

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Industrial



ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE MOBILIARIO ESCOLAR PARA PRIMARIA A PARTIR DE WOOD- PLASTIC COMPOSITE

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Rodrigo Fernando Alffiret Dextre

Código 20160041

Bruno Esteban Mormontoy Castro

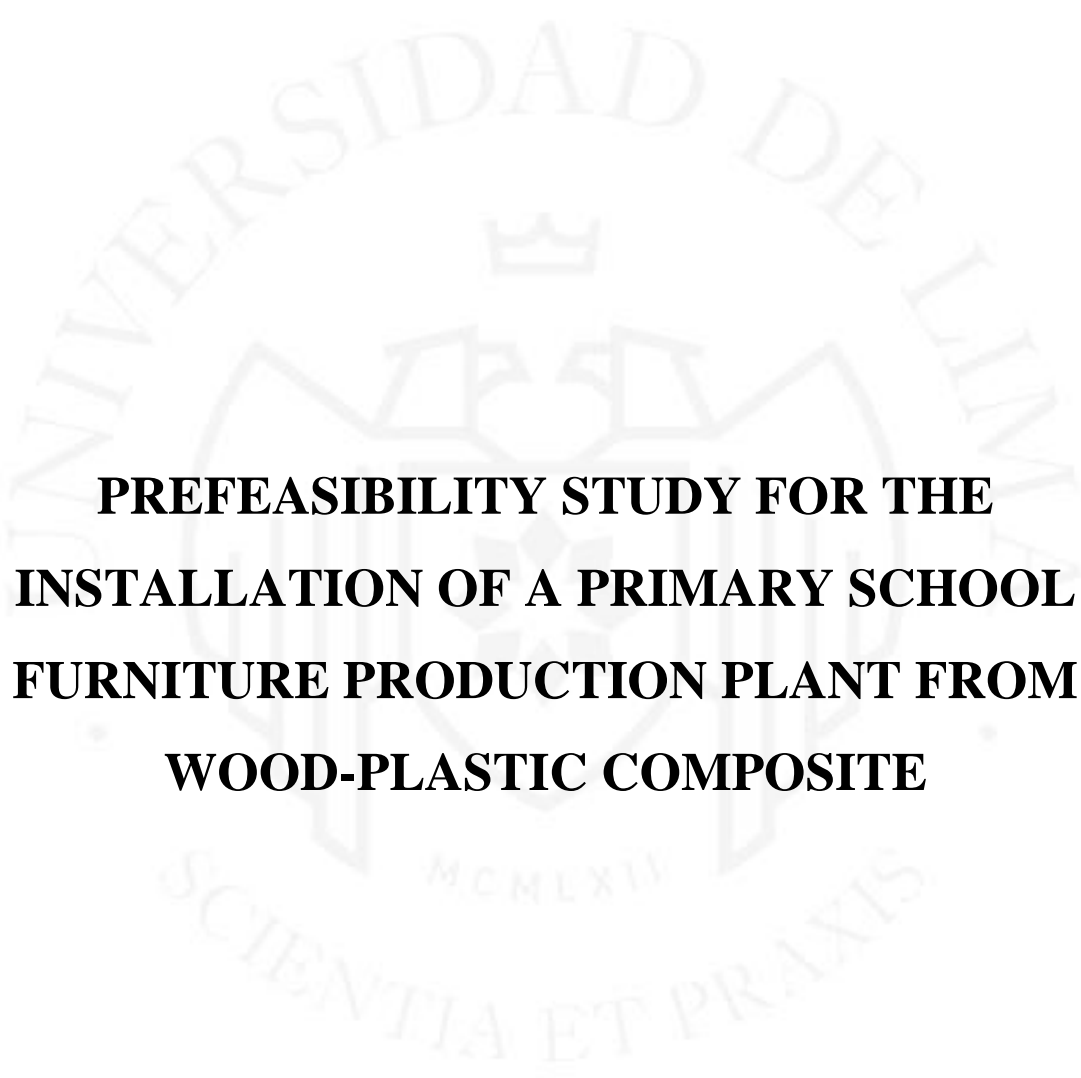
Código 20160941

Asesor

Jorge Alfredo Montoya Barragan

Lima – Perú

Julio de 2024



**PREFEASIBILITY STUDY FOR THE
INSTALLATION OF A PRIMARY SCHOOL
FURNITURE PRODUCTION PLANT FROM
WOOD-PLASTIC COMPOSITE**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	xv
ABSTRACT.....	xvi
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1 Problemática.....	1
1.2 Objetivos de la investigación	2
1.2.1 Objetivo general	2
1.2.2 Objetivos específicos	2
1.3 Alcance de la investigación.....	3
1.4 Justificación del tema	3
1.4.1 Técnica.....	3
1.4.2 Económica	4
1.4.3 Social	5
1.5 Hipótesis del trabajo.....	5
1.6 Marco referencial	6
1.7 Marco conceptual	8
CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO	11
2.1 Aspectos generales del estudio de mercado	11
2.1.1 Definición comercial del producto	11
2.1.2 Usos del producto, bienes sustitutos y complementarios	11
2.1.3 Determinación del área geográfica que abarcará el estudio	12
2.1.4 Análisis del sector industrial.....	12
2.1.5 Modelo de Negocios	18
2.2 Metodología a emplear en la investigación de mercado	19
2.3 Demanda potencial.....	19
2.3.1 Patrones de consumo: incremento poblacional, estacionalidad, aspectos culturales.....	19
2.3.2 Determinación de la demanda potencial en base a patrones de consumo similares.....	21
2.4 Determinación de la demanda de mercado en base a fuentes	22
2.4.1 Demanda del proyecto cuando no existe data histórica.....	22

2.5	Análisis de la oferta.....	25
2.5.1	Empresas productoras, importadoras y comercializadoras.....	25
2.5.2	Participación de mercado de los competidores actuales.....	26
2.6	Definición de la Estrategia de Comercialización	26
2.6.1	Políticas de comercialización y distribución	26
2.6.2	Publicidad y promoción.....	28
2.6.3	Análisis de precios	28
CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA.....		31
3.1	Identificación y análisis de los factores de localización	31
3.2	Identificación y descripción de las alternativas de localización	33
3.3	Evaluación y selección de localización.....	39
3.3.1	Evaluación y selección de la macro localización	39
3.3.2	Evaluación y selección de la micro localización	40
CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA		47
4.1	Relación tamaño-mercado.....	47
4.2	Relación tamaño-recursos productivos	47
4.3	Relación tamaño-tecnología.....	50
4.4	Relación tamaño-punto de equilibrio	50
4.5	Selección del tamaño de planta	51
CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO.....		52
5.1	Definición técnica del producto	52
5.1.1	Especificaciones técnicas, composición y diseño del producto	52
5.1.2	Marco regulatorio para el producto	54
5.2	Tecnologías existentes y procesos de producción.....	54
5.2.1	Naturaleza de la tecnología requerida	54
5.2.2	Proceso de producción.....	59
5.3	Características de las instalaciones y equipos	66
5.3.1	Selección de la maquinaria y equipos.....	66
5.3.2	Especificaciones de la maquinaria.....	66
5.4	Capacidad instalada.....	70
5.4.1	Cálculo detallado del número de máquinas y operarios requeridos	70
5.4.2	Cálculo de la capacidad instalada.....	74
5.5	Resguardo de la calidad y/o inocuidad del producto	75
5.5.1	Calidad de la materia prima y de los insumos	75

5.5.2	Calidad del proceso	75
5.5.3	Calidad del producto.....	76
5.6	Estudio de Impacto Ambiental.....	76
5.7	Seguridad y Salud ocupacional	80
5.8	Sistema de mantenimiento	82
5.9	Diseño de la Cadena de Suministro	85
5.10	Programa de producción	86
5.11	Requerimiento de insumos, servicios y personal indirecto.....	87
5.11.1	Materia prima, insumos y otros materiales.....	87
5.11.2	Servicios: energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc.....	90
5.11.3	Determinación del número de trabajadores indirectos	91
5.11.4	Servicios de terceros	91
5.12	Disposición de planta	92
5.12.1	Características físicas del proyecto.....	92
5.12.2	Determinación de las zonas físicas requeridas	96
5.12.3	Cálculo de áreas para cada zona	98
5.12.4	Dispositivos de seguridad industrial y señalización.....	102
5.12.5	Disposición de detalle de la zona productiva	103
5.12.6	Disposición general	107
5.13	Cronograma de implementación del proyecto	108
CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN.....		110
6.1	Formación de la organización empresarial	110
6.2	Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios; y funciones generales de los principales puestos.....	111
6.3	Esquema de la estructura organizacional	113
CAPÍTULO VII: PRESUPUESTOS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....		114
7.1	Inversiones	114
7.1.1	Estimación de las inversiones de largo plazo (tangibles e intangibles).....	114
7.1.2	Estimación de las inversiones de corto plazo (Capital de trabajo).....	117
7.2	Costos de producción	119
7.2.1	Costos de las materias primas.....	119
7.2.2	Costo de la mano de obra directa.....	119
7.2.3	Costo Indirecto de Fabricación (materiales indirectos, mano de obra indirecta y costos generales de planta)	119

7.3	Presupuesto Operativos	120
7.3.1	Presupuesto de ingreso por ventas	120
7.3.2	Presupuesto operativo de costos	121
7.3.3	Presupuesto operativo de gastos	121
7.4	Presupuestos Financieros	122
7.4.1	Presupuesto de Servicio de Deuda.....	122
7.4.2	Presupuesto de Estado Resultados.....	123
7.4.3	Presupuesto de Estado de Situación Financiera	124
7.4.4	Flujo de fondos netos.....	127
7.5	Evaluación Económica y Financiera	128
7.5.1	Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR	129
7.5.2	Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR.....	129
7.5.3	Análisis de ratios (liquidez, solvencia, rentabilidad) e indicadores económicos y financieros del proyecto.....	130
7.5.4	Análisis de sensibilidad del proyecto	132
CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO		136
8.1	Indicadores sociales	136
8.2	Interpretación de indicadores sociales	137
CONCLUSIONES		138
RECOMENDACIONES		139
REFERENCIAS.....		140
BIBLIOGRAFIA		148
ANEXOS.....		153

ÍNDICE DE TABLAS

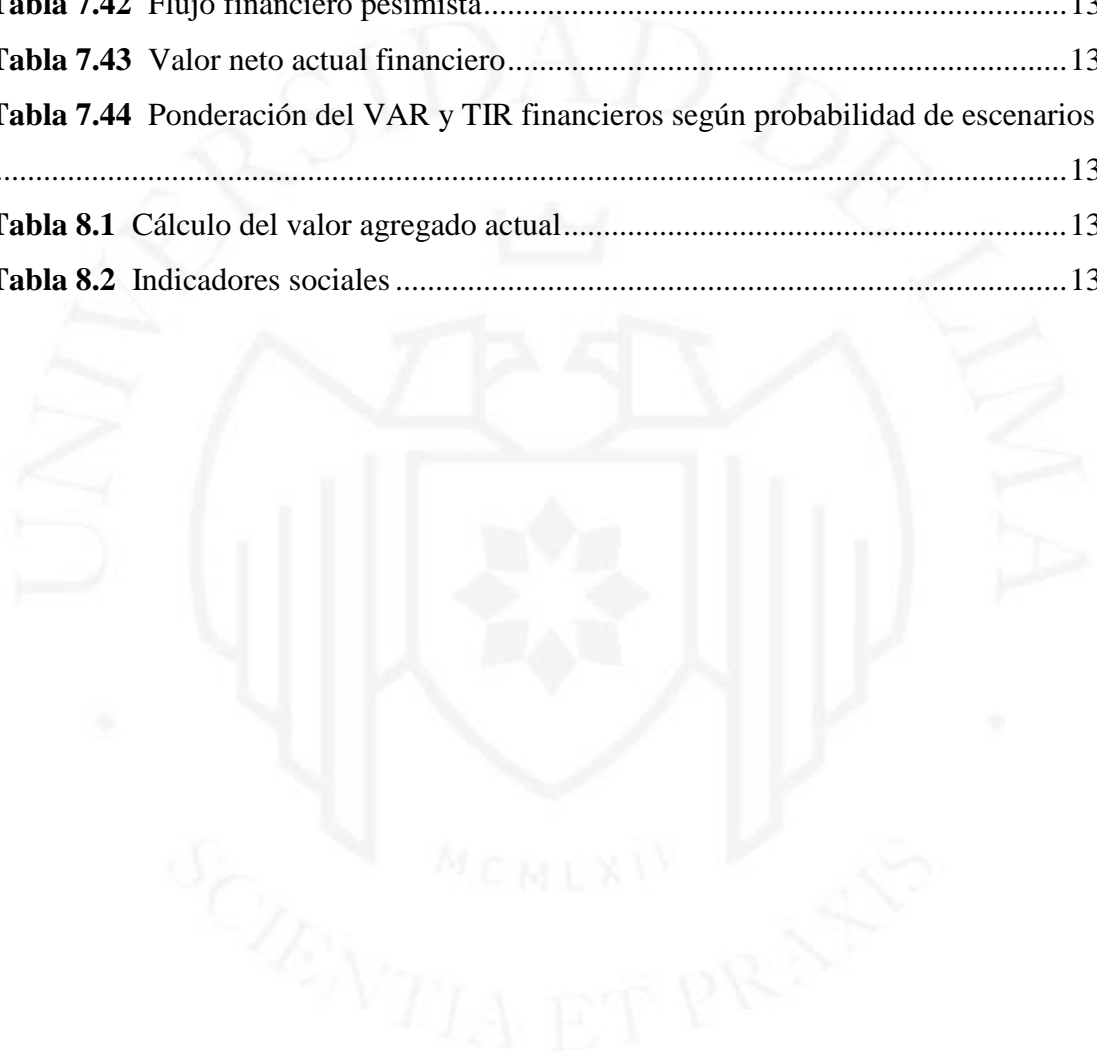
Tabla 2.1 Variación PBI sector construcción	20
Tabla 2.2 Consumo de muebles por persona por país de Latinoamérica (dólares/persona - 2019)	22
Tabla 2.3 Estudiantes de nivel primario matriculados en Lima en miles de personas (2014-2020)	22
Tabla 2.4 Comparación de coeficientes de determinación	23
Tabla 2.5 Pronóstico de estudiantes de educación primaria en miles de personas (2022- 2027)	23
Tabla 2.6 Distribución de la matrícula de primaria por escuelas por región (porcentual - 2017).....	23
Tabla 2.7 Demanda del proyecto (en unidades).....	25
Tabla 2.8 Importaciones de muebles consolidadas de enero a abril 2021-2022, en dólares.....	26
Tabla 2.9 Tarifario de precios de envío	27
Tabla 2.10 Índice de precio al consumidor para muebles, accesorios fijos y reparación	29
Tabla 2.11 Tabla de precios para carpetas escolares al 2015	30
Tabla 3.1 Distribución de las empresas de la industria plástica	34
Tabla 3.2 Distribución de las empresas por nivel de transformación y región.....	35
Tabla 3.3 Población económicamente activa entre el 2016-2020 en miles de personas	35
Tabla 3.4 Nivel educativo de la población mayor de 15 años entre el 2016-2020	36
Tabla 3.5 Distancia entre la alternativa y el mercado meta expresado en kilómetros ..	36
Tabla 3.6 Matriz de enfrentamientos de factores de macro localización.....	39
Tabla 3.7 Resumen de los factores de macro localización	40
Tabla 3.8 Ránking de factores de macrolocalización	40
Tabla 3.9 Precios del terreno industrial expresado en USD/m ²	41
Tabla 3.10 Densidad Poblacional	45
Tabla 3.11 Matriz de enfrentamiento de factores de micro localización	45
Tabla 3.12 Resumen de los factores de micro localización	46
Tabla 3.13 Ránking de factores de micro localización	46

Tabla 4.1	Demanda proyectada módulos por año.....	47
Tabla 4.2	Data histórica de residuos plásticos en la ciudad de Lima en toneladas.....	48
Tabla 4.3	Proyección de los residuos plásticos en la ciudad de Lima en kilogramos ..	48
Tabla 4.4	Disponibilidad de viruta de madera en kilogramos	49
Tabla 4.5	Tamaño-recurso productivo expresado en cantidad de módulos.....	49
Tabla 4.6	Análisis tamaño-tecnología.....	50
Tabla 4.7	Cálculo del punto de equilibrio.....	51
Tabla 4.8	Elección del tamaño de planta	51
Tabla 5.1	Cuadro de especificaciones técnicas de calidad	53
Tabla 5.2	Tecnologías disponibles.....	55
Tabla 5.3	Selección de tecnología	56
Tabla 5.4	Descripción de maquinarias para operaciones.....	66
Tabla 5.5	Ficha técnica para la balanza industrial	66
Tabla 5.6	Ficha técnica para la báscula	67
Tabla 5.7	Ficha técnica para el lavado.....	67
Tabla 5.8	Ficha técnica para el secado.....	67
Tabla 5.9	Ficha técnica para el precalentado	68
Tabla 5.10	Ficha técnica para el molido	68
Tabla 5.11	Ficha técnica para el tamizado.....	68
Tabla 5.12	Ficha técnica para el mezclado	69
Tabla 5.13	Ficha técnica para la línea de extrusión.....	69
Tabla 5.14	Ficha técnica para el cortado manual.....	69
Tabla 5.15	Ficha técnica para el perforado	70
Tabla 5.16	Ficha técnica para el encajado	70
Tabla 5.17	Cálculo del número de máquinas.....	72
Tabla 5.18	Capacidad de los procesos manuales	72
Tabla 5.19	Cálculo de número de operarios	73
Tabla 5.20	Capacidad instalada de planta.....	74
Tabla 5.21	Requerimientos de calidad del proceso	75
Tabla 5.22	Estudio de impacto ambiental.....	77
Tabla 5.23	Nivel de significancia	77
Tabla 5.24	Criterios de significancia	77
Tabla 5.25	Valoración de índices.....	80
Tabla 5.26	Valoración según el nivel de riesgo	81

Tabla 5.27	Programa de mantenimiento preventivo Balanzas.....	83
Tabla 5.28	Programa de mantenimiento preventivo Lavadora.....	83
Tabla 5.29	Programa de mantenimiento preventivo Secador	84
Tabla 5.30	Programa de mantenimiento preventivo Tanque agitador con chaqueta	84
Tabla 5.31	Programa de mantenimiento preventivo Molino de martillos	84
Tabla 5.32	Programa de mantenimiento preventivo Tamiz vibratorio	84
Tabla 5.33	Programa de mantenimiento preventivo Mezclador-granulador	84
Tabla 5.34	Programa de mantenimiento preventivo Línea de extrusión	85
Tabla 5.35	Programa de mantenimiento preventivo Mesa de corte.....	85
Tabla 5.36	Programa de mantenimiento preventivo Taladro de banco industrial	85
Tabla 5.37	Programa de producción en unidades de módulos.....	87
Tabla 5.38	Programa de producción expresado en kilogramos	87
Tabla 5.39	Necesidad Bruta de materia prima e insumos.....	88
Tabla 5.40	Stock de Seguridad (SS) de materia prima e insumos	88
Tabla 5.41	Tamaño de lote óptimo de materia prima e insumos	89
Tabla 5.42	Inventario Final de materia prima e insumos.....	89
Tabla 5.43	Necesidad Neta de materia prima e insumos	90
Tabla 5.44	Consumo de energía eléctrica	90
Tabla 5.45	Cantidad de trabajadores indirectos	91
Tabla 5.46	Ficha técnica del tornillo sinfín	92
Tabla 5.47	Ficha técnica para el compresor de aire.....	93
Tabla 5.48	Ficha técnica para la carretilla hidráulica	93
Tabla 5.49	Ficha técnica para los palets	94
Tabla 5.50	Ficha técnica para el estante	94
Tabla 5.51	Análisis de Guerchet.....	98
Tabla 5.52	Análisis de los puntos de espera	98
Tabla 5.53	Cálculo de las alturas ponderadas	99
Tabla 5.54	Cálculo del área mínima de planta.....	99
Tabla 5.55	Tabla de símbolos de actividades	103
Tabla 5.56	Tabla de valor de proximidad	104
Tabla 5.57	Tabla de pares	105
Tabla 5.58	Leyenda del área de producción	106
Tabla 7.1	Inversión en muebles, enseres y equipos de oficina	114
Tabla 7.2	Inversión en maquinaria y equipos	115

Tabla 7.3	Inversión total en Activos Tangibles	116
Tabla 7.4	Inversión total en Activos Intangibles	116
Tabla 7.5	Cálculo de depreciación y amortización.....	117
Tabla 7.6	Cálculo del capital de trabajo a través del método de déficit acumulado en soles	118
Tabla 7.7	Resumen inversión inicial.....	119
Tabla 7.8	Costo de materia prima anual	119
Tabla 7.9	Costo de la mano de obra directa.....	119
Tabla 7.10	Costos de insumos anual.....	120
Tabla 7.11	Costos indirectos de fabricación	120
Tabla 7.12	Presupuesto de ingresos por ventas	121
Tabla 7.13	Presupuesto de costo de producción	121
Tabla 7.14	Presupuesto de costo de ventas	121
Tabla 7.15	Presupuesto de gastos administrativos.....	122
Tabla 7.16	Presupuesto de gastos de ventas	122
Tabla 7.17	Medios de financiamiento.....	123
Tabla 7.18	Presupuesto de Servicio a la Deuda.....	123
Tabla 7.19	Presupuesto de gastos financieros.....	123
Tabla 7.20	Estado de Resultados proyectado	123
Tabla 7.21	Estado de Situación Financiera al 31 de diciembre de 2022	124
Tabla 7.22	Estado de Situación Financiera al 31 de diciembre de 2023	125
Tabla 7.23	Flujo de caja mensual del año 2023.....	126
Tabla 7.24	Flujo Neto de Retorno Interno Económico.....	127
Tabla 7.25	Flujo Neto de Retorno Interno Financiero.....	127
Tabla 7.26	Valor actual del flujo económico.....	129
Tabla 7.27	Indicadores de la evaluación económica	129
Tabla 7.28	Valor actual del flujo financiero	129
Tabla 7.29	Indicadores de la evaluación financiera.....	130
Tabla 7.30	Ratios de liquidez.....	130
Tabla 7.31	Ratios de solvencia	131
Tabla 7.32	Ratios de rentabilidad	131
Tabla 7.33	Escenarios para ventas	132
Tabla 7.34	Escenarios para precios (S/).....	132
Tabla 7.35	Escenarios para costos (S/) de materia prima	132

Tabla 7.36	Escenarios para costos (S/) de insumos	133
Tabla 7.37	Flujo económico optimista.....	133
Tabla 7.38	Flujo económico pesimista	133
Tabla 7.39	Valor neto actual económico	134
Tabla 7.40	Ponderación del VAR y TIR económicos según probabilidad de escenarios	134
Tabla 7.41	Flujo financiero optimista.....	134
Tabla 7.42	Flujo financiero pesimista.....	135
Tabla 7.43	Valor neto actual financiero.....	135
Tabla 7.44	Ponderación del VAR y TIR financieros según probabilidad de escenarios	135
Tabla 8.1	Cálculo del valor agregado actual.....	136
Tabla 8.2	Indicadores sociales	136



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Canvas	18
Figura 2.2	Consumo de productos maderables según consumidor intermedio (2007).	19
Figura 2.3	PBI de fabricación de muebles en valores constantes (2007)	20
Figura 3.1	Mapa de parques industriales en el Perú	38
Figura 3.2	Mapa de parques industriales en Lima	38
Figura 3.3	30 distritos con mayor número de denuncias por comisión de delitos contra el patrimonio, 2020	42
Figura 3.4	Residuos sólidos controlados en los rellenos sanitarios, por distrito de Lima Metropolitana.....	44
Figura 3.5	Mapa Vial por distrito	44
Figura 4.1	Producción de productos maderables en metros cúbicos	49
Figura 5.1	Bosquejo del producto final	53
Figura 5.2	Perfiles extruidos y sus respectivos moldes	59
Figura 5.3	Diagrama de operaciones del proceso	62
Figura 5.4	Balance de materia	64
Figura 5.5	Matriz de Leopold	78
Figura 5.6	Matriz IPER.....	81
Figura 5.7	Diagrama tentativo de la cadena de suministro con venta directa	86
Figura 5.8	Cubicaje de los palets	100
Figura 5.9	Dimensiones del rack	100
Figura 5.10	Cubicaje de los palets de sacos de viruta de madera.....	101
Figura 5.11	Cubicaje de los palets de sacos de scraps de HDPE	101
Figura 5.12	Rack de materia prima.....	102
Figura 5.13	Tabla Relacional.....	104
Figura 5.14	Diagrama relacional de actividades.....	105
Figura 5.15	Plano del área de producción	106
Figura 5.16	Plano general de planta de producción de módulos escolares de WPC ..	107
Figura 5.17	Plan de implementación del proyecto	108
Figura 5.18	Diagrama de Gantt para la implementación del proyecto	109
Figura 6.1	Organigrama funcional.....	113

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Cuestionario	154
-----------------------------	-----



RESUMEN

En el presente estudio se evalúa la prefactibilidad de una planta productora de mobiliario escolar para primaria a partir de materiales reciclados. La idea nace de la problemática identificada que existe en nuestro país respecto al manejo de los residuos sólidos y los nuevos retos que presentará en el futuro después de la pandemia del COVID-19 dentro de las aulas de clase.

