabla IV. 9: Precio del m2 de WPC para hacer decks en Mixawood.

Fuente: Elaboración propia según datos brindados por el fabricante.