Con respecto al estudio de mercado, el segmento puntual al que se espera satisfacer son las escuelas públicas y privadas de bajo nivel económico en Lima Metropolitana. La demanda que se pretende atender al último año del proyecto es de 7613 módulos. Además, se determinó un valor de venta del producto de S/205, que según la estrategia comercial evaluada sería principalmente de venta directa y una política de cobranza de créditos hasta 30 días.

Se evidenció al distrito de Villa el Salvador como la mejor localización para la instalación de la planta a partir del análisis de distintos factores macro y micro. Adicionalmente, se eligió trabajar según el tamaño-mercado. Se informa acerca de la tecnología necesaria para la elaboración del producto y se fijan cuáles serán los requerimientos de materiales, insumos, energía, talento humano y tiempo empleado para alcanzar la propuesta.

Con respecto a la evaluación económica y financiera del proyecto, se determinó que la inversión necesaria para la implementación del proyecto, considerando una división 50/50 entre el financiamiento y el capital propio, fue S/ 1 872 724. A su vez, se realizó la evaluación financiera del proyecto, donde se obtuvo un VAN de S/ 405 856 y una TIR de 40,95 %. Finalmente, según la evaluación social realizada se encontró que se generarán 12 puestos de trabajo con una densidad de capital de S/156 001.

Palabras clave: Wood-plastic composite, polietileno de alta densidad, extrusión, módulo escolar, reciclaje.

ABSTRACT

The present study evaluates the pre-feasibility of a production plant to fabricate school furniture for elementary schools out of recycled materials. The idea arises from the problems identified in our country with respect to solid waste management and the new challenges that will arise in the future after the COVID-19 pandemic in the classroom.

With respect to the market study, the specific segment that is expected to be catered to are public and private schools of low economic level in Metropolitan Lima. The demand to be met in the last year of the project is 7613 modules. In addition, a sales value of S/205 was determined for the product, that according to the evaluated commercial strategy it would be mainly direct sales and a credit collection policy of up to 30 days.

The district of Villa el Salvador was identified as the best location for the installation of the production plant based on the analysis of different macro and micro factors. Additionally, it was decided to work according to the size-market. The technology required to manufacture the product is reported and the requirements for materials, inputs, energy, human talent and time required to achieve the proposal are established.

With respect to the economic and financial evaluation of the project, it was determined that the investment needed to implement the project, considering a 50/50 split between financing and equity, was S/ 1 872 724. Finally, according to the social evaluation, it was found that 12 jobs will be generated with a capital density of S/156 001.

Keywords: Wood-plastic composite, high-density polyethylene, extrusion, school desk unit, recycling.

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1 Problemática

El decrecimiento económico y gran cantidad de PYMEs bajo peligro de quebrar son solo algunos de los más agraviantes problemas que a la población peruana le ha tocado vivir en la última década, debido a la coyuntura actual. A ello, se suma la gran atención que deben tener las industrias, como los desafíos del reciclaje y los retos de la industria maderera; así como inconvenientes de haber dejado de lado la inversión en educación durante tantos años, como la baja inversión en mobiliario escolar para alumnos de colegios públicos, demostrando precariedad en la calidad de su enseñanza.

Según datos del Anuario de Estadísticas Ambientales 2019, en el 2018 se generaron 3 454 688 toneladas de residuos sólidos; lo que representa un incremento del 25,18% respecto al 2013. El VI Informe Anual de residuos sólidos municipales y no municipales 2013 señala que, en promedio, a nivel nacional, solo el 27,88% de los residuos sólidos no peligrosos son reaprovechables, que si bien no es un porcentaje muy elevado se traduce en cientos de miles de toneladas de desechos que podrían no terminar en rellenos sanitarios. No obstante, el Ministerio del Ambiente [MINAM] (2018) señaló que solo se recicla el 1,9% de los residuos sólidos reaprovechables, llamando a la población a hacer frente a este problema.

Por otro lado, dentro de la industria maderera se encuentra la actividad económica de “otros productos de madera” que abarca casi en su totalidad a la fabricación de muebles, el informe “La industria de la madera en el Perú” elaborado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y el Instituto Tecnológico de la Producción (ITP) - CITEMadera Perú (2018), señala que esta actividad económica contenía al 46% de trabajadores registrados dentro de la industria de la madera para el 2015 (p. 15). A su vez, para el 2014, estimó que solo el 23% de las empresas dedicadas a la producción de muebles eran formales, expresado en unidades, aproximadamente existían 11 206 empresas informales (p. xix), número que hoy, a 2022, debe ser incluso mayor, debido al crecimiento de este sector desde el 2010 hasta el 2015 había sido de 5,5% (p. 59).

A la fecha, han sido más de dos años desde el inicio de la pandemia, donde no solo el mercado laboral se vio afectado; sino también, y podría decirse que incluso en mayor medida, el sector educativo. Ana de Mendoza, representante de Unicef en Perú, en entrevista con RPP (2022) señaló que: “El Minedu calcula que hace falta 111 mil millones de soles para poner al día a las escuelas, 7 de cada 10 no están en las condiciones que deben estar” (párr. 4). Asimismo, indicó también que “hemos ido a ver escuelas y hemos visto a niños escribiendo en el piso porque no tenían carpetas, aquí en Lima norte. [...] no se están encontrando con una respuesta de Estado. Estamos en una emergencia y no se ve” (Redacción RPP, 2022, párr. 8). Demostrando la alta necesidad por mejoras en la infraestructura y servicios educativos del estado.

Adicionalmente, debido a las medidas de prevención post pandemia, el sector retail va a tener que modificar su sistema de negocio y enfocarse más en los canales digitales y envíos directos, lo que incrementaría aún más la diferencia porcentual de los precios de un mismo producto en fábrica comparado a un retailer del canal moderno.

Por último, durante los próximos años, mantener el distanciamiento social dentro de los mismos colegios, aun cuando la vacuna contra el Covid-19 ya ha sido difundida, será una medida de seguridad absolutamente necesaria que también podría contribuir con la prevención de cualquier otra enfermedad que pueda surgir en el futuro. Por este motivo, el uso de carpetas unipersonales será una de las medidas óptimas que se podrán tomar a fin de cumplir con las medidas de seguridad y salud en las instituciones educativas.

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Determinar la viabilidad de mercado, técnica, económica y social de una planta productora de carpetas escolares elaborados a partir de viruta de madera y plástico reciclado.

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar el nivel de aceptación del producto entre el público objetivo dentro del contexto del mercado de mobiliario escolar peruano.

- Determinar la mejor alternativa para la localización de la planta, considerando los de factores macro y micro localización.
- Determinar el tamaño de planta para las operaciones de producción.
- Evaluar la viabilidad de las tecnologías de transformación de los plásticos y madera, de manera que se adapten a las características del producto.
- Determinar la estructura organizacional que mejor se adapte a las necesidades operativas de la empresa.
- Determinar si el proyecto es financieramente viable dentro del actual contexto económico del país.
- Determinar si el impacto social que generaría el proyecto sería beneficioso para la población.

1.3 Alcance de la investigación

Se realizará un análisis descriptivo de los patrones de consumo de las instituciones educativas de nivel primario de Lima Metropolitana y sus necesidades de mobiliario en el periodo 2016 – 2021.

1.4 Justificación del tema

1.4.1 Técnica

La idea inicial del proyecto requiere tanto de madera plástica como de fibra textil artificial, y Novaciela®, quien ha desarrollado una patente de madera plástica para diseñar y fabricar mobiliario de uso urbano a partir de plástico reciclado, es muestra fehaciente de que existe la tecnología para llevarlo a cabo, que puede ser utilizada para la elaboración uno de estos componentes.

Dentro de la misma industria, también existen los materiales Wood-plastic composites, tecnología diseñada originalmente por Covema, empresa de Milán, que hoy en día se usa como alternativa para la construcción de suelos. Otro ejemplo, es el que propone Burga (2014), quien demostró que es posible crear un compuesto de PP y viruta de madera de capirona para producir superficies de carpetas a través de un sistema de moldeo desarrollado localmente.

Adicionalmente, los autores Mansilla y Ruiz (2009) dan un claro ejemplo de cómo elaborar una fibra sintética a partir del PET reciclado para producir tejidos de diversas aplicaciones, donde, como en la mayoría de los procesos productivos de plástico, la etapa principal es la extrusión, que es una tecnología altamente comercial y de conocimiento público.

Finalmente, es importante que para la elaboración de los muebles se considere un enfoque ergonómico. “Un adecuado diseño del mobiliario, enfocado a que el usuario pueda gozar de una buena postura, evita riesgos ortopédicos” (En Madera, s.f., párr. 3). En especial para los muebles en los que se suele reposar por largos periodos, desde el punto de vista de la ingeniería, deben ser diseñados de tal manera que se fomente la comodidad de las personas y se eviten traumas acumulativos, como los dolores de cuello y espalda.

1.4.2 Económica

BBVA (2022) en su previsión de crecimiento de la economía peruana para los años 2022 y 2023 menciona:

“A pesar de la mejora sensible de los indicadores sanitarios en el país, el PIB viene perdiendo impulso, en un contexto de debilidad de la confianza empresarial, mayor conflictividad social y de mayores presiones inflacionarias vinculadas a factores externos (conflicto entre Rusia y Ucrania)”. (párr. 2)

Los pronósticos parecen señalar un estancamiento de la economía peruana debido a diversos factores internos y externos, lo que han llevado a la disminución de la inversión privada. Sin embargo, esto puede ser una oportunidad para la introducción de productos sustitutos de menor precio en industrias consolidadas, que minimice el riesgo de nuevos emprendimientos y que maximice el poder de captación de un público que se incline por alternativas más económicas.

Finalmente, existe un símil con el negocio aquí planteado, que sustenta que es posible salir adelante con este proyecto, este es el caso de la empresa de origen mexicano Novacicla® que pertenece al mismo rubro y que ha demostrado que es posible lograr rentabilidad en este mercado.

1.4.3 Social

Como ya ha sido discutido muchas veces en los últimos años, el cuidado del medio ambiente y el desarrollo sostenible son fundamentales para conservar los recursos limitados para las nuevas generaciones y mantener una relación de armonía entre los seres humanos y el planeta Tierra.

Con este proyecto en particular, se busca atacar principalmente el problema de la generación de residuos sólidos, en especial los residuos plásticos. Como se menciona en un artículo del diario La República (2018): “solo el 0,3% de las bolsas, botellas, sorbetes, tecnopor y demás plásticos que recogen las municipalidades es recuperado, asegura el Minam. Mientras que el 43,7% termina en un botadero, ríos y por ende en los mares” (sección Sociedad, párr. 1). Aquí queda en evidencia la triste situación que se vive en el Perú respecto al reciclaje, y aun cuando en los últimos años se han dado avances, existe amplio espacio para mejorar e innovar. Además, según el BCRP (2018) y tomando al 2007 como año base, se incrementó en un 58,7% la producción anual de plásticos para el 2017 (p. 90); mientras que para el 2018 el incremento fue de 65,6% respecto al mismo año base (BCRP, 2019, p. 81). Es en este contexto, que este proyecto plantea recuperar como materia prima los residuos plásticos y convertirlos en un producto nuevo con altos estándares de calidad, que sea eco-amigable y accesible para todos.

Se espera que los muebles de material reciclado sean comparables al mobiliario equivalente que se encuentra actualmente en el mercado; pero a un menor precio por el ahorro en materias primas. Además, se buscará trabajar con empresas locales de madera y reciclaje, para que el impacto social no solo se quede en el aspecto medioambiental; sino que se pueda impulsar la economía familiar de los empleados de las empresas madereras, que son en su mayoría pequeñas, y apoyar a los recicladores que trabajan directamente con las empresas elaboradoras de pellets.

1.5 Hipótesis del trabajo

La implementación de una planta productora de muebles a partir de materiales reciclados resulta ser viable desde el aspecto técnico y económicamente rentable dentro del mercado de mobiliario escolar en Lima Metropolitana, debido a que la tecnología existente es de fácil adquisición y existe interés de las instituciones educativas por un producto con estas características.

1.6 Marco referencial

1. Aguilar, M. y De la Cruz, R. (2016). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de baldosas de plástico reciclado para piso y pared. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad de Lima]. Repositorio Institucional de la Universidad de Lima.

El enfoque de cuidado ambiental y manejo de los residuos es un punto común entre la presente tesis y la investigación que se está proponiendo, especialmente en el sentido en que para ambos estudios se espera que la materia prima principal se obtenga de recipientes, botellas, entre otros objetos hechos de plástico que ya han sido desechados.

Existen a su vez claras diferencias, sobre todo en los mercados potenciales y las necesidades que buscan cubrir ambos productos. Sin embargo, se consideró que esta tesis sería de gran utilidad para inspirar los aspectos técnicos y servir de guía para la estructura de la investigación.

2. Burga Pereyra, C. (2014). Diseño de un molde para la fabricación de superficies de carpetas ergonómicas utilizando termoplásticos reciclados y madera recuperada. [Tesis para optar el título profesional de de Ingeniero Mecánico, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

La presente tesis perteneciente a la rama mecánica de la ingeniería trata sobre el diseño y desarrollo de un molde que sirva para fabricar carpetas escolares ergonómicas a partir de un compuesto de madera recuperada de capirona y polipropileno, haciendo énfasis en los estudios experimentales y pruebas mecánicas tanto de los materiales como de los mecanismos de calentamiento y enfriamiento del sistema de moldeo diseñado en conjunto con el Área de Materiales-PUCP. Si bien no es exactamente el mismo giro de negocio del tema de investigación escogido, sirve como gran contribuyente para la selección de la tecnología a escoger y ser una referencia del proceso de producción, dado que el producto tiene características similares. Lo mismo se puede decir de los ensayos realizados y las conclusiones a las que permitieron llegar.

3. Jiménez Córdova, G. D. (2019). Plan de negocios para la fabricación y comercialización de muebles a base de materiales de plástico reciclado y fibra vegetal en la ciudad de Quito. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Comercial, Universidad de las Américas]. Repositorio Institucional de la Universidad de las Américas.

La tesis que se presenta aquí trata sobre los retos y desafíos que conlleva fabricar y comercializar muebles similares a los que se propone en el tema de investigación. El trabajo ahonda en la aplicación de múltiples herramientas de gestión para poder llevar la tarea a cabo y asegura que es posible y rentable.

Sin embargo, las diferencias son a su vez muchas. Empezando por el hecho de que el trabajo no profundiza en el aspecto productivo y no menciona la logística para el almacenamiento ni de la tecnología misma de producción, aspectos que sí serán centrales para la elaboración de los aspectos técnicos del tema aquí escogido. Asimismo, tampoco otros temas de la ingeniería industrial como la localización y distribución de planta.

4. Mansilla Pérez, L. y Ruiz Ruiz, M. (2009). Reciclaje de botellas de PET para obtener fibra de poliéster. *Revista de Ingeniería Industrial*, 27, 123-137. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2009.n027>

El presente es un artículo de investigación que trata sobre el proceso de conversión de botellas PET a un material textil denominado fibra corta de poliéster usando como materia prima el scrap de botellas provenientes principalmente del comercio de bebidas carbonatadas.

El artículo menciona también algunos usos que se le puede dar a la fibra procesada entre los que menciona su uso para tejidos de tapicería, tejidos anchos o tejidos estrechos, ya sea mezclándolo con otras fibras como el algodón o usando únicamente esta fibra. Este artículo resulta útil en particular para este trabajo, debido a que este tipo de fibra sintética puede ser usado para el recubrimiento exterior de los muebles a producir y es en este aspecto que podría encontrarse una similitud.

5. Meave, J. y Rivera, J. (2016). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de envases herméticos de polipropileno. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad de Lima]. Repositorio Institucional de la Universidad de Lima.

Este estudio de pre-factibilidad fue escogido como referencia debido, principalmente, al tema de investigación similar al del presente trabajo, en el aspecto de que se trata de la elaboración de un producto final fabricado en base a materiales plásticos. Las diferencias principales que se nota es que los materiales usados en este estudio no son obtenidos por medios alternativos como el reciclaje y que el producto en cuestión se asemeja más a uno de producción masiva. Por lo cual, de este estudio, se rescatarán principalmente la estructura de un estudio de prefactibilidad de ingeniería y el uso de las tecnologías y los métodos de producción.

6. Solís-Molina, M., Martínez, S. A., De Mendoza, A., y Cabal Hincapie, R. (diciembre, 2001). Elaboración de un producto a partir de plástico reciclado. *Informador Técnico*, 63, 35-43.

En este artículo de investigación se detalla el proceso del reciclaje del plástico concentrándose principalmente en la fabricación de “madera sintética”. A lo largo del artículo se habla de la tecnología necesaria, las pruebas de las características del producto y el sistema productivo. En relación con el proyecto, existen similitudes directas con el tema que se está desarrollando en el concepto de usar plástico reciclado para reemplazar el uso de madera para ser usada como estructura.

Esta investigación presenta los aspectos técnicos y tecnológicos de la transformación del plástico; y aun cuando data del 2001, el artículo está escrito de manera simple y fácil de entender, de tal manera que ayudará principalmente a comprender el concepto y poder definir el camino a seguir de este proyecto de investigación.

1.7 Marco conceptual

A continuación, se presenta un glosario con definiciones que serán utilizados en la presente investigación:

Extrusión: “La extrusión es un proceso continuo, en el que la resina es fundida, por la acción de la temperatura y la fricción, y forzada a pasar por un dado, que le proporciona una forma definida y es enfriada finalmente” (Jiménez et al., 2019, p.73). Este método se puede utilizar para elaborar productos como tubos, láminas, pellets, entre muchos otros. El producto a la salida del extrusor puede ser inyectado dentro de un molde para darle la forma que se desee una vez que ocurra el enfriamiento.

Flakes: Una forma de procesar los plásticos, como por ejemplo el PET, es en forma de escamas o flakes, que tienen mayor densidad y que permiten que se trabaje mayor material en menor espacio, aumentando la eficiencia en la transformación de plástico en productos finales.

Lumber plastic: Según informa Dos Santos et al. (2018), el residuo plástico puede ser procesado en compuestos usando harina de madera, relleno mineral, fibras de origen vegetal o sintético para obtener madera plástica (p. 1). Las propiedades físicas y mecánicas de la madera plástica difieren de la madera natural de dimensiones naturales ... [como en] la menor rigidez (módulo de elasticidad) de la madera plástica (p.6). La madera plástica se ve sujeta a deformación permanente bajo cargas a largo plazo (p. 6).

Materiales compuestos: Los materiales sólidos se subdividen en metálicos, cerámicos y poliméricos. Sin embargo, a los componentes formados por más de uno de estos tipos se les denomina materiales compuestos. ... La mayoría han sido diseñados y desarrollados en laboratorios mediante la combinación de propiedades específicas con la finalidad de crear un material capaz de satisfacer las necesidades tecnológicas (Burga, 2014, p. 7).

Plástico: Los materiales poliméricos, conocidos comúnmente como plásticos, son compuestos conformados por largas cadenas de átomos de carbono (macromoléculas). Existen polímeros, formados a partir de reacciones de polimerización; y las resinas, formadas a partir de la policondensación.

Segunda transformación de la madera: La madera una vez que pasa por el manejo forestal pasa puede pasar por uno o dos procesos de transformación posterior. La Ley 29763 a través del inciso 5.60 del artículo 5º define a la segunda transformación como “proceso de transformación al que se someten los productos y subproductos forestales y de fauna silvestre, provenientes de una industria de transformación primaria para obtener un valor agregado adicional...” (como se citó en ITP-CITEmadera, 2018, p. 7).

Wood-plastic composite: Surge de la mezcla de residuos de plástico y viruta de madera, es un tipo de madera plástica. Dos Santos et al. (2018) informa que los beneficios de este material: Uno de los beneficios de los compuestos de madera-plástico es que proveen una alternativa para los desperdicios de la industria maderera, los que requieren de un gran espacio de almacenamiento. Es más, usar fibras vegetales en compuestos poliméricos mejora las propiedades mecánicas de los plásticos convencionales, reduce el impacto ambiental, garantiza la reciclabilidad y reduce costos (p. 6).



CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO

2.1 Aspectos generales del estudio de mercado

2.1.1 Definición comercial del producto

El producto consiste en muebles hechos a partir de material reciclado, a continuación, se muestra la clasificación comercial del producto:

Producto básico: El producto es un módulo individual utilizado por estudiantes de colegio para realizar sus labores día a día y almacenar sus materiales.

Producto real: La carpeta incluye una mesa individual y un asiento diseñados en base a medidas antropométricas. Estará fabricado con materiales reciclados, siendo estos, viruta de madera y polietileno de alta densidad, para formar el material Wood-Plastic Composite. El asiento será cómodo de tal manera que se pueda utilizar por tiempos prolongados sin mayor disgusto. Una unidad de modulo escolar viene en una caja dentro de la cual la silla y la mesa vienen diferenciadas al estar cada una en una caja individual.

Producto aumentado: La elaboración de cada carpeta de WPC contribuye con la reducción de la huella de carbono tanto de sus clientes y como de sus usuarios. El servicio post-venta incluye el transporte de las carpetas directamente a las escuelas libre de costo adicional para las zonas cercanas a la planta. Además, cada unidad de modulo escolar viene acompañado de un manual de instrucciones que contiene los pasos para el ensamblaje y números de contacto que permitan atender dudas, consultas y/o quejas.

2.1.2 Usos del producto, bienes sustitutos y complementarios

Las carpetas propuestas por este estudio pertenecen al CIU 3100 referido a la fabricación de muebles. Su uso principal es el de servir como plataforma y asiento para los estudiantes en el salón de clases para realizar sus tareas. Asimismo, puede ser utilizado como depósito para los útiles y cuadernos, entre otros usos varios relacionados a la actividad escolar.

Entre los sustitutos para la carpeta del presente proyecto se encuentran todos aquellos productos elaborados por materiales más tradicionales. Entre estos productos, los muebles de madera han demostrado ser los más populares entre los colegios

principalmente por su durabilidad y resistencia. Por otro lado, existen alternativas más económicas, como los muebles de metal, plástico o melamina, que son preferidos por los colegios de menores recursos; así como las mesas para múltiples alumnos en lugar de las carpetas individuales. Por último, entre los bienes complementarios, a parte de los útiles escolares, libros y cuadernos, se tienen los demás muebles del aula, como lo son los estantes, escritorios, pizarras y armarios.

2.1.3 Determinación del área geográfica que abarcará el estudio

El área geográfica contemplada para el presente estudio está comprendida por Lima Metropolitana y corresponde a instituciones educativas primarias escolarizadas de bajos recursos, tanto públicas como privadas, de zonas rurales y de zonas urbanas. Esto debido a la polaridad de la inversión privada y pública en infraestructura educativa.

Según la Estadísticas de la Calidad Educativa (ESCALE, 2022), Lima Metropolitana cuenta con un total de 4782 colegios de educación primaria escolarizados activos, los que instruyen a más de 1 millón de estudiantes.

En resumen, Lima Metropolitana es el área geográfica seleccionada para el estudio, debido a que en sus 2819 km² alberga al 15,17% de las instituciones de educación primaria del país, y al 27,59% de sus estudiantes.

2.1.4 Análisis del sector industrial

a) Amenaza de los nuevos participantes

Toda empresa que desee ingresar a un sector industrial debe tener en consideración múltiples variables pertenecientes a las barreras de ingreso y la reacción de los competidores. Para el sector educación las escuelas han buscado trabajar con micro y pequeñas empresas a través de proyectos del gobierno como “Compras a MYPERú”, lo que significa que la entrada de nuevas empresas similares al presente proyecto está permanentemente latente.

Lo que nos trae al siguiente punto, el desarrollo de la industria del WPC en el futuro en el Perú. En este momento, el uso de materiales reciclados para la elaboración de carpetas es disruptivo en la industria; sin embargo, la posibilidad de crecimiento para este mercado es significativa. Si se toma como referencia Estados Unidos o México,

podemos ver que el mercado está más desarrollado y existen más competidores. Se puede tomar nuevamente el caso de Novacicla, empresa mexicana que fabrica mobiliario para uso en lugares públicos como bancas para parques o mesas de jardín.

Según Alcántara (2015), acerca del crecimiento de la industria de WPC en México, señala:

Las industrias de la construcción, la automotriz, bienes industriales y de consumo serán las que en los próximos años hagan crecer la demanda de WPC en todo el mundo, de acuerdo con la empresa de investigación de mercados RnR Market Research, que estima un valor de mercado de US\$ 4,602 millones para maderas plásticas en 2019. (párr. 2).

Tomando esta información y comparándola con la situación actual de Perú, es evidente que, aunque actualmente no se vean mayores esfuerzos para desarrollar este mercado localmente, una vez se incremente el número de empresas nacionales que salgan adelante en este segmento, empezarán a surgir más y más negocios y empresas que quieran unirse al mercado de producción de muebles a partir de WPC.

En este contexto, la principal barrera que evita que estas empresas se desarrollen es que aún no está probado qué productos de esta naturaleza demuestren tener alta rentabilidad y aceptación en el público debido a la innovadora propuesta. En ese sentido, se espera poder asegurar una identidad de marca directamente relacionada al WPC y así mantener una ventaja competitiva frente a ingresos futuros con tecnología similar. En otras palabras, que los clientes asocien naturalmente a este proyecto cuando piensen en carpetas de WPC.

En resumen, debido a la accesibilidad de la tecnología y poca exigencia de capital inicial, la amenaza de nuevos ingresos es alta. No obstante, el plan de este proyecto es adelantarse a la expansión de este mercado, consolidarse en un nicho y partir desde una posición de ventaja frente a nuevos ingresos.

b) Poder de negociación de los proveedores

Solo en Lima existen 6052 empresas relacionadas a la primera transformación de la madera equivalentes al 77,5% a nivel nacional, por lo que se puede asociar un alto número de proveedores a bajos costos para cambiar de proveedor. Adicionalmente, no es probable

que los proveedores se integren hacia adelante, ya que esto requeriría un nuevo tipo de especialización, una gran inversión en espacio para producción y almacenamiento y mano de obra especializada.

Así como las ventas de muebles importados representa un porcentaje pequeño comparado a la producción nacional, sucede lo mismo con las importaciones de la materia prima de la segunda transformación, las que alcanzaron los \$76 millones para el 2015, comparándolo con una producción de \$229 millones.

Al realizar el mismo análisis a los proveedores de plástico reciclado, nos encontramos con un panorama bastante interesante. Primero, tenemos que las empresas peruanas exportadoras de productos plásticos han buscado posicionarse en segmentos de mercado que no son atendidos por los grandes países exportadores ... destacando ... los envíos de botellas y preformas plásticas a base de resinas PET, sobresaliendo San Miguel Industrias (Sánchez, 05 de abril de 2017, párr. 3). No obstante empresas como esta también ofrecen pellets de plástico reciclado entre su catálogo de productos y es cada vez mayor el número de empresas que ingresan a este mercado. Y, en caso la producción nacional no dé abasto para satisfacer las necesidades locales, el costo de importar esta materia prima no es significativo, por lo que tampoco es una restricción.

Se presenta también el surgimiento de nuevas leyes que promueven el uso de plásticos reciclados como la Ley 30884 que le exige a la industria que a partir del 2021 todo envase PET en general contenga al menos 15% de resina reciclada, incrementando la necesidad de reprocesar los plásticos. No obstante, aún hay mucha industria por desarrollar ya que “apenas el 4 % de las 900 000 toneladas de plástico que se desechan en Perú son recicladas para producir nuevos envases ... [mientras que] la mayoría del plástico utilizado en el país todavía va a parar a basureros y rellenos sanitarios” (Redacción RPP, 2020, párr. 1). [Y que] tanto botellas y envases de plástico terminan en el mercado negro donde son reutilizados, aun cuando los recicladores informales obtienen menos ganancias en comparación a si lo vendieran a empresas procesadoras. Así, la informalidad representa una de las mayores trabas debido a su incapacidad de emitir facturas (Redacción RPP, 2020, párr. 6-7).

Finalmente, se puede concluir que el poder de negociación de los proveedores tanto de plástico como de viruta de madera es bajo.

c) Poder de negociación de los compradores

Para el presente proyecto, los clientes se definieron como las escuelas públicas y privadas de bajos recursos en Lima Metropolitana. En una industria como la de los muebles, los ofertantes mantienen precios similares a través de los distintos canales de distribución, lo cual termina por fragmentar la industria y darles el poder a los clientes de cambiar fácilmente de proveedor. En este caso, las escuelas buscan resolver su necesidad básica de tener carpetas para el trabajo de sus alumnos y si o si tomarán la oferta que se ajuste mejor a sus exigencias, convirtiendo el escenario en altamente competitivo.

Para continuar, es evidente que, en los últimos años, los hábitos de consumo han cambiado y ahora “los clientes se exigen de acuerdo con estándares internacionales de calidad, situación en la cual el mercado de madera aún está insipiente, ya que priorizan en vender productos a bajos precios y de menor calidad [sic]” (Ayme et al., 2018, p. 86). Esto, sin embargo, no se encuentra tan arraigado en las instituciones educativas, ya que en muchas ocasiones en el Perú se cuenta con presupuestos limitados y condiciones precarias que llevan a invertir en artículos de menor calidad. A su vez, el costo de cambiar proveedores es relativamente bajo debido a la diversa oferta.

Otro punto a favor de los compradores es que en la industria mobiliaria los productos son bastante estandarizados, lo cual no permite que las empresas del sector se diferencien y ocasiona que los clientes decidan arbitrariamente entre una u otra. Aunque, esta situación se podría considerar como una oportunidad a explotar en la industria, ya que la mayor competencia del proyecto serían los productos sustitutos (carpetas de materiales tradicionales) que ya están afianzados en el mercado, lo cual posiciona al WPC como un factor de diferenciación con el potencial de impactar en la decisión de compra.

Por lo tanto, el poder de negociación de los compradores es alto, debido a la prominente competencia en el sector y la falta de diferenciación en los productos.

d) Amenaza de los sustitutos

Actualmente, el mercado de muebles se encuentra dominado por productos hechos de madera y esto abarca también al ámbito escolar; no obstante, también existen otros productos que “cumplen la misma función, entre ellos podemos citar los muebles de plástico, metal, aluminio, siendo su adquisición de menor costo que comprar muebles de madera” (Ayme et al., 2018, p. 87). Los muebles de madera representan la calidad y

durabilidad, pero también representan una mayor inversión, en este caso, para las instituciones educativas de menos recursos. Considerando una propuesta de productos con menores precios, se identificaron como los sustitutos más importantes al presente proyecto las carpetas de melamina y los muebles de segunda mano.

Por un lado, Moscoso (2012), señala a la melamina como principal alternativa para los muebles de oficina y de cocina, debido a los bajos costos de las planchas de melamina, además de que el proceso de fabricación con este material es más simple y requiere de un menor tiempo (párr. 2); Novopan es una empresa peruana que se dedica a la producción de planchas de este material. Por ello, para ingresar a este sector viene a ser necesario innovar en materia prima. Las carpetas elaboradas con este material tienen precios más bajos, pero sacrifican durabilidad y tiempo de vida, en especial considerando el uso diario y exigente que se les da en los salones de clase.

El otro sustituto se encuentra en el mercado de muebles de segunda mano, que presenta una propuesta de valor similar al del presente proyecto al ser productos de madera con todos sus beneficios; pero sin el valor añadido de la responsabilidad ambiental y social. Aunque para estos casos se sacrifica la garantía de un producto nuevo de calidad y sobre todo existe la incertidumbre del tiempo de vida útil que le queda al mueble. Sin embargo, es bastante común que las escuelas reciban este tipo de productos a través de donaciones, lo cual significa un costo cero y una mejor alternativa para aquellas instituciones que no consideren tan relevante la disminución en la calidad.

En conclusión, se podría decir que la amenaza de productos sustitutos es alta debido a la diversidad de la oferta y el bajo costo de cambio de los clientes; sin embargo, el presente estudio busca encontrar un nicho a través de la diferenciación entre precios bajos.

e) Rivalidad entre los competidores

El análisis de los competidores de la industria fue realizado considerando a los competidores directos que también producen y/o comercializan mobiliario escolar a partir de WPC en la actualidad.

Al presente año, no se han encontrado competidores directos en la industria en Perú, ya sean productores o simplemente vendedores de muebles escolares de WPC. No obstante, existen empresas como MadecoPlast cuya actividad comercial es la fabricación

de perfiles de WPC para su uso en construcción de suelos de viviendas, por lo que, si bien es la misma materia prima, no resuelven las mismas necesidades ni están destinados para el mismo uso. Lo que sí se ha hallado es la existencia de otros estudios de prefactibilidad que proponen el uso de WPC para elaborar otros tipos de mueble.

Por otro lado, y sin irse muy lejos, se puede tomar nuevamente el caso de Novacicla, empresa mexicana que fabrica mobiliario para uso en lugares públicos como bancas para parques o mesas de jardín. Este es un claro ejemplo de que el comercio de productos de WPC en otros países se encuentra más desarrollado; no obstante, durante la presente investigación tampoco se encontró otros productores o comercializadores de mobiliario escolar a partir de WPC en Latinoamérica, por lo que el riesgo de competidores en la región también es bajo.

Finalmente, se puede concluir que la rivalidad entre competidores, actualmente, es baja o hasta nula, pero con el desarrollo del mercado empezará a crecer y será necesario establecer estrategias que permitan liderarlo.

2.1.5 Modelo de Negocios

A través de la metodología Canvas, la Figura 2.1 muestra la propuesta de modelo de negocio planificada para la compañía:

Figura 2.1

Canvas

Aliados Clave - Proveedores: Empresas productoras de scrap de HDPE (ej.: San Miguel Industrias), productores de madera para el aserrín (Andelbo). - Distribuidores: empresa de transporte.	Actividades Clave - Compra de materia prima (plástico, viruta, etc.). - Mezcla y extrusión de WPC. - Logística y almacenamiento de materiales y productos. - Distribución de productos. - Servicio de atención de clientes post-venta.	Propuesta de Valor Carpetas escolares hechos a partir de plástico y viruta de madera reciclados. Se busca ofrecer un producto a un precio más bajo que el de los muebles de madera tradicionales, pero sin comprometer su calidad. El producto será eco-amigable en todos los aspectos de su elaboración, no solo en los materiales, sino también en los procedimientos y manejo de los desechos.	Relaciones con los Clientes Formar una relación fuerte de confianza con el público a través de una comunicación rápida y eficaz, resolución de dudas y control de quejas (uso de redes sociales, línea de teléfono y mensajería SMS).	Segmentos de Clientes Se considera como el segmento del mercado a las instituciones educativas primarias, tanto públicas como privadas de bajo de costo en zonas rurales y urbanas de la ciudad de Lima Metropolitana.
	Recursos Clave - La materia prima: el scrap de HDPE y la viruta de madera. - La tecnología de transformación de los materiales (ej.: extrusora). - Personal entrenado para el manejo de las maquinarias y las tareas manuales.		Canales - <u>Canal de distribución:</u> Venta directa a través de representantes (vendedores) quienes se apersonarán en los colegios y responderán llamadas. - <u>Canal de comunicación:</u> Venta personal, teléfono, internet.	
Estructura de Costos - Inversión: Terreno y edificio, maquinaria, equipos de oficina, capital de trabajo. - Costos: Mano de obra, materiales, servicios en planta, elementos de apoyo. - Gastos: Sueldos administrativos, servicios de oficina, pago de deudas.			Flujo de Ingresos Ingresos obtenidos a partir de la venta de los módulos escolares de material reciclado.	

2.2 Metodología a emplear en la investigación de mercado

Para la presente investigación, se empleó como fuente primaria de recolección de información una encuesta, técnica que evidencia el método inductivo a través de un cuestionario de preguntas.

Mientras que en relación con las fuentes secundarias se contempló el uso de las siguientes fuentes y técnicas:

- Bases de datos como Euromonitor y Veritrade.
- Información estadística demográfica del INEI, MINEDU y APEIM.

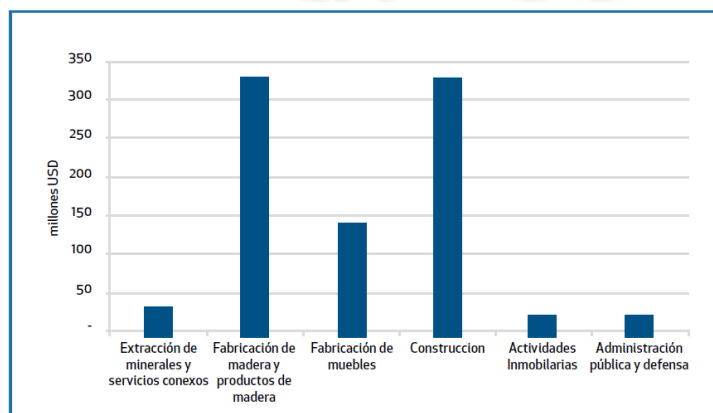
2.3 Demanda potencial

2.3.1 Patrones de consumo: incremento poblacional, estacionalidad, aspectos culturales

Resulta necesario identificar patrones de consumo para determinar en qué proporción afectan a la demanda. El primer factor para evaluar es el incremento poblacional; no obstante, debido a que los muebles se adquieren por hogar y no por persona, sería más preciso evaluar el número de hogares, y para esto se tomará como variable el crecimiento del sector construcción.

Figura 2.2

Consumo de productos maderables según consumidor intermedio (2007)

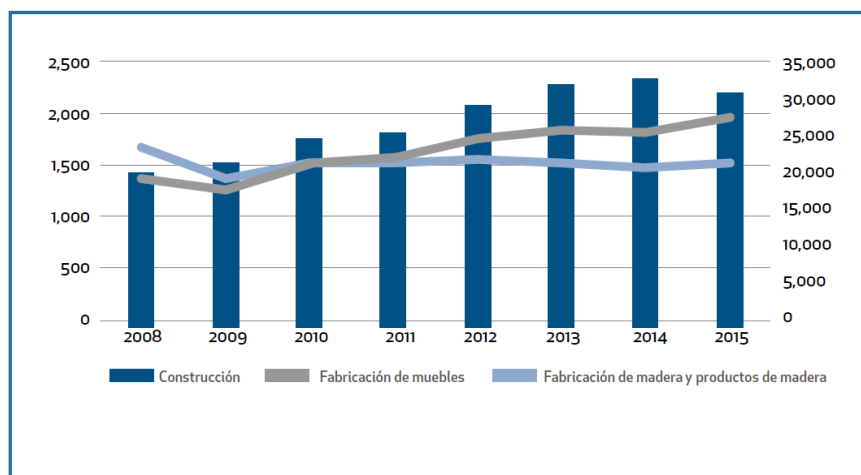


Nota. Precio en millones de dólares (USD). De *La industria de la madera en el Perú* (p. 58), por CITEmadera, 2018 (<http://www.fao.org/3/I8335ES/i8335es.pdf>)

La Figura 2.2 evidencia la importancia del sector construcción como consumidor intermedio de productos madereros. Mientras que la Figura 2.3 justifica la relación existente entre el sector construcción y la fabricación de muebles.

Figura 2.3

PBI de fabricación de muebles en valores constantes (2007)



Nota. Precio en millones de nuevos soles. De *La industria de la madera en el Perú* (p. 59), por CITEMadera, 2018 (<http://www.fao.org/3/I8335ES/i8335es.pdf>)

Tabla 2.1

Variación PBI sector construcción

Año	PBI (millones de S/)	Variación real (%)
2016	29 350	-3,2
2017	29 988	2,2
2018	31 580	5,3
2019	32 015	1,4
2020	27 759	-13,3
2021	37 349	34,5

Nota. Adaptado de *PBI por sectores productivos*, por Banco Central de Reserva del Perú, 2022, *subíndices millones S/ 2007 y variaciones porcentuales reales*, sub sección *construcción* (<https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/pbi-por-sectores>)

Por ser un bien de vida útil prolongada, los muebles no se sustituyen frecuentemente ni se ven afectados a algún tipo de estacionalidad. Sin embargo, a través de los documentos estatales de periodicidad de renovación de mobiliario y una consulta a profesionales del medio se puede determinar que, en promedio, se sustituyen las mesas y/o carpetas cada 8,75 años.

Clifford (2020), respecto al informe de investigación Global Material de oficina ergonómico Mercado 2020 resume que:

Se prevé que el mercado mundial de Material de oficina ergonómico aumente a un ritmo considerable durante el período de pronóstico, entre 2020 y 2026. En 2020, el mercado creció a un ritmo constante y con la creciente adopción de estrategias por parte de los actores clave, se espera que el mercado aumente sobre el horizonte proyectado. (párr. 2)

Finalmente, según Especificaciones técnicas de mobiliario escolar para programa mi carpeta del Ministerio de Educación del Perú (Minedu, 2014), existen varios factores técnicos claves que deben ser tomados en consideración para la fabricación de carpetas que cumplan con los estándares del Estado, donde se describen:

- Especificaciones para la altura y ángulos de las sillas, número de componentes de esta y condiciones de textura.
- Especificaciones para la anchura de la mesa y cajonería de haber, condiciones mínimas de calidad y de textura.
- Condiciones mínimas de calidad del material a usar como los defectos intolerables o los límites de humedad.

2.3.2 Determinación de la demanda potencial en base a patrones de consumo similares

Para el cálculo de la demanda potencial, se debe de hallar el consumo por hogar de un país con patrones de consumo y características similares al Perú; para ello, se comparó el consumo por hogar de Chile, Colombia y Ecuador, a partir de data de Euromonitor, y se seleccionó aquel que fuera inmediatamente superior a Perú.

La información que se recuperó de Euromonitor es aquella que se encuentra bajo la etiqueta Furniture, que incluye el consumo de productos muebles varios en el mercado. El objetivo de este análisis de demanda potencial es reconocer los patrones de consumo en la región de productos similares al del proyecto.

Se estableció que se usaría el de Colombia por ser el más cercano al de Perú. Además, para el 2019, se tiene un número de 34 277 736 personas en Perú. Finalmente, la demanda potencial sería $38,5 * 34\,277\,736 = 1\,319\,692\,836$ dólares.

Tabla 2.2

Consumo de muebles por persona por país de Latinoamérica (dólares/persona - 2019)

País	CPC
Perú	20,1
Chile	58,1
Colombia	38,5
Ecuador	50,0

Nota. Adaptado de *Furniture*, por Euromonitor, 2020, búsqueda de: Peru, Chile, Colombia y Ecuador (<https://www-portal-euromonitor-com.ezproxy.ulima.edu.pe/>)

2.4 Determinación de la demanda de mercado en base a fuentes

2.4.1 Demanda del proyecto cuando no existe data histórica

Hasta el momento, en Perú, no hay organismo que provea información histórica sobre la producción, importación, exportación ni demanda de carpetas unipersonales para estudiantes de primaria. Por este motivo, el cálculo de la demanda del proyecto se elaboró bajo el precepto de que no existe data histórica. Consecuentemente, las fuentes de información a partir de las cuales se calculará la demanda es el número de estudiantes de primaria y se acotará con los resultados de entrevistas en formato de encuesta.

a) Cuantificación y proyección de la población

Para la cuantificación y proyección de la población, se tomó en consideración a todos los estudiantes de nivel primario matriculados en Lima Metropolitana, tanto en colegios públicos como privados. La data histórica del INEI para los periodos 2014-2020 se encuentra resumida en la Tabla 2.3. Asimismo, la Tabla 2.5 muestra el pronóstico de población estudiantil para el 2022 y los años subsiguientes.

Tabla 2.3

Estudiantes de nivel primario matriculados en Lima en miles de personas (2014-2020)

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Público	398,2	402,7	417,9	426,5	434,6	461,9	518,3
Privado	428,7	430,4	430,7	422,2	435,1	450,6	427
Total	826,9	833,1	848,6	848,7	869,7	912,5	945,3

Nota. Adaptado de *Alumnos matriculados en educación primaria, según departamento, 2009-2020*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2020, (<https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/education/>)

Para la elaboración del pronóstico del crecimiento de estudiantes de primaria, se determinó que el total de la Tabla 2.4 era mejor explicado por un crecimiento

exponencial, por lo que a partir de la fórmula $y = 796,08 * e^{0,0217x}$ se calculó el periodo 2022-2027.

Tabla 2.4

Comparación de coeficientes de determinación

Tipo	R ²
Lineal	0,8813
Potencial	0,7024
Exponencial	0,8922
Logarítmica	0,6883

Tabla 2.5

Pronóstico de estudiantes de educación primaria en miles de personas (2022-2027)

Año	2022 (9)	2023 (10)	2024 (11)	2025 (12)	2026 (13)	2027 (14)
Pob. Proyect.	967,78	989,01	1010,70	1032,87	1055,53	1078,69

Nota. Para obtener los resultados del pronóstico usar números del 1 al 14, en lugar de los años.

b) Definición del mercado objetivo teniendo en cuenta criterios de segmentación

Para la comercialización de las carpetas hechas a partir de material reciclado se tomaron distintos criterios de segmentación que se detallarán a continuación. A diferencia de otros productos, el público objetivo del presente proyecto está conformado por instituciones educativas y no por personas naturales. Es por ello, que se buscó una alternativa a los métodos de segmentación tradicionales.

En primer lugar, se consideraron solo las escuelas de educación primaria en el área geográfica de la ciudad de Lima Metropolitana. También, las escuelas de áreas urbanas y rurales, públicas y las privadas denominadas de bajo costo. Este último criterio representa el 80.5% de los alumnos de primaria de Lima Metropolitana (Tabla 2.6).

Tabla 2.6

Distribución de la matrícula de primaria por escuelas por región (porcentual - 2017)

	Rural (%)	Pública urbana (%)	Privada urbana de bajo costo (%)	Privada urbana de medio costo (%)	Privada urbana de alto costo (%)	Privada urbana de muy alto costo (%)
Lima Metropolitana	0,1	50,2	30,2	15,2	2,7	1,5

Nota. Adaptado de *Tipología y caracterización de las escuelas privadas en el Perú*, por Ministerio de Educación, 2018 (<http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/EB03.pdf>).

c) Diseño y Aplicación de Encuestas (muestreo de mercado)

A pesar de que las carpetas unipersonales tienen como usuario objetivo a los estudiantes de escuelas primarias, la negociación y comercialización se deben realizar directamente con las instituciones educativas, siendo entonces la estrategia de venta *business-to-business*. Como consecuencia de esto, llevar a cabo encuestas con un número suficiente de participantes resulta muy complicado; no obstante, igual se presenta el cálculo del tamaño de muestra.

Como solución al impedimento previamente presentado, se optó por entrevistar a expertos. Los testimonios se adjuntan en el Anexo 1.

Mediante una consulta a la base de datos de Estadística de la Calidad Educativa, cuyo registro de información data de los censos educativos del 2021, se evidenció que el número de instituciones educativas primarias en Lima Metropolitana era de 4782. Este número será utilizado como población base para el estudio.

d) Resultados de la encuesta: intención e intensidad de compra, frecuencia y cantidad comprada

A partir de los resultados de las entrevistas en formato de encuesta, después de presentar el producto, se obtuvo una intención de compra del 75% y una intensidad de compra de 75%, también. A su vez, en base a la opinión de expertos, se consideró que anualmente se renueva el 20% del mobiliario escolar, es decir, se considerará una frecuencia de 1/5.

e) Determinación de la demanda del proyecto

Para el cálculo de la demanda del proyecto, se partió desde el número de estudiantes de primaria de Lima Metropolitana proyectado en la Tabla 2.6. Después se tomó el criterio de segmentación de todas las escuelas públicas y las privadas de bajo costo, seguido de la aplicación de la intensidad corregida.

Seguido, se hizo uso de la frecuencia, esta equivale a 20% o 1/5, esto debido a que se determinó que en promedio cada año se renueva, o debería renovarse, 1/5 de las carpetas escolares de primaria de los colegios.

Por último, se determinó el número de colegios que se podría atender de cada segmento (segmentos de la Tabla 2.7). Se propuso atender a 5 escuelas rurales (todas las pertenecientes a Lima Metropolitana), 185 escuelas públicas urbanas y 110 escuelas privadas de bajo costo; lo que da un total de 300 escuelas. Estas representan el 7,8 % del segmento a atender, por lo que se considerará ese porcentaje como la participación de mercado.

Tabla 2.7

Demanda del proyecto (en unidades)

Año	N° estudiantes de Segmentación primaria	Intensidad corregida (80,5%)	Intensidad corregida (56,25%)	Frecuencia (20%)	Participación (7,8%)
2023	989 005	796 149	447 834	89 567	6980
2024	1 010 701	813 615	457 658	91 532	7133
2025	1 032 873	831 463	467 698	93 540	7290
2026	1 055 531	849 703	477 958	95 592	7450
2027	1 078 687	868 343	488 443	97 689	7613

Si bien pareciera que la participación es alta, esto no resulta tan cierto al compararla con las últimas bases para la participación de las MYPE “Adquisición de módulos escolares de madera para instituciones educativas” del Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social (2015) donde se solicitó 66 570 módulos de primaria para el sector público de 8 regiones del país. Entonces, la demanda del proyecto representaría solo un 11,45% de participación real en un mercado donde solo se consideran MYPEs, al sector público y algunas regiones del país.

2.5 Análisis de la oferta

2.5.1 Empresas productoras, importadoras y comercializadoras

a) Empresas productoras

El principal producto sustituto son las carpetas tradicionales de madera y metal, pero debido a que la producción de este tipo de muebles se da en una industria fragmentada, no hay un líder que domine el sector. En el canal tradicional están presentes todas las empresas productoras de Villa El Salvador; mientras que, empresas como Pinta Metal, Muebles Holiday, Muebles Classic o Kogara se orientan más a la producción local, pero con ventas a través del canal digital.

b) Empresas importadoras

El canal moderno es la principal fuente de importaciones de muebles de madera, en general, del país. En la Tabla 2.8 se comparan las importaciones consolidadas en valor FOB de enero a abril de los años 2021-2022, donde se observa que Homecenter Peruanos junto a Sodimac - Maestro lideran el ranking.

Tabla 2.8

Importaciones de muebles consolidadas de enero a abril 2021-2022, en dólares

Importador	2021	2022
Homecenters Peruanos	6 263 554	9 042 423
Sodimac - Maestro	5 815 752	5 928 681
Hipermercados Tottus	3 026 474	2 681 236
Saga Falabella	1 478 451	743 626
Tuhome Perú	180 249	565 114
Hipermercados Metro	0	456 940
Tiendas Peruanas SA	599 092	406 452
Otros	3 699 783	3 775 406
Total	21 063 355	23 599 878

Nota. De Importaciones peruanas de muebles de madera crecen 12% a Abril 2022, por Notifix, 2022 (<https://notifix.info/es/noticias-es/retail-distribucion/43011-importaciones-peruanas-de-muebles-de-madera-crecen-12-a-abril-2022>)

c) Empresas comercializadoras

Las empresas a cargo de la comercialización de las carpetas son en el caso del canal directo, por lo general, las mismas que lo han producido, en su mayoría talleres. En cambio, en el canal moderno, las mismas empresas importadoras también hacen de comercializadoras, donde un mismo producto es vendido por dos empresas a la vez.

2.5.2 Participación de mercado de los competidores actuales

El mercado actual de muebles se encuentra fragmentado y no hay empresa que lidere el sector, debido a ello no hubo forma de hallar una participación de mercado detallada por cada competidor; no se logró recabar información concluyente en ningún registro.

2.6 Definición de la Estrategia de Comercialización

2.6.1 Políticas de comercialización y distribución

Para la comercialización y distribución del producto el empaquetado es de suma importancia con la finalidad de que este llegue en óptimas condiciones al cliente final,

para ello, se propone el uso de materiales protectores que absorban impactos, tengan resistencia a la compresión y eviten rasguños y quiñaduras en el producto.

Con este fin, la ingeniería de embalaje contemporánea ha desarrollado productos como los perfiles de espuma o el que se pretende usar para el transporte de los muebles de este proyecto: cantoneras flexibles con adhesivo removible. Como su nombre lo indica, este es un material flexible, especialmente diseñado para adaptarse y proteger tanto esquinas como bordes de los módulos.

Adicionalmente, se buscará llegar al comprador final mediante la venta directa como el principal canal de distribución. Ya que el público objetivo está conformado por aquellos colegios con la necesidad de nuestro producto, las ventas tendrán que ser negociadas directamente con los directores o representantes de las instituciones. El contacto se podrá realizar cara a cara, por teléfono o por internet dependiendo de cómo lo requiera el cliente. Una vez consumada la venta, se pasará a agendar el delivery. Los envíos serán mediante transporte contratado de confianza que siga estrictamente los estándares de calidad establecidos para el proyecto. Los tiempos de envío no deberán pasar de la semana luego de haberse logrado la venta y los precios varían dependiendo de la cercanía con la planta de producción. Como se mencionó anteriormente, para aquellas escuelas que se encuentran en las zonas aledañas a la planta como parte del servicio, la empresa asumirá dicho costo, para fidelizar a los colegios locales; para el resto de los casos se manejará un tarifario referencial. Esos pagos serán directamente con la empresa de transporte, a excepción de lo asumido por la empresa (detalle en Tabla 2.9).

Tabla 2.9

Tarifario de precios de envío

Precios	Zonas de Lima Metropolitana
S/ 32	Zona 1 (Puente Piedra, Comas, Carabaylo)
	Zona 2 (Independencia, Los Olivos, San Martín de Porras)
S/ 21	Zona 3 (San Juan de Lurigancho)
	Zona 4 (Cercado, Rímac, Breña, La Victoria)
	Zona 5 (Ate, Chaclacayo, Lurigancho, Santa Anita, San Luis, El Agustino)
S/ 15	Zona 6 (Jesús María, Lince, Pueblo Libre, Magdalena, San Miguel)
	Zona 7 (Miraflores, San Isidro, San Borja, Surco, La Molina)
Gratis	Zona 8 (Surquillo, Barranco, Chorrillos, San Juan de Miraflores)
	Zona 9 (Villa El Salvador, Villa María del Triunfo, Lurín, Pachacamác)

Nota. Las tarifas son fijas para cualquier volumen de envío, mientras se encuentre dentro de la capacidad del vehículo.

Finalmente, se consideró que los pagos de los clientes pueden efectuarse al crédito hasta en un plazo de 30 días para la cobranza.

2.6.2 Publicidad y promoción

Se utilizará para este producto la estrategia de promoción Pull mediante la técnica Below the Line (BTL). Esto significa que se buscará llegar al cliente potencial directamente y crear una relación con ellos utilizando medios de comunicación no masivos. El contacto con los clientes será a través del uso de las herramientas del marketing directo, como el telemarketing y la venta personal; en la que los vendedores se contactarán personalmente con los clientes para hacerles llegar la oferta y negociar las ventas.

2.6.3 Análisis de precios

a) Tendencia histórica de los precios

A fin de analizar la tendencia de los precios del sector de los muebles en el Perú en los últimos años, se recuperó la información del índice de precio al consumidor (IPC) que calcula el Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI] (2022). Como dice el Instituto Peruano de Economía (s.f.) sobre el IPC:

Para calcularla, el INEI establece los bienes y servicios que componen la canasta básica de consumo en un año base, para luego cuantificar su costo en distintos momentos en el tiempo. Así, la inflación de un periodo indicará cuánto ha aumentado el costo de adquirir una canasta básica respecto de lo que costaba en el año anterior. (Índice de precios al consumidor, párr. 1)

Para este caso, el año base para la determinación de los IPC es el 2009 y se consideró el crecimiento de los precios del sector muebles y equipos del hogar ya que este incluye, aunque no de manera específica, al módulo escolar ofrecido en el presente proyecto. Como se puede apreciar en la Tabla 2.10, para el año 2019 los precios de los productos previamente mencionados con referencia al 2009 se habrían incrementado en un 19 % aproximadamente.

Tabla 2.10*Índice de precio al consumidor para muebles, accesorios fijos y reparación*

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2010	100,73	100,84	100,97	101,31	101,43	101,83	102,12	102,21	102,23	102,38	102,48	102,87
2011	103,04	103,12	103,33	103,51	103,47	103,30	103,91	103,89	104,11	104,60	105,10	105,49
2012	105,58	105,65	105,96	106,08	106,75	107,22	107,71	107,94	108,00	108,01	108,10	108,16
2013	108,46	108,51	108,88	109,84	109,82	110,28	110,22	110,53	110,82	111,07	110,99	111,36
2014	111,68	112,07	112,48	112,71	113,02	112,86	113,01	113,04	113,04	113,35	113,48	113,51
2015	113,58	113,67	113,69	113,83	113,99	114,24	114,57	114,63	114,63	114,78	114,71	114,98
2016	115,03	115,53	115,52	115,72	115,82	115,80	115,98	116,28	116,29	116,22	116,12	116,22
2017	116,24	116,43	116,42	116,61	116,74	116,78	116,86	116,81	116,89	116,87	116,88	117,20
2018	117,35	117,40	117,46	117,64	118,02	118,25	118,46	119,03	119,04	119,13	119,29	119,39
2019	119,42	119,55	119,88	120,11	120,26	120,16	119,96	120,00	119,89	119,91	120,23	120,36
2020	120,34	120,61	120,70	120,50	120,33	120,27	120,24	120,11	120,52	120,83	121,20	121,46
2021	121,65	121,69	121,82	122,02	122,21	122,25	122,40	122,61	122,94	123,42	124,18	125,09

Nota. Medida: Índice Base 2009 = 100. De *Información Económica*, por INEI, 2022 (<http://inei.inei.gob.pe/inei/siemweb/publico/>)

b) Precios actuales

Según la base para la participación de las MYPES para la compra de carpetas escolares que forma parte de la iniciativa Compras a MYP Perú. La base corresponde al concurso público del año 2015, donde se consideró mobiliario escolar de madera para colegios en las regiones de Ancash, Cusco, Junín, Loreto, Madre de Dios, Piura, Puno y San Martín.

En la Tabla 2.11 se comparan los precios unitarios de los módulos (carpeta y silla) para las diferentes etapas escolares. Esta información da una perspectiva más clara sobre las características del mercado y cuanto es que las instituciones están dispuestas a pagar por estos productos.

c) Estrategia de precio

En primer lugar, la fijación del precio del módulo escolar para entrar al mercado será basada en la competencia, siguiendo una estrategia de penetración. Esto quiere decir que al entrar al mercado se optará por presentar el producto con un precio bajo en comparación con los competidores actuales (precios comparativos en la Tabla 2.11) y este se va a regular dependiendo de cómo esos otros precios fluctúan durante el tiempo.

La elección de esta estratégica se debe sobre todo a que la industria de muebles en el Perú se trata de una fragmentada, lo que lleva a que las opciones para los clientes sean múltiples y estandarizadas. Ingresar al mercado con un precio bajo relativo al promedio de lo que ya existe, atraerá rápidamente a los compradores, generará un sólido volumen de ventas y logrará participación de mercado dentro de ese público objetivo. Es por ello por lo que se optó por ofrecer el producto a un valor de venta de S/ 205, lo cual significa un precio final al consumidor de S/242.

Tabla 2.11

Tabla de precios para carpetas escolares al 2015

Módulo	Descripción	Composición del módulo		Precio por módulo (S/)
		Mesa	Silla	
1	Módulo inicial	1	5	640,43
2	Módulo primaria 1°-2°	1	1	273,74
3	Módulo primaria 3°-6°	1	1	291,91
4	Módulo secundaria 1°-2°	1	1	312,09
5	Módulo secundaria 3°-5°	1	1	318,05
6	Módulo profesor inicial	1	1	358,83
7	Módulo profesor primaria-secundaria	1	1	623,1

Nota. De Base para la Participación de las MYPE por MIDIS, 2015

CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA

3.1 Identificación y análisis de los factores de localización

A continuación, se realizará un análisis de los principales factores de localización de planta que se han de tomar en consideración para la determinación de la ubicación más eficiente para la planta de producción. En primer lugar, tenemos los factores de macro localización:

- Disponibilidad de materia prima

Este factor considera la accesibilidad a las dos principales fuentes de materia prima para este proyecto, los pellets de plástico reciclado y la viruta de madera. Sobre todo, los pellets que conforman cerca del 65% en peso del producto terminado. Para los pellets reciclados se priorizará la cercanía a plantas de procesamiento de residuos de plástico. En cambio, para la viruta se deberá considerar la presencia de aserraderos de madera en la zona, a quienes se le pueda comprar dicho insumo. Para ambos casos es también de suma importancia el volumen de producción que se puede encontrar de dichos insumos.

- Disponibilidad de mano de obra

Para la elaboración de los muebles la mano de obra es muy importante ya que el proceso de elaboración es en mayor parte un trabajo manual. Siendo este el caso, el nivel de la PEA en las alternativas a comparar se convierte en un factor fundamental para la localización de este proyecto. También sería importante considerar el nivel de formación de dichos trabajadores, ya que es necesario cierto nivel de conocimiento técnico para desempeñar las tareas programadas en la planta.

- Proximidad al mercado

Tal como ha sido definido en el área geográfica, el mercado objetivo se ubica en Lima Metropolitana, por ello, es necesario cuantificar y ponderar hasta qué punto es recomendable que la planta productora esté localizada o no junto al público objetivo. Además, debido a que se tiene planteada la venta a través del canal

tradicional, mientras menor sea la distancia a Lima, mayor será la capacidad de respuesta en el punto de venta.

- Costo de energía eléctrica

Para la iluminación y para los equipos utilizados en algunas de las operaciones en la planta es necesario contar con la energía eléctrica suficiente para asegurar su funcionamiento. Es también importante considerar los costos asociados a los kW.h, dependiendo de las distintas empresas proveedoras.

- Disponibilidad de terrenos

Se considerará la cantidad de parques industriales que existen en la región y así determinar qué tan disponibles estarían para establecer una nueva planta de fabricación.

A continuación, se presentan los factores a tener en consideración para el análisis de micro localización:

- Costo del terreno

Este factor evalúa y compara el precio del m² el cual varía incluso a nivel distrital. Juega un rol importante debido a que el precio de terreno representa uno de los mayores costos de adquisición al momento de poner en marcha el negocio, a lo que se suma los precios de construcción. Se dará preferencia también si es que se encuentra ubicado en un parque industrial.

- Índice de seguridad ciudadana

Este factor se presenta para ser tomado a nivel distrital, ya que la delincuencia y percepciones de la ciudadanía en materia de la seguridad ciudadana varía incluso entre los distritos de una misma ciudad. Para medir este índice se usará el número de denuncias por comisión de delitos contra el patrimonio, registradas en comisarías y unidades especializadas en investigación criminal, correspondientes al año 2020, ya que estos abarcan delitos que afectan al público (robo, hurto) y las industrias (estafa, delitos contra la propiedad industrial).

- Vías de acceso y tráfico

Para este factor se considera el acceso que tienen los distintos distritos a las avenidas y carreteras principales de la ciudad, así como el nivel de congestión vehicular que se genera dentro del mismo en las horas punta.

- Zonas industriales

A semejanza del factor de macro localización de disponibilidad de terrenos, se tomará en consideración el número de zonas o parques industriales por distrito dentro de la alternativa de macro localización más favorable.

- Generación de residuos sólidos

Este factor pretende medir tanto el volumen de residuos sólidos que genera cada distrito y que tienen como disposición final un relleno sanitario. Es importante para reconocer el nivel de salubridad de esa zona de la ciudad.

Para la calificación y evaluación de estos factores, se asignará una calificación de 2, 4, 6, 8 y 10, según vaya de deficiente a excelente, respectivamente.

3.2 Identificación y descripción de las alternativas de localización

Para el análisis de macro localización se considerarán como alternativas las regiones de Lima Metropolitana, La Libertad y Arequipa.

Lima Metropolitana: Es la región con el mayor número de personas económicamente activas en todo el país. También es la región el mayor nivel de industrialización y es donde se planea que se encuentre ubicado el mercado objetivo de la presente investigación.

La Libertad: Una región costera con acceso a puertos y con un nivel de industrialización en desarrollo. Se caracteriza por un clima templado a lo largo del año y alto nivel de humedad. El nivel de la PEA es también importante.

Arequipa: Región con bastantes vías de acceso y conexión con puertos. Bajo nivel de humedad, pero con temperaturas frías durante el año. Se caracteriza por un porcentaje superior al promedio de su población adulta con estudios superiores técnicos.

A continuación, se realizará un análisis de los principales factores que se han de tomar en consideración para la determinación de la ubicación más eficiente de la planta de producción:

Disponibilidad de materia prima: La materia prima principal para la producción de WPC son los pellets reciclados de HDPE, por ello, se obtuvo la información del número de empresas relacionadas a la importación y fabricación de productos plásticos, incluyendo sus formas primarias (pellet), en todo el territorio peruano por región. Según lo recolectado por el INEI (2020) en el III Congreso Internacional de la Industria Plástica del 2020, para las 3 regiones consideradas en el macroentorno tenemos:

Tabla 3.1

Distribución de las empresas de la industria plástica

Regiones	N° de Empresas
Lima Metropolitana	2000
La Libertad	51
Arequipa	81

Nota. De INEI participó en el III Congreso Internacional de la Industria Plástica, por INEI, 2020 (<https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-no-078-2021-inei.pdf>)

Como se aprecia en la Tabla 3.1, la región de Lima sobrepasa en enorme medida a las otras dos opciones en lo que respecta a la disponibilidad inmediata que se tendría a los pellets reciclados.

Por otro lado, la materia prima secundaria para la producción del WPC es la viruta de madera, por lo que igualmente se obtuvo la información del número total de aserraderos por departamento, ya que estos son los mayores productores de viruta de madera como consecuencia de su actividad primaria.

Como se muestra en la Tabla 3.2, Lima es la región que presenta el mayor número de empresas que pertenecen a la primera transformación (6052), donde el 93,7% del total de esta etapa de la cadena productiva corresponde a aserraderos. Continúa Arequipa con 101 empresas y, por último, La Libertad con 46.

Por todo lo expuesto anteriormente, se puede concluir que Lima sería la opción más viable para el abastecimiento de la materia prima debido a su gran disponibilidad; tanto para los pellets reciclados de HDPE, como para la viruta de madera.

Tabla 3.2*Distribución de las empresas por nivel de transformación y región*

Regiones	Número de empresas			Total
	Manejo forestal	Primera transformación	Segunda transformación	
Arequipa	7	101	975	1083
La Libertad	35	46	734	815
Lima	316	6052	3383	9751
Total	3692	7807	12 996	24 495

Nota. Adaptado de *La industria de la madera en el Perú* (p. 13), por CITEMadera, 2018, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (<http://www.fao.org/3/i8335es/i8335es.pdf>)

Disponibilidad de mano de obra: Al ser la elaboración de muebles una actividad primordialmente manual, contar con trabajadores que apoyen en estas labores se vuelve de suma importancia. Para el análisis de la disponibilidad de MOD, en primer lugar, se examinará el crecimiento en los últimos años de la población económicamente activa en las tres regiones a comparar expresada en miles de personas (Tabla 3.3):

Tabla 3.3*Población económicamente activa entre el 2016-2020 en miles de personas*

PEA	2016	2017	2018	2019	2020
Lima Metropolitana	4884,3	5032,2	5072,9	5181,8	4361,7
La Libertad	978,2	1005,6	1033,3	1070,6	925,2
Arequipa	691,1	708,7	729,2	733,8	628,2

Nota. Adaptado de *Compendio estadístico 2021* por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2021 (https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1829/COMPENDIO2021.html)

Como se puede apreciar, el crecimiento en Lima Metropolitana ha sido el más sostenido entre el 2016 y 2020, a ello se le adiciona el hecho de que es la región con la mayor PEA en término de cantidad de personas. En La Libertad el crecimiento ha sido más moderado teniendo en cuenta su población de 1778 millones de personas. Por otro lado, en la región de Arequipa el crecimiento parece estar estancado.

El otro punto para considerar es qué porcentaje de esa población tiene un nivel educativo de por lo menos secundaria completa o alguna formación superior técnica.

Tabla 3.4*Nivel educativo de la población mayor de 15 años entre el 2016-2020*

Nivel educativo	2016	2017	2018	2019	2020
Lima Metropolitana	100	100	100	100	100
Sin nivel/inicial	1,6	1,5	1,2	1,6	1,4
Primaria	10,8	10,1	10,6	10,4	10,5
Secundaria	47,3	48,2	47,5	46,6	48,9
Superior no universitaria	16,8	16,0	16,2	17,2	16,7
Superior universitaria	23,5	24,2	24,6	24,2	22,6
La Libertad	100	100	100	100	100
Sin nivel/inicial	4,6	4,8	4,4	4,1	3,6
Primaria	26,6	26,3	24,8	24,7	23,6
Secundaria	40,7	40,2	40,5	41,5	42,7
Superior no universitaria	12,3	13,0	13,9	13,4	15,0
Superior universitaria	15,8	15,8	16,3	16,3	15,1
Arequipa	100	100	100	100	100
Sin nivel/inicial	3,1	2,8	2,8	2,3	2,5
Primaria	14,7	15,1	14,8	13,9	13,9
Secundaria	44,0	43,4	43,2	42,7	44,2
Superior no universitaria	18,3	18,1	17,7	17,6	17,3
Superior universitaria	19,8	20,7	21,5	23,5	22,1

Nota. Adaptado de *Compendio estadístico 2021* por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2021 (https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1829/COMPENDIO2021.html)

Como se observa en la Tabla 3.4, en Lima Metropolitana el porcentaje de personas con educación secundaria completa se ha mantenido en el orden del 48% y aquellos con una educación superior no universitaria en aproximadamente 16%. Para La Libertad disminuyen ambos grupos a, en promedio, 40% y 13% respectivamente, aunque con perspectiva a crecer. Y en el caso de la región Arequipa, la ratio de personas con secundaria completa es de un promedio de 43% y el ratio con estudios superiores no universitarios se aproxima a un sólido 18%.

Proximidad al mercado: Como fue definido con anterioridad, el mercado meta para el presente proyecto en términos geográficos será la ciudad de Lima. Siendo este el caso, se tomaron las capitales de las respectivas regiones alternativas como punto de referencia para el cálculo de la distancia con dicho mercado.

Tabla 3.5*Distancia entre la alternativa y el mercado meta expresado en kilómetros*

Región	Distancia (Km)
Lima Metropolitana	0
La Libertad	561
Arequipa	1009

Nota. De *Distancia entre ciudades*, s. f. (<https://www.pvn.gob.pe/servicios/distancia-entre-ciudades/>)

Tal como se aprecia en la Tabla 3.5, la alternativa Lima Metropolitana se encuentra en una posición excelente para este factor al ser la misma que el mercado meta. Sin embargo, las otras alternativas no pueden ser descartadas inmediatamente, ya que por ser regiones costeras tienen fácil acceso a vías rápidas como la carretera Panamericana. La Libertad se encuentra a una distancia moderada, mientras que Arequipa está en una posición un poco más desfavorable.

Costo de energía eléctrica: Tomando como referencia la tarifa BT2 para electricidad de baja tensión, se van a comparar los precios establecidos por las empresas de energía en las regiones alternativas. En el caso de Lima Metropolitana se mostrarán los datos tanto como de la zona norte como de la zona sur, ya que las empresas proveedoras son diferentes y esto debe ser considerado en el análisis.

Tabla 3.6

Tarifa con doble medición de energía activa y contratación o medición de dos potencias 2E2P para las 3 regiones

Cargo de Tarifa	Unidades	Lima Norte	Lima Sur	La Libertad	Arequipa
Cargo Fijo Mensual	S/	4,41	4,84	11,94	8,21
Cargo por Energía Activa en Punta	ctm. S/ /kW.h	28,41	29,35	27,39	28,70
Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	ctm. S//kW.h	23,78	24,65	22,28	23,36
Cargo por Potencia Activa de Generación en HP	S//kW- mes	63,64	65,63	64,04	65,53
Cargo por Potencia Activa de Distribución en HP	S//kW- mes	53,86	43,58	60,20	57,64
Cargo por Exceso de Potencia Activa de Distribución en HFP	S//kW- mes	37,82	35,69	46,00	43,79
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	ctm. S//kVar.h	4,85	4,85	4,57	4,57
Empresa		Enel	Luz del Sur	Hidrandina	Seal

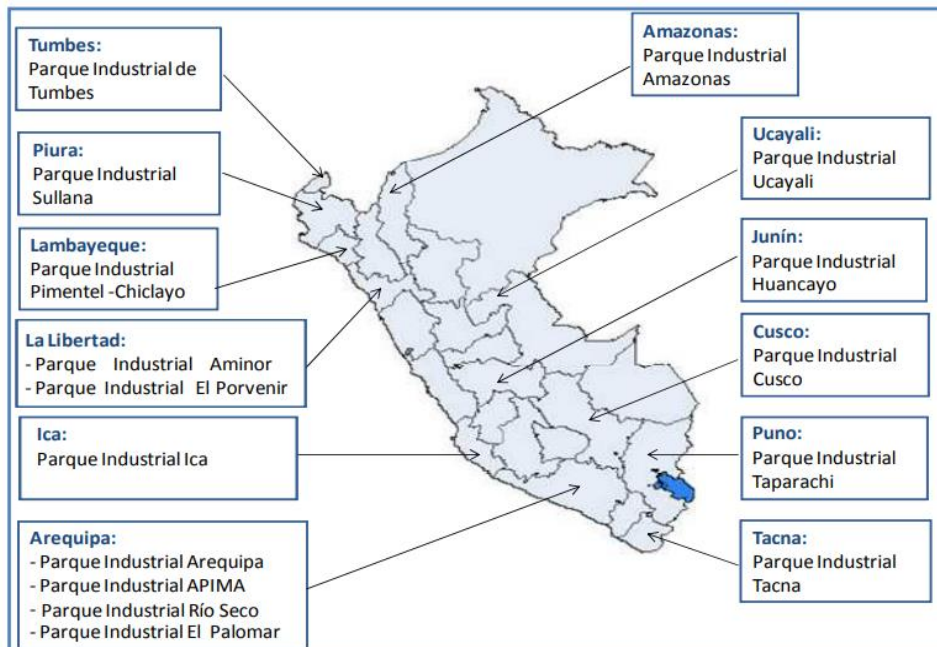
Nota. De *Pliegos tarifarios aplicables al cliente final* por el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, al 4 de julio de 2020 (<https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/regulacion-tarifaria/pliegos-tarifarios/electricidad/pliegos-tarifarios-cliente-final>)

Con esta información, se puede concluir que las tarifas son muy similares en general; solo que en Lima Metropolitana el cargo fijo mensual es menor y también su cargo por potencia activa de distribución en HP.

Disponibilidad de terreno: Para la disponibilidad de terreno se toma en consideración el número de Parques Industriales con los que se cuenta y que se tiene en proyecto de construcción en los departamentos seleccionados.

Figura 3.1

Mapa de parques industriales en el Perú



Nota. De Parques industriales, por Ministerio de la Producción, s.f., (http://www.dic.unitru.edu.pe/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=141&Itemid=4)

Figura 3.2

Mapa de parques industriales en Lima



Nota. De Parques industriales, por Ministerio de la Producción, s.f., (http://www.dic.unitru.edu.pe/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=141&Itemid=4)

El desarrollo de parques industriales como medio de industrialización del país es el escenario perfecto para buscar el mayor número posible de alternativas de localización ideal para la planta, las Figuras 3.1 y 3.2 señalan los parques industriales con los que actualmente. En resumen, Lima cuenta con 8 parques industriales; Arequipa, 4 parques; y La Libertad, 2 parques. Lo que muestra que Lima lidera en este factor también y cuenta con una buena distribución en su territorio.

3.3 Evaluación y selección de localización

3.3.1 Evaluación y selección de la macro localización

En primer lugar, se realizó la ponderación de los factores de macro localización definidos para la evaluación:

- DMP: Disponibilidad de materia prima
- DMO: Disponibilidad de mano de obra
- PM: Proximidad al mercado
- CEE: Costo de energía eléctrica
- DT: Disponibilidad de terreno

A través del uso de una matriz de enfrentamiento, se compararon estos factores; donde “1” significa que un factor es más o igual de importante que otro y “0” significa que es menos importante. A continuación, la matriz (Tabla 3.7):

Tabla 3.6

Matriz de enfrentamientos de factores de macro localización

	DMP	DMO	PM	CEE	DT	Total	Ponderación (%)
DMP		1	1	1	1	4	33,33
DMO	0		1	1	1	3	25,00
PM	0	1		1	1	3	25,00
CEE	0	0	0		1	1	8,33
DT	0	0	0	1		1	8,33
						Total	12

Luego, una vez que ya se tienen las ponderaciones de importancia de los factores, se pasó a la elaboración del ranking de factores propiamente dicho. Considerando el análisis realizado en el punto 3.2, se pasó a comparar las opciones de macro localización dentro de cada factor mediante la siguiente calificación: 10 = excelente, 8 = muy bueno, 6 = bueno, 4 = regular y 2 = deficiente.

Las Tablas 3.8 y 3.9 señalan que como resultado de la evaluación se obtuvo que la región de Lima Metropolitana sería la mejor opción a un nivel macro para la instalación de la planta de producción.

Tabla 3.7

Resumen de los factores de macro localización

	Lima Metropolitana	La Libertad	Arequipa
DMP	2000 empresas	51 empresas	81 empresas
DMO	5073 mil personas (PEA)	1033,3 mil personas (PEA)	729,2 mil personas (PEA)
PM	0 km	561 km	1009 km
CEE	4,4 y 4,84 soles/mes (carga fijo)	11,94 soles/mes (carga fijo)	8,21 soles/mes (carga fijo)
DT	8 parques industriales	2 parques industriales	4 parques industriales

Tabla 3.8

Ránking de factores de macrolocalización

	Ponderación (%)	Lima Metropolitana		La Libertad		Arequipa	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
DMP	33,33	10	3,33	2	0,67	4	1,33
DMO	25	10	2,50	6	1,5	6	1,5
PM	25	10	2,50	6	1,5	4	1
CEE	8,33	8	0,67	6	0,50	6	0,50
DT	8,33	10	0,83	4	0,33	6	0,50
		TOTAL	9,83	TOTAL	4,5	TOTAL	4,83

3.3.2 Evaluación y selección de la micro localización

Del mismo modo que en la sección 3.2, se evaluarán los factores que serán relevantes para la micro localización de las instalaciones. En este caso, las alternativas serán distritos caracterizados por su expansión industrial en la ciudad de Lima. Los distritos por comparar son: San Juan de Lurigancho, Villa el Salvador y Ate.

San Juan de Lurigancho: Es el distrito más populoso de la ciudad de Lima. Presenta precios de terreno industrial relativamente baratos, pero es uno de los distritos más peligrosos en lo que respecta a la seguridad ciudadana. Otra característica es que es uno de los distritos en los que se genera la mayor cantidad de residuos sólidos.

Villa el Salvador: Este distrito se caracteriza por ser el foco de la producción y distribución de muebles en la ciudad. La inseguridad ciudadana es moderada, así como su generación de residuos sólidos. El precio del metro cuadrado para uso industrial es bastante barato en comparación con otros distritos.

Ate: Uno de los distritos preferidos por las empresas para la instalación de sus plantas de producción, a pesar de su elevado precio de terrenos. Tiene un costo de tramites de funcionamiento bajo, aunque su nivel de generación de residuos y el nivel de inseguridad se encuentran entre los más altos de la ciudad.

A continuación, se realizará el análisis de los factores:

Costo del terreno: Se consideraron los precios de venta en dólares americanos del metro cuadrado de terrenos para uso industrial. En la Tabla 3.10 se resumieron los valores mínimos y máximos para los tres distritos; estos fueron rescatados de data recolectada por la empresa Colliers en el año 2016.

Tabla 3.9

Precios del terreno industrial expresado en USD/m²

	Precio mínimo	Precio máximo	Precio promedio
San Juan de Lurigancho	110	600	355
Villa el Salvador	150	380	265
Ate	416	1100	758

Nota. Adaptado de *Reporte de Mercado Industrial IS - 2016* por Colliers International, 2016 (https://www.colliers.com/-/media/files/latam/peru/tk16_reporte%20industrial_final.pdf)

A partir de esta información, se puede concluir que los mejores precios se encuentran en Villa el Salvador, seguidos por los de San Juan de Lurigancho. Mientras que los precios en Ate tienden a ser más elevados.

Índice de seguridad ciudadana: Existe una relación entre la inseguridad ciudadana en la gestión de las empresas y los costos operativos, puesto que en muchos casos es necesario asignar un presupuesto mensual para lidiar con los riesgos asociados a la inseguridad.

Por ello, de entre los distritos de Lima Metropolitana elegidos para el análisis, se tomará en cuenta aquel que tenga menor tasa de denuncias de crímenes contra el patrimonio, pues estos son los que tendrían más influencia en los clientes, trabajadores y en la misma empresa.

Se observa en la Figura 3.3 que el distrito que lidera con mayor cantidad de denuncias, por un amplio margen, es el distrito de San Juan de Lurigancho, seguido por Ate y, por último, se encuentra Villa El Salvador, con una tasa menor que los dos anteriores.

Figura 3.3

30 distritos con mayor número de denuncias por comisión de delitos contra el patrimonio, 2020



Nota. Adaptado de *Perú: Anuario Estadístico de la Criminalidad y Seguridad Ciudadana 2016-2020* (p. 19), por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2021, INEI (https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1834/libro.pdf)

Zonas industriales: Otro factor a tener en consideración es el número de zonas o parques industriales presentes en cada distrito. A su vez es conveniente que dentro de estas zonas existan clústeres porque indica orientación y especialización de la mano de obra hacia un tipo de industria en particular.

Por ello, haciendo referencia a la Figura 3.2 que muestra el mapa de parques industriales de Lima, de la cual se obtuvo que esta presentaba 8 parques. Ahora, de estos, 2 están presentes en Ate, 1 en Villa El Salvador y ninguno en San Juan de Lurigancho. Este indica una clara ventaja de Ate por sobre los otros 2; no obstante, el parque industrial de Villa El Salvador está altamente orientado a la fabricación y comercialización de muebles, lo que lo hace ventajoso también.

Generación de residuos sólidos: Es importante considerar la generación de residuos sólidos como un factor para este análisis debido a que es un indicador del nivel de saneamiento y salubridad del distrito y sector en general. Para el almacenamiento, las piezas a producir son de considerable volumen y se prevé una gran cantidad de sacos de materia prima que deben ser almacenados. Por ello, se evalúa el riesgo de que algún insecto o roedor intente anidar en los almacenes y es debido a esto que se prefiere el distrito que mejor gestione sus residuos.

De acuerdo con la leyenda de la Figura 3.4 San Juan de Lurigancho es uno de los distritos con mayor generación y a la vez control de residuos sólidos en rellenos sanitarios, después del cual se sitúan Ate y Villa El Salvador. Este factor, debido a los volúmenes generados, se interpretará como a mayor generación de residuos sólidos, mayor riesgo de anidamiento de animales e insectos.

Vías de acceso y tráfico: Es fundamental que la planta tenga fácil acceso a las vías de tránsito más importantes de la ciudad de modo que el transporte de los productos a los clientes se realice de la manera más rápida posible y minimizando el uso de los recursos. En ese sentido, se consideraron dos variables principalmente para explicar la valoración que se le dará a cada distrito en este factor de micro localización.

La primera variable es el número de vías importantes que atraviesan el distrito y que, por tanto, se tendría mayor facilidad para el transporte oportuno de tanto los materiales traídos por los proveedores, como de los productos terminados a los clientes.

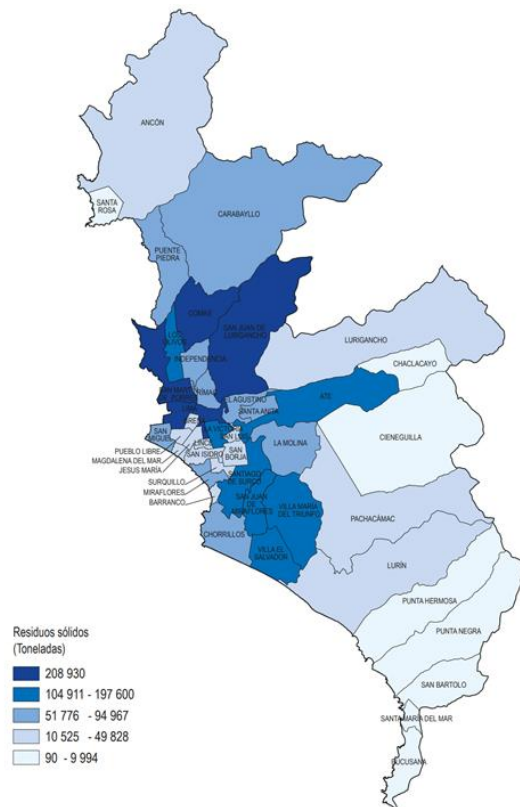
Como se ve en la Figura 3.5 podemos sacar las siguientes conclusiones:

- **San Juan de Lurigancho:** Carretera Central, Panamericana Norte (2 vías)
- **Villa el Salvador:** Panamericana Sur (1 vía)
- **Ate:** Vía de Evitamiento, Carretera Central, Av. Javier Prado (3 vías)

La segunda variable para considerar es la densidad poblacional de los distritos, ya que esta es directamente proporcional al tráfico vehicular, pero más sencilla de medir. Esta relación se debe a que mientras un territorio tenga mayor número de habitantes y menor superficie territorial, es mayor la congestión en los flujos de entrada y salida, sobre todo en horas punta. La Tabla 3.11 resume la densidad poblacional de cada distrito.

Figura 3.4

Residuos sólidos controlados en los rellenos sanitarios, por distrito de Lima Metropolitana



Nota. De Mapas, Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016 (https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaes/Est/Lib1416/mapas.pdf)

Figura 3.5

Mapa Vial por distrito



Nota. Adaptado de *Mapa Vial por Distritos (D.S. N° 011-2016-MTC)* por Ministerio de Transportes y comunicaciones, s.f. (https://portal.mtc.gov.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/mapa-ruta-distrital.html)

Tabla 3.10*Densidad Poblacional*

	San Juan de Lurigancho	Villa el Salvador	Ate
Población	1 191 000 hab.	450 800 hab.	685 000 hab.
Superficie	131,3 km ²	35,5 km ²	77,7 km ²
Densidad	9071 hab./km ²	12 699 hab./km ²	8816 hab./km ²

Nota. Los datos de Población son de CPI (2022) y los datos de Superficie de Lima cómo Vamos (2016).

En general, el indicador no muestra mayor diferencia entre las 3 opciones; por lo que la variable determinante será el número de vías importantes. Siendo el mejor posicionado el distrito de Ate, seguido de SJL y por último VET.

Finalmente, se procede a elaborar la matriz de enfrentamiento de los factores de micro localización, los cuales se abreviaron de la siguiente manera:

- CTE: Costo de terreno
- ISC: Índice de seguridad ciudadana
- ZI: Zonas industriales
- GRS: Generación de residuos sólidos
- VAT: Vías de acceso y tráfico

Tabla 3.11*Matriz de enfrentamiento de factores de micro localización*

	CTE	ISC	ZI	GRS	VAT	Total	Ponderación (%)
CTE	1	1	1	1	1	4	33,33
ISC	0	1	1	0	0	1	8,33
ZI	0	1	1	1	1	3	25,00
GRS	0	0	1	1	0	1	8,33
VAT	0	1	1	1	1	3	25,00
						Total	12

Una vez que se obtuvieron las ponderaciones, estos valores se emplearon en el ranking de factores para la micro localización de la planta. Se siguieron las mismas calificaciones que en el punto 3.3.1. En las Tablas 3.13 y 3.14, se presenta el detalle y la decisión final.

Tabla 3.12*Resumen de los factores de micro localización*

	San Juan de Lurigancho	Villa el Salvador	Ate
CTE	355 usd/m ²	265 usd/m ²	758 usd/m ²
ISC	7457 denuncias	2299 denuncias	2884 denuncias
ZI	0 parques industriales	1 parque industrial	2 parques industriales
GRS	208 930 toneladas	104 911 – 197 600 toneladas	104 911 – 197 600 toneladas
VAT	2 vías 9071 hab/km ²	1 vía 12 699 hab./km ²	3 vías 8816 hab/km ²

Tabla 3.13*Ránking de factores de micro localización*

	Ponderación (%)	San Juan de Lurigancho		Villa El Salvador		Ate	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
CTE	33,33	8	2,67	10	3,33	2	0,67
ISC	8,33	2	0,17	8	0,67	4	0,33
ZI	25	0	0	2	0,5	4	1
GRS	8,33	2	0,17	4	0,33	4	0,33
VAT	25	6	1,50	4	1	8	2
		TOTAL	4,51	TOTAL	5,83	TOTAL	4,33

Como resultado de esta última evaluación, se obtuvo que el distrito de Villa el Salvador sería la mejor opción para ser la localización final para la instalación de la planta de producción de los sets de comedor elaborados a partir de material reciclado.

CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA

4.1 Relación tamaño-mercado

De acuerdo con la demanda del proyecto planteada en el capítulo II para los módulos escolares conformados por carpeta y asiento, se pudo determinar la relación tamaño-mercado para la planta. Para el análisis, en la Tabla 4.1, se proyectó la demanda del año 2023 al año 2027, teniéndose como tamaño final de planta para la relación tamaño-mercado para el año 2027 una cantidad de 7613 unidades.

Tabla 4.1

Demanda proyectada módulos por año

Año	Nº estudiantes de Segmentación primaria	(80,5%)	Intensidad corregida (56,25%)	Frecuencia (20%)	Participación (7,8%)
2023	989 005	796 149	447 834	89 567	6980
2024	1 010 701	813 615	457 658	91 532	7133
2025	1 032 873	831 463	467 698	93 540	7290
2026	1 055 531	849 703	477 958	95 592	7450
2027	1 078 687	868 343	488 443	97 689	7613

4.2 Relación tamaño-recursos productivos

Para determinar la relación tamaño-recursos, se realizó el análisis de la disponibilidad que se tendrá de las principales materias primas que son el scrap de polietileno de alta densidad y la viruta de madera, y el resume se puede observar en la Tabla 4.2.

En primer lugar, para los scraps de polietileno de alta densidad se consideró comprarles a empresas que se encargan de la transformación de los residuos plásticos a formas primarias (resinas / pellets) recicladas. Considerando lo que menciona OCEANA (s. f.) en su página web: “En Perú, el 10% de los residuos que se producen son plásticos. De estos, solo reciclamos alrededor del 4%”; se analizó en el periodo entre 2016 y 2020 la generación de residuos plásticos en toneladas para conocer la tendencia de la cantidad de scraps de HDPE reciclado que estarían potencialmente en el mercado, sabiendo que al 2019 de la demanda mundial de plásticos el 12,4% corresponde a productos del tipo de resina HDPE / MDPE (PlasticsEurope, 2021).

Tabla 4.2*Data histórica de residuos plásticos en la ciudad de Lima en toneladas*

	2016	2017	2018	2019	2020
Residuos sólidos (TON)	3 164 584	3 276 748	3 454 688	3 613 906	3 880 894
Productos plásticos (10%)	316 458	327 675	345 469	361 391	388 089
Reciclaje (4%)	12 658	13 107	13 819	14 456	15 524
HDPE reciclado (12.4%)	1570	1625	1714	1792	1925

Nota. Adaptado de *Residuos Sólidos Municipales Generados en la Provincia de Lima, según distrito, 2014-2021* por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, año 2023 (<https://m.inei.gov.pe/estadisticas/indice-tematico/c-residuos-10291/>)

A partir de los datos históricos, se realizó una proyección logarítmica de los datos (coeficiente de correlación de $R=0,9331$). Para motivos de esta investigación, se consideró tener acceso a un 20% de este universo de HDPE reciclado (Tabla 4.3):

Tabla 4.3*Proyección de los residuos plásticos en la ciudad de Lima en kilogramos*

	2023	2024	2025	2026	2027
Proyección log. (Kg)	1 956 265	1 980 528	2 002 233	2 021 866	2 039 791
Participación (20%)	391 253	396 106	400 447	404 373	407 958

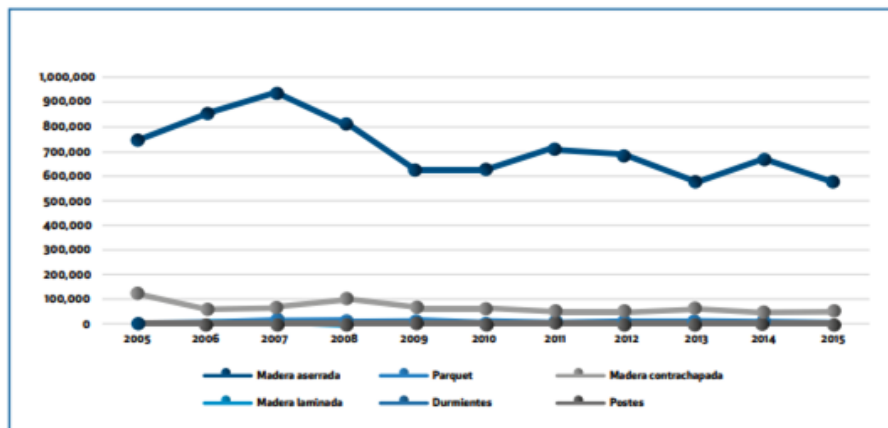
En segundo lugar, como se mencionó previamente en el capítulo III la viruta de madera o aserrín se obtiene a partir de los residuos de los trabajos de la primera transformación de la madera, principalmente de las empresas dedicadas al aserradero de la madera. Según un estudio de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2018), la producción de madera aserrada entre el 2005 y el 2015 se mantuvo en promedio en 700 000 m³ de volumen, siendo la producción en el año 2015 de 579 079 m³, esto se puede observar en la Figura 4.1.

Considerando que aproximadamente el 20% de ese volumen corresponde a los residuos como aserrín y viruta, la producción anual promedio de estos residuos a partir del aserradero sería de 140 000 m³. Se sabe también, luego de consultar a un experto, que el 100 % de esos residuos se venden a recicladores de madera. Según el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (2016), 1 m³ de madera aserrada equivale a un aproximado de 625 kg; lo cual significa, considerando que la producción promedio de madera aserrada se mantendrá, que anualmente en el Perú se encuentran disponibles 87,500 toneladas de viruta, al no contar con información histórica para una proyección. De esta cantidad, los recicladores solo destinan alrededor del 80% en “paneles formados por virutas o

partículas encoladas con resinas sintéticas” (Recytrans, 2013). Si consideramos que el 50% se usan específicamente para las mezclas con resinas y que este proyecto tendría acceso al 2% de esas cantidades considerando la alta demanda del material, se obtienen los resultados de la Tabla 4.4.

Figura 4.1

Producción de productos maderables en metros cúbicos



Nota. De *La Industria de la Madera en Perú* por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y el Instituto Tecnológico de la Producción (p. 29), 2018

Tabla 4.4

Disponibilidad de viruta de madera en kilogramos

Viruta de madera (Kg)	Uso del reciclado (80%)	Mezcla con resina (50%)	Participación (2%)
87 500 000	70 000 000	35 000 000	700 000

Considerando que para cada módulo conformado por una silla y una carpeta se necesitan aproximadamente 8,763 kg de scraps de HDPE y 4,127 kg de viruta de madera, en la Tabla 4.5, se pudo definir un tamaño-recurso productivo para cada materia prima.

Tabla 4.5

Tamaño-recurso productivo expresado en cantidad de módulos

Recurso	Kilogramos disponibles	Factor de conversión (Kg/módulos)	Cantidad de unidades por año
Scraps de HDPE	407 958	8,359	48 805
Viruta de madera	700 000	4,212	166 192

Entonces, la relación tamaño-recurso estaría definida por la disponibilidad del scrap reciclado de HDPE y esta sería de 48 805 unidades al año. Adicionalmente, ambos

recursos se encuentran disponibles para ser importados a precios accesibles, por lo cual no se considera que las materias primas para la elaboración de los muebles sean un aspecto limitante para el proyecto.

4.3 Relación tamaño-tecnología

De acuerdo con los requerimientos de tecnología que exige el proceso de producción del WPC se escogieron las maquinarias pertinentes para las actividades que lo conforman. Considerando la capacidad de producción de cada máquina, en la Tabla 4.6 se calculó cuál sería aquella que represente el cuello de botella en el proceso y cuál sería su producción anual, sin considerar factores de utilización ni eficiencia.

Tabla 4.6

Análisis tamaño-tecnología

Operación	Entrada	Unidades	Cap. Procesamiento de Máq u Op (unidades/h)	Número de máquinas o personas	CO	FC	Cap. de prod. de PT (módulos/año)
Lavado	63 661	kg	100	1	208 000	0,12	24 883,69
Secado	63 661	kg	75	1	156 000	0,12	18 662,77
Precalentado	63 661	kg	94	1	195 520	0,12	23 390,67
Molido	32 074	kg	50	1	104 000	0,24	24 694,91
Tamizado	31 433	kg	100	1	208 000	0,24	50 397,77
Mezclado y peletizado	102 680	kg	100	1	208 000	0,07	15 427,89
Extruido / enfriado / cortado	101 653	kg	150	1	312 000	0,07	23 375,59
Cortado	30 464	Planchas	34	1	66 560	0,25	17 680,00
Perforado	114 240	Piezas	150	1	312 000	0,07	20 800,00
Encajado	7616	Módulos	12	1	24 960	1,00	24 960,00

Luego del análisis, se llegó a la conclusión que la operación de mezclado y peletizado es el cuello de botella del proceso y que la relación tamaño-tecnología es de 15 428 módulos al año.

4.4 Relación tamaño-punto de equilibrio

Para el cálculo del punto de equilibrio en el cuál la venta de los módulos escolares no genera ni ganancias ni pérdidas se utilizó la siguiente fórmula:

$$PE = \frac{\text{Costos fijos}}{\text{Precio unit.} - \text{Costos var.}}$$

El precio unitario se definió a partir del comportamiento del mercado actual para buscar liderazgo en costos en 205 soles/unidad. El costo variable unitario se determinó a partir de los recursos necesarios para elaborar un módulo escolar en 31,04 soles/unidad. Finalmente, los costos fijos anuales se estimaron en 656 126 soles. Es necesario apuntar que los costos en este punto son preliminares, se ahondará en estos conceptos posteriormente en el capítulo VII. En la Tabla 4.7 se muestra la información necesaria para la determinación del punto de equilibrio para el proyecto.

Tabla 4.7

Cálculo del punto de equilibrio

Costos fijos	656 126 soles/año
Costos variables	31,04 soles/módulo
Precio unitario	205 soles/módulo
Punto de equilibrio	3772 módulos/año

Entonces, el tamaño mínimo de la planta establecido por el punto de equilibrio es de 3772 módulos/año.

4.5 Selección del tamaño de planta

A continuación, la Tabla 4.8 resume la selección del tamaño final de planta luego del análisis previo:

Tabla 4.8

Elección del tamaño de planta

Tipo de relación	Módulos/año
Tamaño – mercado	7613
Tamaño – recursos productivos	48 805
Tamaño – tecnología	15 428
Tamaño – punto de equilibrio	3772

Observando los resultados de los tres tipos de relación diferentes del punto de equilibrio, se tomó el menor valor para que sea el tamaño de planta del proyecto. Por lo tanto, la elección es el tamaño-mercado de 7613 módulos/año.

CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1 Definición técnica del producto

5.1.1 Especificaciones técnicas, composición y diseño del producto

Los módulos escolares para estudiantes de primaria de WPC se encuentran elaborados principalmente a partir de un compuesto de polietileno de alta densidad (matriz) y viruta de madera (relleno); no obstante, se hace uso de 4 aditivos, cada uno con un propósito: para asegurar una unión uniforme entre la matriz y el relleno, para acelerar los procesos, disminuir la densidad del producto final, y darle un color más natural. De esta forma, la composición final, expresada como porcentaje de peso, es:

- 62% - Polietileno de alta densidad
- 30% - Viruta de madera
- 3,0% - Agente de acoplamiento (*coupling agent*)
- 2,5% - Facilitador de procesamiento (*processing aid*)
- 2,0% - Agente espumante (*foaming agent*)
- 0,5% - Masterbatch

El módulo escolar de WPC consiste en 2 partes: la carpeta y la silla, los cuales son empacados desarmados, en una caja junto a los pernos e instrucciones. Tanto la mesa como la silla cuentan con 4 patas de 3x3 cm², las demás dimensiones de ambas partes fueron elaboradas a partir de las dimensiones antropométricas para estudiantes de sexo masculino y femenino de 6 a 18 años para la población chilena (Gutiérrez & Apud, 1995).

Otros detalles respecto a las características del producto como la temperatura de fusión, la densidad, el peso promedio y las capacidades de flexión y tracción se pueden observar en el cuadro de especificaciones técnicas de calidad del producto (Tabla 5.1). Finalmente, en la Figura 5.1 se diseñó un bosquejo de la apariencia del producto final con vistas frontales y laterales tanto de la silla como de la mesa. Respecto a las cuales, cabe resaltar que el espesor de las tablas para la silla es de 3 cm, mientras que el de la carpeta es de 2 cm.

Tabla 5.1

Cuadro de especificaciones técnicas de calidad

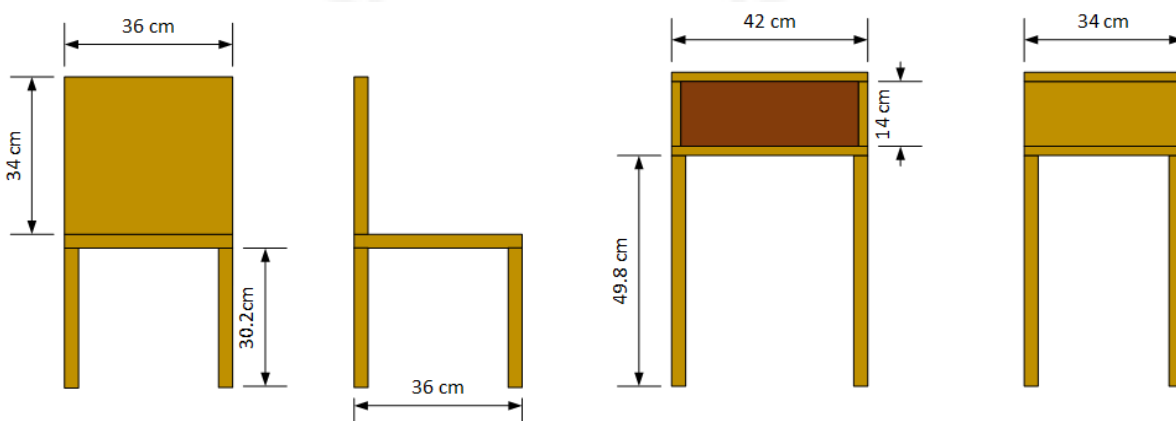
Cuadro de Especificaciones Técnicas de Calidad						
Nombre del producto:	Módulo escolar de WPC para primaria	Desarrollado por:	Bruno Mormontoy			
Función:	Servir de infraestructura para el aprendizaje	Verificado por:	Rodrigo Alffiret			
Tamaño y forma:	Estructura de Wood-Plastic Composite 56cm x 36cm x 19 cm (en la caja)	Autorizado por:	Bruno Mormontoy Rodrigo Alffiret			
Insumos requeridos:	Viruta de madera, scraps de polietileno de alta densidad (HDPE), pernos e instrucciones.	Fecha:	15/06/2022			
Costos del producto:	S/ 71,88	N° de revisión	1			

Características del producto	Tipo de característica		Norma técnica o especificación	Medio de control	Técnica de inspección	NCA
	Variable / Atributo	Nivel de Criticidad	V.N. ± Tol			
Temperatura de fusión	Variable	Crítico	120 ± 5 °C	Horno	Muestreo	0.1
Densidad	Variable	Crítico	0,665 ± 0,001 g/cm ³	Densímetro digital	Muestreo	0.1
Peso promedio	Variable	Mayor	12,6 ± 0,1 kg/módulo	Plataforma balanza industrial	Muestreo	1
Flexión	Variable	Mayor	180 ± 25 kg/cm ²	Prensa hidráulica	Muestreo	1
Tracción	Variable	Mayor	5,0 ± 1,2 kg/cm ²	Prensa hidráulica	Muestreo	1
Aspereza	Atributo	Mayor	-	Tacto	Muestreo	1
Color disparejo	Atributo	Menor	-	Vista	Muestreo	2.5

Nota. De Norma Técnica “Criterios de diseño para mobiliario educativo de la Educación Básica Regular” por MINEDU, 2020 (<http://www.minedu.gob.pe/p/pdf/rvm-n-164-2020-minedu.pdf>)

Figura 5.1

Bosquejo del producto final



5.1.2 Marco regulatorio para el producto

El Ministerio de Educación es el órgano del Gobierno que regula toda política de educación, por ello, es el organismo más importante dentro del marco regulatorio aplicable al producto. Bajo estos antecedentes, el primer documento regulatorio a tomar en consideración vendría a ser la Resolución Viceministerial N° 164-2020-MINEDU Norma Técnica “Criterios de diseño para mobiliario educativo de la Educación Básica Regular”. Esta, además de disposiciones generales como el ámbito de aplicación y la base normativa, brinda criterios de diseño, descripción de las características para cada tipo y variedad de componente del mobiliario y las responsabilidades de distintos organismos del Estado con relación a esta Norma Técnica.

Adicionalmente, se cuenta con las “Especificaciones técnicas de mobiliario escolar para programa Mi Carpeta” donde se señalan todas las NTP relacionadas al diseño, fabricación y pruebas para mobiliario de uso escolar (Minedu, 2014). Las NTP 260.005 y 260.009 señalan los requisitos mínimos para el diseño de mesas y sillas, respectivamente, para estudiantes de 6 a 11 años, con el fin de identificar rápidamente el mobiliario (INACAL, s.f., p. 6). Las NTP 260.012 y 260.013 comprenden los requerimientos para el embalaje y rotulado de mobiliario escolar respectivamente (INACAL, s.f., p. 4).

Otra fuente de la que se obtienen pautas para la regulación del producto es “Especificaciones técnicas de mobiliario escolar para programa Mi Carpeta”; no obstante, solo se tomarán como referencia. Aquí se especifica los detalles para asegurar el grado de calidad del producto final: defectos tolerables e intolerables del producto, rangos de humedad, uso de cola o clavos, entre otros (Minedu, s.f.).

5.2 Tecnologías existentes y procesos de producción

5.2.1 Naturaleza de la tecnología requerida

Las operaciones de molido, tamizado, lavado, secado, precalentado, enfriado y cortado son algunas de las operaciones que se consideran para la producción de los módulos escolares de primaria de WPC. Sin embargo, son las operaciones de mezclado - peletizado y extruido, las que realmente definen la naturaleza de la tecnología requerida. Esto se debe a que estas son las 2 etapas en las que se configuran las características mecánicas del producto por lo que éstas serán evaluadas en mayor profundidad.

a) Descripción de las tecnologías existentes

Tabla 5.2

Tecnologías disponibles

Actividad	Tecnologías disponibles	Descripción
Pesado	Pesado industrial	Para grandes cantidades, ideal para la medición de materias primas en procesos productivos.
	Pesado de precisión	Para cantidades pequeñas, con precisión de hasta 0,1 gramos.
Reducción del tamaño de la madera	Molido	Fraccionamiento de un sólido por medios mecánicos hasta el tamaño buscado.
	Refinación	Consiste en pasar astillas a través de dos discos de metal de diseño muy preciso, donde uno gira a 1800 rpm.
	Tratamiento termomecánico	Consiste en impregnar la viruta con vapor de agua. Suaviza la lignina y reduce el daño a la fibra.
	Tratamiento químico	Se usa hidróxido de sodio, ácido sulfúrico o antraquinona para extraer hemicelulosa, lignina y otros.
Clasificación por tamaño	Tamizado por vibración	Las mallas vibran alrededor de su centro de gravedad.
	Tamizado por rotación	Separa sólidos suspendidos en un líquido.
	Clasificación por aire	Separa el material por tamaño y densidad usando aire.
Lavado	Lavado con agua	Consiste en usar agua para retirar impurezas del material.
	Lavado con vapor	A través de la temperatura y presión se desprende la suciedad.
Secado	Secado por aire caliente	Mediante la evaporación, se usa aire caliente para eliminar el agua del producto.
	Secado en lecho fluido	Cada partícula es suspendida en un flujo de aire.
	Secado por microondas	Se usan microondas para evaporar el agua dentro del producto, tras lo que se extrae con corrientes de aire.
Precautado	Combustibles térmicos	Quema combustible, como aceites, para generar calor.
	Basadas en la electricidad	La corriente circula por resistencias eléctricas generando calor.
	Procesos híbridos	Usa más de un tipo de tecnología para su proceso de calentamiento.
Preprocesamiento	Mezclado – granulado (compounding)	Consiste en mezclar MP e insumos, extruirlos (diámetro 1-3 mm) y cortarlos en pellets de 2-5 mm de largo
	Mezclado cinético	Se realiza en lotes. La matriz (HDPE) se derrite al someter la mezcla a altas cantidades de energía cinética.
Procesamiento	Línea de extrusión	Consiste en fundir y moldear pellets a través de un cabezal (dado) para obtener secciones transversales idénticas.
	Moldeo por inyección	Consiste en fundir el material e inyectarlo en un molde cerrado, es un proceso semicontinuo.
	Moldeo por compresión	Consiste en colocar una el material precalentado entre dos moldes y comprimirlo, obteniéndose la pieza.
Cortado manual	Sierra de mesa	Consiste en una hoja de sierra circular montada sobre una superficie plana para poder apoyar las piezas a cortar.
	Sierra ingleteadora	Consiste en una hoja de sierra circular que permite cortes más precisos, pero no viene montada en una mesa o superficie.
	Serrucho	Consiste en una hoja de sierra trapezoidal, dentada en uno de sus lados largos. Es una herramienta 100% manual.
Perforado	Taladro de banco	Es una herramienta usada para perforar materiales, es bastante estable y puede asegurar la pieza a asegurar.
	Martillo perforador	Es una herramienta manual que permite perforar materiales cuya precisión depende del usuario.
Encajado	Encajado automático	Consiste en hacer uso de una máquina para automatizar el proceso de encajado.
	Encajado manual	Consiste en asignar a operarios a realizar la operación de encajado de forma manual.

Existen varias tecnologías disponibles para el procesamiento del WPC, pero siempre es necesario primero hacer un pre-procesamiento para homogeneizar la mezcla (*compounding*) y añadirle los aditivos necesarios; esta mezcla será luego procesada en etapas posteriores. Para la mezcla, lo usual es usar un mezclador-granulador para procesos continuos, donde se generan pellets (Bayer et al., 2017, p. 134).

Tanto la extrusión como la inyección son las 2 opciones más viables para el postprocesamiento de los pellets de WPC. El primero se usa generalmente para fabricar perfiles uniformes de 2 a 3 metros de largo por lo general; mientras que la inyección se usa para fabricar piezas de geometría compleja, con temperaturas máximas de 200°C debido a que pasado este umbral la celulosa de las fibras vegetales se empieza a degradar (Bayer et al., 2017, p. 134-136).

Una última tecnología para mencionar viene de parte de Wilczynski y Buziak (2019) quienes verificaron experimentalmente el correcto funcionamiento de un recientemente desarrollado modelo lineal de computadora que simula el producto resultante de la extrusión de un solo tornillo, donde finalmente se verificó la eficacia del mismo (p. 141).

b) Selección de la tecnología

La Tabla 5.3 muestra las tecnologías que finalmente fueron tomadas en consideración, a partir de la Tabla 5.2, para la elaboración de la planta contemplada en el presente estudio.

Tabla 5.3

Selección de tecnología

Actividad	Tecnología seleccionada
Pesado	Pesado Industrial y Pesado de precisión
Reducción del tamaño de la madera	Molido
Clasificación por tamaño	Tamizado por vibración
Lavado	Lavado con agua
Secado	Secado por aire caliente
Precautado	Tanque agitador con chaqueta - Tecnología basada en electricidad
Preprocesamiento	Mezclado – granulado
Procesamiento	Línea de extrusión
Cortado	Sierra de mesa
Perforado	Taladro de banco
Encajado	Encajado manual

Para el pesado se consideró que ambas tecnologías serían sumamente útiles para el proceso. El pesado industrial para la medición de las materias primas (scrap y viruta) que entran en grandes cantidades; mientras que el pesado de precisión para los insumos, los cuales se manejan en cantidades pequeñas y es importante que las mediciones sean lo más exactas posibles ya que de estos insumos dependen características importantes del producto terminado.

Respecto a la reducción del tamaño de las partículas de madera, la tecnología seleccionada fue el molido, específicamente molido de martillos. Todas las opciones proveen resultados similares; sin embargo, esta es la que requiere menor consumo de energía eléctrica, insumos adicionales, o maquinaria muy especializada. Para la clasificación por tamaño, se escogió el tamizado por vibración, ya que es menos estresante para la malla, disminuye la pérdida del producto y evita la necesidad de reprocesar la materia prima.

Por su lado, para la preparación de los scraps de HDPE se prefirió el lavado con agua, ya que consume menos energía y permite reutilizar este recurso en un proceso más adelante. Tras lo cual, el producto será secado por aire caliente ya que consume menos energía y la temperatura de secado no debe ser muy elevada. Para el precalentado se optó por hacer uso de tecnología basada en electricidad, específicamente un tanque agitador con chaqueta, debido a que no se desea recurrir otros combustibles y se evita la humidificación del producto.

El mezclado cinético se obvió debido a que este no permite procesos de producción continuos y puede dañar la fibra de la madera, por ello se seleccionó el mezclado granulado. Para el procesamiento, se determinó que hacer uso de una línea de extrusión (extrusión, lavado y corte) es más conveniente, continuo y requiere menor intervención que las otras opciones.

Finalmente, las últimas actividades se decidieron que sean manuales debido a que los volúmenes con los que se trabaja no exigen el uso de máquinas que automaticen los procesos, por lo que las tecnologías exploradas iban en línea con procesos manuales. Para el cortado se seleccionó una sierra de mesa donde la superficie de trabajo permite una fácil manipulación de los perfiles de madera obtenidos en el proceso anterior. Respecto al perforado se trabajará con un taladro de banco porque ofrece mayor estabilidad y

resultados más consistentes. Por último, el encajado será manual por los motivos previamente mencionados.

El preprocesamiento o *compounding* es un punto crítico del proceso de producción, es por ello que a continuación se detallan algunos puntos adicionales de cómo funciona este proceso y las tecnologías involucradas. Como se mencionó en el punto 5.1.1, a la materia prima (scraps de HDPE y viruta de madera) se le agrega ciertos aditivos: un agente de acoplamiento (*coupling agent*), un agente espumante (*foaming agent*), un facilitador de procesamiento (*processing aid*) y Masterbatch para el color.

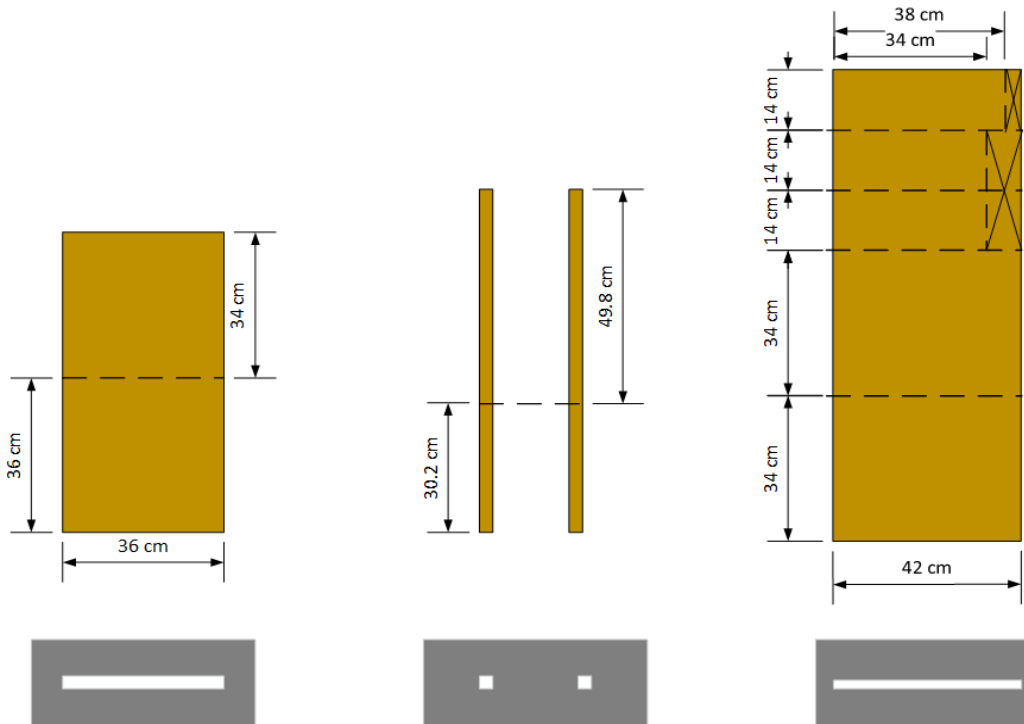
La investigación de Bayer (2017) indica que la diferente estructura química de las poliolefinas y fibras les confiere una polaridad muy diferente. Los grupos hidroxilos en las fibras de celulosas les confieren un carácter hidrofílico, mientras que la estructura de hidrocarburos de las poliolefinas les confiere hidrofobicidad (p. 130). Debido a esto, y para lograr obtener un compuesto estable y uniforme en la distribución de sus propiedades físicas, es que se emplea el método de enlace químico, a través del uso de un anhídrido maleico como agente de acoplamiento (*coupling agent*), en este caso el polietileno modificado con anhídrido maleico.

Adicionalmente, la densidad del producto final depende de la densidad de sus componentes, por lo que en una mezcla donde la mayor proporción proviene del HDPE la densidad resulta mayor que la de la madera tradicional por sí sola, pudiendo llegar a ser de $1,055 \text{ g/cm}^3$ (Prisco, 2014, p. 201). No obstante, como respuesta a este inconveniente que ocasionaría carpetas muy pesadas para niños de primaria, se hace uso de bicarbonato de sodio (*foaming agent*) y de K-400 (*processing aid*), estos dos aditivos contribuyen a disminuir la densidad significativamente y a disminuir el tiempo de homogeneizado de la mezcla, logrando que la densidad disminuya en 37% hasta $0,66465 \text{ g/cm}^3$ (Matuana & Stark, 2015). Finalmente, el masterbatch se agrega para otorgar un color similar al roble oscuro en el producto final.

Ya definidos y especificados los aditivos a añadir, para el procesamiento del WPC se usará una línea de extrusión, que consiste en una extrusora, un sistema de enfriamiento y un corte por máquina para obtener perfiles uniformes. El reto de producir perfiles de diferentes dimensiones se resuelve mediante el uso de distintos dados; la Figura 5.2 evidencia los perfiles necesarios, junto con los cortes que se realizarán, y los dados que los producirán.

Figura 5.2

Perfiles extruidos y sus respectivos moldes



5.2.2 Proceso de producción

a) Descripción del proceso

El proceso de producción de carpetas a partir de un compuesto de madera-plástico denominada Wood-plastic composite (WPC) tiene, como su nombre lo indica, 2 materias primas: plástico y madera en forma de viruta o aserrín, en una proporción de 70% de polímero y 30% de fibra vegetal (Siwek et al., 2018, p. 500). No obstante, existen ciertas condiciones que tienen que ser cumplidas por ambos materiales para poder ser utilizados para producir WPC.

La primera condición es que el tamaño de partícula recomendable de la viruta de madera sea de 225 μm (micrómetros/micras), debido a que con estas medidas se obtienen mejores resultados respecto a las propiedades mecánicas en el producto final (Siwek et al., 2018, p. 506). Asimismo, el rango de humedad relativa previo a la mezcla debe ser de entre 13% - 18% (Polanco & Quispe, 2019, p. 58). Por su lado, entre termoplásticos y termoestables, son varios los termoplásticos que pueden ser reciclados sin perder sus propiedades; sin embargo, de estos se tiene que escoger aquellos cuyo punto de fusión

sea menor a 200°C, ya que superada esta temperatura la mayoría de las fibras vegetales se empiezan a degradar (Bayer et al, 2017, p. 117).

Para dar a basto con las necesidades de producción, la planta opera 52 semanas al año, 5 días a la semana, durante un turno de 8 horas. Este turno incluye el tiempo para encender los sistemas y las máquinas, así como para apagarlos y realizar limpiezas de máquinas y ambientes. Adicionalmente, respecto a la disponibilidad de la maquinaria, se realizan 2 mantenimientos preventivos al año para todas las maquinarias, estos se dan en días domingo por lo que la producción no se ve afectada. Respecto a medidas de seguridad, se cuenta con sistemas de extinción por espuma en toda la planta de producción y en almacenes. Sobre este último punto, el almacén de materia prima e insumos cuenta con una balanza industrial y una báscula electrónica; la primera se usa para el pesado de los sacos de HDPE y de viruta de madera; mientras que la segunda se emplea en el pesado de los aditivos. Una última consideración es que tanto los scraps de HDPE como la viruta de madera se almacenan en sacos de 25 kg cada uno.

El proceso productivo se inicia con la carga de los scraps de polietileno de alta densidad (HDPE, por sus siglas en inglés), provenientes del almacén de materia prima, previamente pesados, transportados usando carretillas hidráulicas. Estos son lavados para retirar cualquier impureza, tras lo cual pasan a un secado a 60°C para después ser precalentados en un tanque agitador con chaqueta a aproximadamente 70°C, con la intención de reducir la humedad.

Por su lado, la viruta de madera, previamente pesada, es transportada, de igual manera que los scraps, a la tolva de alimentación de la máquina de molido, el producto de esta operación pasa por un tamizado, donde se mide el tamaño de partícula para que estos sean clasificados; aquellos que cumplan con la medida de 255 μm pasan a la siguiente etapa, se estima que se retiene un 2% de viruta en las mallas. Debido a que se trabaja con madera en forma de polvo, se espera que el 2% se disperse en el ambiente durante la molienda, por lo que a su vez el personal que trabaje directamente en estas fases debe contar con mascarillas con filtros, y demás personal con mascarillas N95. También, por precaución y debido al riesgo de inflamabilidad de la viruta de madera, hay un extintor ABC de polvo químico seco situado directamente al lado de esta máquina.

Estos dos flujos convergen en el mezclador-granulador donde son mezclados. En base a los resultados de una investigación previa, no habría necesidad de usar aditivos ni

agentes de acoplamiento para la unión de la fibra y el polímero, si es que el polímero a ser empleado fuese propionato de celulosa (CP); no obstante, este material resulta más caro en comparación al PP o HDPE (Siwek et al., 2018, p. 506). Dado que el polímero seleccionado como materia prima fue el HDPE, sí va a ser necesario usar un *coupling agent*. A su vez, la densidad obtenida resultaría muy alta, por lo que se agrega un *foaming agent* y un *processing aid*, además del masterbatch para ofrecer un color uniforme semejante a la madera pura. Las proporciones de las materias primas son 65% para el HDPE y 30% para la viruta de madera, mientras que los aditivos conforman el 8% restante, con porcentajes de 3%, 2,5%, 2% y 0,5% respectivamente para el *coupling agent*, *processing aid*, *foaming agent* y el masterbatch.

Posterior a esto, y en la misma máquina, la mezcla es granulada, creando pellets uniformes de WPC ($H \leq 5\%$), los que pasará directamente a la extrusora. Dentro del tornillo, la mezcla alcanza una temperatura máxima de 150°C para evitar la degradación de las fibras vegetales. La producción se realiza según productos de mismas dimensiones, una vez que estos están listos, se espera a que el dado enfríe y se cambia para fabricar los diferentes perfiles; este mismo operario inspecciona los perfiles que salen de la máquina. Mientras, un operario, haciendo uso de una sierra circular para madera, corta los perfiles de WPC según las dimensiones requeridas, se tiene una pérdida de material del 2,85% respecto al material de un módulo escolar, o de 6,06% respecto a la plancha molde #3, calculada en base a los trozos cortados restantes. Para su seguridad, este operario debe usar guantes anticorte, así como una mascarilla con filtros y lentes de seguridad. Asimismo, otro operario, haciendo uso de un taladro de banco, se encarga de perforar los perfiles para generar los ejes para los pernos. El cambio de dado junto con los restos de material que quedan en la extrusora genera una pérdida de material equivalente al 2%.

Conforme las partes van quedando listas, estas se acumulan en un estante que se encuentra al lado de la mesa de encajado hasta que se haya terminado de producir todos los diferentes juegos, adicionando aquellos que se prepararon el día anterior. Todos los insumos se traen del almacén y se dejan en el mismo estante al inicio de la jornada; esto incluye cajas, bolsas de 25 pernos y los manuales. De esta manera, se encaja en una caja todo lo necesario para la carpeta; en otra caja, se encaja todo lo respectivo a la silla y, las dos cajas se colocan en otra caja más, para facilitar su diferenciación y traslado al almacén de productos terminados mediante una carretilla hidráulica.

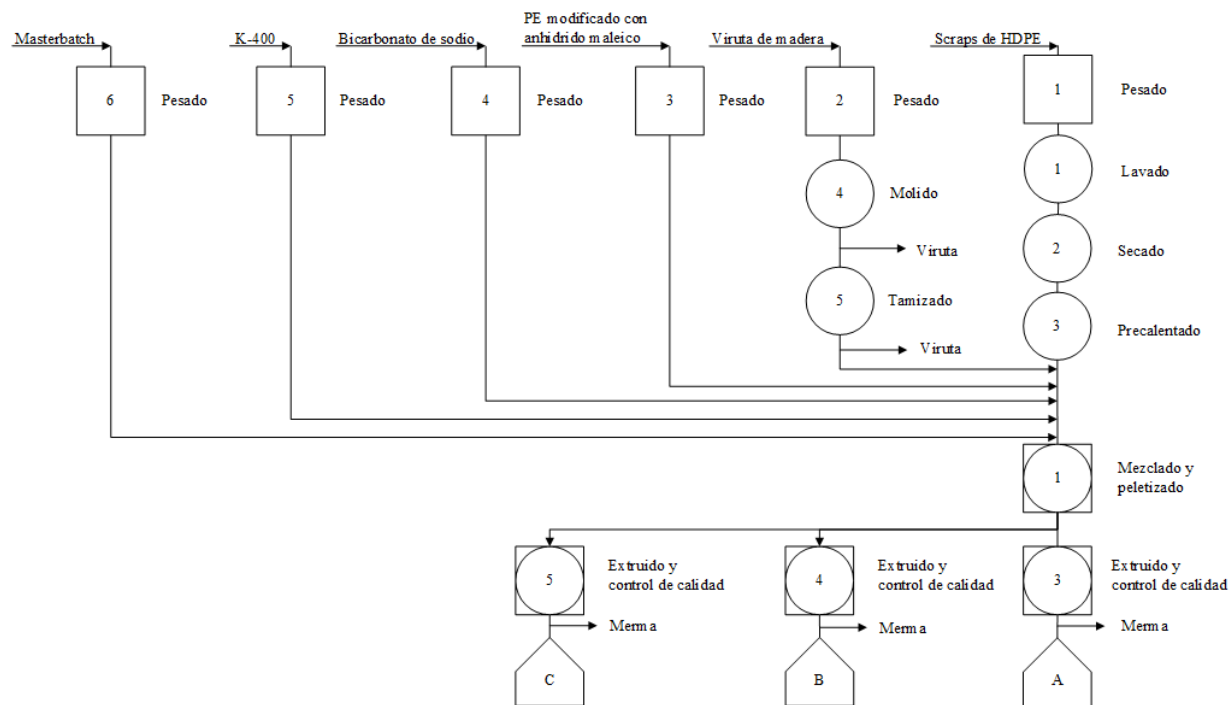
b) Diagrama de proceso: DOP

La Figura 5.3 muestra el diagrama de operaciones del proceso descrito previamente en la sección 5.2.2.1.

Figura 5.3

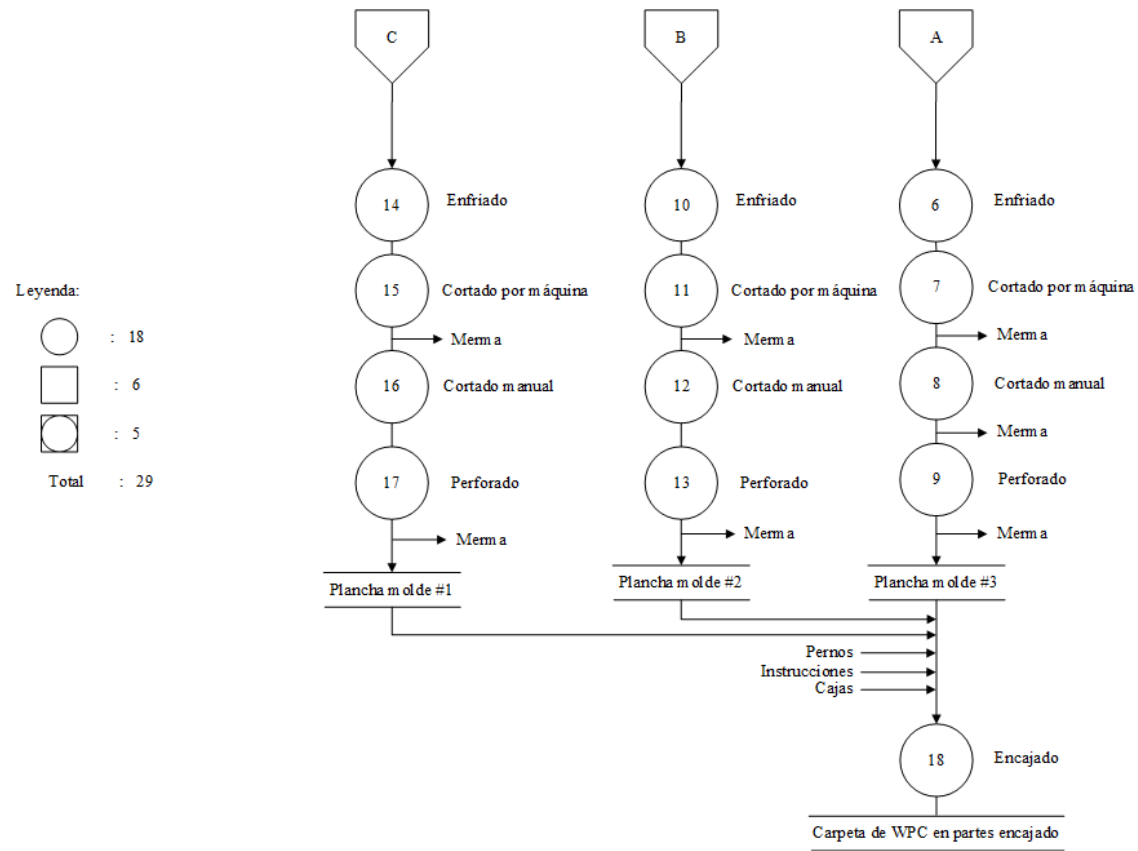
Diagrama de operaciones del proceso

Diagrama de operaciones del proceso para la producción de módulos escolares a partir de WPC



(continúa)

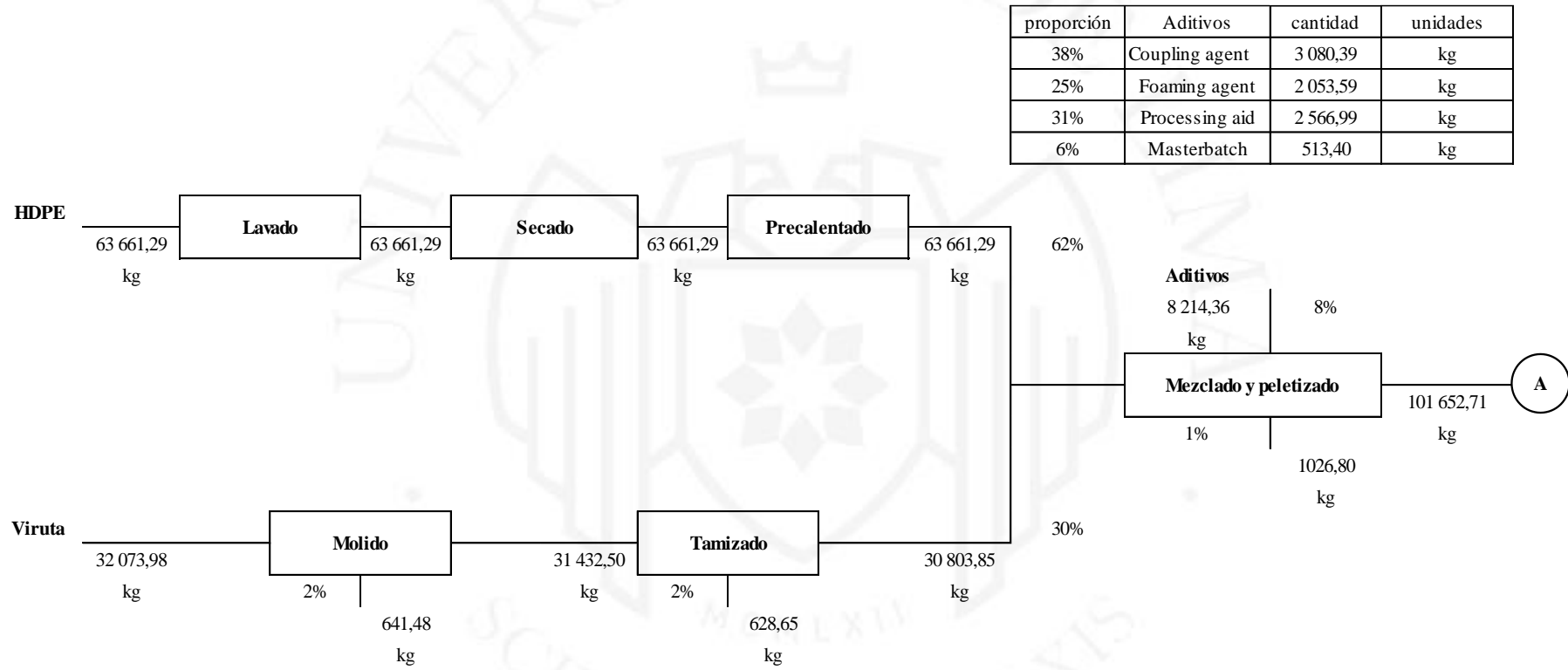
(continuación)



c) Balance de materia

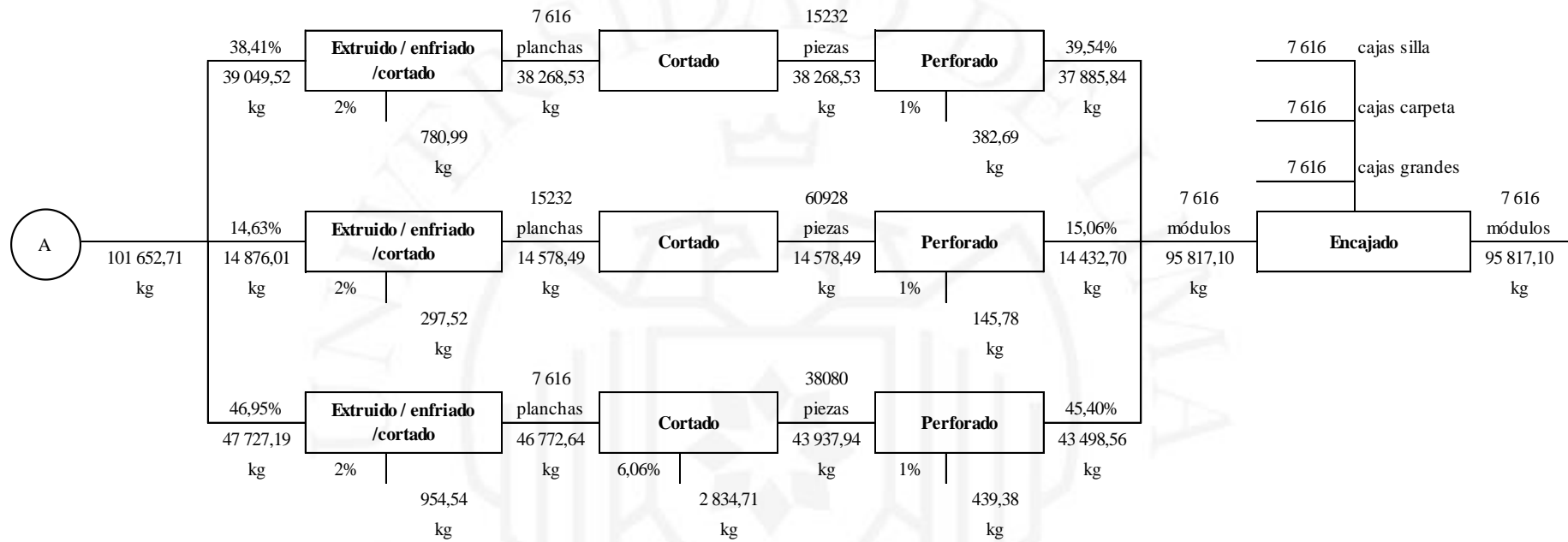
Figura 5.4

Balance de materia



(continúa)

(continuación)



5.3 Características de las instalaciones y equipos

5.3.1 Selección de la maquinaria y equipos

Tabla 5.4

Descripción de maquinarias para operaciones

Operación	Equipo	Función
Pesado	Balanza y báscula	Medir la masa de materiales e insumos.
Molido	Molino de martillos	Pulverizar la viruta de madera
Tamizado	Tamiz vibratorio	Clasificar la viruta de madera de diámetro menor a 255 µm.
Lavado	Lavadora	Retirar las impurezas de los scraps de HDPE.
Secado	Secador	Secar el HDPE.
Precautado	Tanque agitador con chaqueta	Disminuir la humedad del HDPE.
Mezclado y peletizado	Mezcladora granuladora	Mezclar materia prima e insumos, y peletizarlos.
Extruido/Enfriado/ Cortado por máquina	Línea de extrusión de WPC	Realizar el proceso de extrusión completo. Empezando con la extrusión del WPC, seguido del enfriamiento del producto y el corte de los perfiles.
Cortado manual	Mesa de corte	Cortar los perfiles extruidos según las dimensiones finales
Perforado	Taladro de banco industrial	Crear los orificios donde van a ir los pernos.

5.3.2 Especificaciones de la maquinaria

A continuación, se presentan las fichas técnicas que contienen las especificaciones de las maquinarias:

Tabla 5.5

Ficha técnica para la balanza industrial

Balanza Industrial	
Modelo	RJ-9001-500*700
Precio	S/ 241,91
Capacidad	hasta 600 kg
Dimensiones	50 x 70 x 14 cm
Potencia	-



Nota. Adaptado de *Báscula portátil de pesaje Industrial, 600Kg, Balanza* por Zhejiang Junkaishun Industrial & Trade Co., Ltd. (<https://spanish.alibaba.com/p-detail/600Kg-62455303965.html>)

Tabla 5.6*Ficha técnica para la báscula*

Báscula electrónica	
Modelo	JSC-HAC
Precio	S/ 199,26
Capacidad	hasta 30 kg
Dimensiones	30 x 23 cm
Potencia	-



Nota. Adaptado de *Báscula electrónica con interfaz RS232, precio más vendido* *Báscula electrónica con interfaz RS232, precio más vendido* por Fuzhou Lucky Star Co., Ltd. (<https://spanish.alibaba.com/p-detail/Best-1600080280689.html>)

Tabla 5.7*Ficha técnica para el lavado*

Lavadora	
Modelo	W-50
Precio	S/ 4608,24
Capacidad	100 kg/h
Dimensiones	144 x 120 x 138 cm
Potencia	7,5 kW



Nota. Adaptado de *Alta calidad arandela de acero inoxidable para la venta* por Yuyao Lvdao Plastic & Rubber Machinery Co., Ltd. (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/high-quality-stainless-steel-washer-for-sale-62015115016.html>)

Tabla 5.8*Ficha técnica para el secado*

Secador	
Modelo	50KG
Precio	S/ 1344,07
Capacidad	75 kg/h
Dimensiones	87 x 54 x 121 cm
Potencia	4,5 kW



Nota. Adaptado de *Fabricación de China de plástico Industrial deshumidificador hopper más seco directa de la fábrica de alta potencia de secador de tolva máquinas* por Suzhou Lesintor I/E Co., Ltd. (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/china-manufacture-industrial-plastic-dehumidifier-hopper-drier-factory-direct-high-power-string-hopper-dryer-machines-1600073817428.html>)

Tabla 5.9*Ficha técnica para el precalentado*

Tanque agitador con chaqueta	
Modelo	-
Precio	S/ 3686,60
Capacidad	100 L
Dimensiones	50 x 50 x 50 cm
Potencia	0,37 kW



Nota. Adaptado de *500L eléctrico de acero inoxidable tanque agitado con revestimiento* por Jiaozuo Double Eagle Machinery Co., Ltd. (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/500l-electric-heated-stainless-steel-stirred-tank-jacketed-dishwashing-liquid-mixing-tank-62053828975.html>)

Tabla 5.10*Ficha técnica para el molido*

Molino de Martillos	
Modelo	CF 158
Precio	S/ 907,44
Capacidad	50 kg/h
Dimensiones	80 x 68 x 59 cm
Potencia	1,5 kW



Nota. Adaptado de *Precio de fábrica molino de martillos para la harina* por Wholly (China) Marketing Co., Ltd. (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/factory-price-hammer-mill-for-flour-60106690906.html>)

Tabla 5.11*Ficha técnica para el tamizado*

Tamiz Vibratorio	
Modelo	DH 400
Precio	S/3417,78
Capacidad	100 kg/h
Dimensiones	56 x 56 x 78,5 cm
Potencia	0,18 kW



Nota. Adaptado de *Rotating Sieve Vibrator Filter Sand Vibration Machine Separation Equipment* por Xinxiang Dahan Vibrating Machinery Co., Ltd. (https://www.alibaba.com/product-detail/Rotating-Sieve-Vibrator-Filter-Sand-Vibration_62329737925.html)

Tabla 5.12*Ficha técnica para el mezclado*

Mezcladora granuladora	
Modelo	CGB-100
Precio	S/19 585,02
Capacidad	100 kg/h
Dimensiones	67 x 70 x 105 cm
Potencia	0,12 kW



Nota. Adaptado de *De plástico gránulos automática mezclador gravimétrica licuadora para 2-8 ingredientes gravimétrica licuadora para no tejido de la línea de producción* por Dongguan Sanzhong Machinery Co., Ltd. (<https://spanish.alibaba.com/p-detail/plastic-62272375541.html>)

Tabla 5.13*Ficha técnica para la línea de extrusión*

Línea de Extrusión de WPC	
Modelo	CMDX150
Precio	S/ 87 556,56
Capacidad	150 kg/h
Dimensiones	1500 x 250 x 300 cm
Potencia	37 kW



Nota. Adaptado de *Máquina de fabricación de líneas de producción de cubiertas de perfiles, Wpc/WPVC, WPE, PP, máquina para hacer fibra de madera* por Zhangjiagang Camel Machinery Co., Ltd. (<https://spanish.alibaba.com/p-detail/Wpc-60679162223.html>)

Tabla 5.14*Ficha técnica para el cortado manual*

Mesa de corte	
Modelo	35950G
Precio	S/ 1916,26
Capacidad	Depende del operario
Dimensiones	76,5 x 90 x 110,5 cm
Potencia	2,5 kW



Nota. Adaptado de *Sierra de armario de hierro fundido, 45975G, 10 pulgadas, con valla Industrial de 50 "/table>

69*

Tabla 5.15

Ficha técnica para el perforado

Taladro de banco industrial	
Modelo	25mm
Precio	S/ 1762,66
Capacidad	Depende del operario
Dimensiones	26.5 x 44.8 x 160 cm
Potencia	1,2 kW



Nota. Adaptado de *La prensa de taladro de Banco industrial de 1200W está equipada con posicionamiento láser* por Shanghai Tongchen Industrial Co., Ltd. (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/1200w-industrial-bench-drill-press-is-equipped-with-laser-positioning-62185258370.html>)

Tabla 5.16

Ficha técnica para el encajado

Mesa de trabajo	
Modelo	ITO-01625
Precio	S/ 518,43
Capacidad	-
Dimensiones	150 x 80 x 80 cm
Potencia	-

ITO



Nota. Adaptado de *Mesa de trabajo barata de acero inoxidable ITO-01625 con 3 capas*, por Guangzhou ITO Catering Equipment Co., Ltd. (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/ito-01625-cheap-stainless-steel-work-table-with-3-layers-60664972613.html>)

5.4 Capacidad instalada

5.4.1 Cálculo detallado del número de máquinas y operarios requeridos

En primer lugar, para hallar tanto el número de máquinas y el número de operarios necesarios para las actividades del proceso se necesita conocer cuál será el tiempo del periodo (H). La planta va a trabajar 8 horas por turno, un turno al día, 5 días por semana y 52 semanas al año. Esto resulta en un total de 2080 horas/año. Adicional a esto, diariamente los trabajadores cuentan con una hora de almuerzo.

Adicionalmente, se consideran las capacidades de procesamiento de las máquinas, la utilización (U), la eficiencia (E) y la entrada de materiales a cada actividad de acuerdo con el tamaño de planta.

Para la utilización se dividieron las pérdidas de tiempo entre las actividades automáticas y manuales. En las automáticas se tuvo en consideración: 35 minutos de mantenimiento preventivo diario (incluye inspección, limpieza y calibración menor de las máquinas) y 10 minutos para eventualidades en el uso de las máquinas o mantenimientos reactivos. En el caso de las manuales se consideró lo siguiente: 15 minutos de limpieza del área de trabajo al inicio de la jornada y otros 15 al finalizar, 5 minutos para traer los insumos correspondientes del almacén, 10 minutos para que los operarios se cambien la ropa y se coloquen los EPPs y 5 minutos por 3 pausas activas durante el día (15 minutos en total). Con esta información se calculará la utilización a partir de la relación del número de horas productivas y el número de horas reales, usando la siguiente fórmula:

$$U_{Automático} = \frac{NHP}{NHR} = \frac{480 - (35 + 10)}{480} = 0,91$$

$$U_{Manual} = \frac{NHP}{NHR} = \frac{480 - (15 + 15 + 5 + 10 + 15)}{480} = 0,88$$

Tomando esto en cuenta, se estará trabajando con una utilización de 0,91 para las actividades automáticas y 0,88 para las manuales.

Para la eficiencia, se utilizará valores diferentes para los procesos manuales y automáticos. Para el primer caso, se hizo una breve consulta a expertos en la materia quienes concluyeron que en promedio la eficiencia operativa ronda entre el 70% y 80%; por este motivo, dentro de la inversión inicial en las capacitaciones se destinó una parte a lograr que los operarios alcancen una eficiencia de 85%. Por su lado, para los procesos automáticos se tomó usó el estándar para este tipo de procesos: 90%. Para hacer el cálculo tanto del número de máquinas como del número de operarios, se hizo uso de la siguiente fórmula:

$$\#Máquinas/\#Operarios = \frac{Entrada}{U * E * H * Cap.}$$

A continuación, la Tabla 5.17 resume los cálculos para el número de las máquinas con los parámetros considerados:

Tabla 5.17*Cálculo del número de máquinas*

Actividad	Entrada	unidades	Capacidad	unidades	U	E	Horas al año	calc. de máquinas	# de máquinas
Lavado	63 661	kg/año	100	kg/h	0,91	0,9	2080	0,3737	1
Secado	63 661	kg/año	75	kg/h	0,91	0,9	2080	0,4983	1
Precaentado	63 661	kg/año	94	kg/h	0,91	0,9	2080	0,3976	1
Molido	32 074	kg/año	50	kg/h	0,91	0,9	2080	0,3766	1
Tamizado	31 433	kg/año	100	kg/h	0,91	0,9	2080	0,1845	1
Mezclado y peletizado	102 680	kg/año	100	kg/h	0,91	0,9	2080	0,6027	1
Extruido / enfriado / cortado	101 653	kg/año	150	kg/h	0,91	0,9	2080	0,3978	1

Como se puede observar existe capacidad disponible en las máquinas para ser utilizada en el futuro, sea diversificando productos o expandiendo la cuota en el mercado. Esto se debe a que los procesamientos de las materias primas son independientes.

Por otro lado, para las actividades manuales se halló el requerimiento de mano de obra a partir de los tiempos estándar de los operarios. Se convirtieron los tiempos estándar en capacidades correspondientes a las entradas de cada operación (Tabla 5.18)

Tabla 5.18*Capacidad de los procesos manuales*

	min/módulo	capacidad	unidades
Cortado	7	34	planchas/h
Perforado	6	150	piezas/h
Encajado	5	12	módulos/h

Para el cortado el tiempo es de 7 min/módulo donde se considera el delineado del camino del corte, el calibrado de la mesa de corte y el corte propiamente dicho de todas las piezas que conforman el módulo. Para el perforado se considera el marcado, cambio de broca y la perforación en sí de los 50 agujeros que se necesitan para todas las piezas; esto da un tiempo estándar de 6 minutos. Por último, el encajado tarda 5 min/módulo; ya que se considera el encajado y sellado de la silla y carpeta por separado, el embolsado e inclusión de los pernos y manuales, y el encajado final de ambas partes en una sola unidad. Esta información se obtuvo de la comparación de estudios similares previos y la consulta con expertos en la industria de los muebles. A continuación, la Tabla 5.19 resume la estimación del número de operarios.

Tabla 5.19*Cálculo de número de operarios*

Actividad	Entrada	unidades	Capacidad	unidades	U	E	Horas al año	Calc. de operarios	Suma cál. de operarios	# de operarios
Cortado	30 464	planchas/año	34	planchas/h	0,88	0,85	2080	0,5759		
Perforado	114 240	piezas/año	150	piezas/h	0,88	0,85	2080	0,4895	1,4733	2
Encajado	7616	módulos/año	12	módulos/h	0,88	0,85	2080	0,4079		

El tiempo que los operarios tengan disponible durante el día, debido a que su capacidad no se utiliza al máximo, lo utilizarán para el manejo e inspección de las máquinas automáticas, su carga y descarga, y cualquier otro requerimiento que se tenga para que el flujo de materiales se mantenga. Para esto se necesitará también de un operario adicional para no descuidar las actividades manuales del proceso, ya que en múltiples ocasiones sería necesario que se siga una secuencia inmediata entre cada actividad. Esto nos da un requerimiento total de **3 operarios**. Para favorecer el cálculo de capacidad, se considerará 1 operario para cada una de estas actividades.

Cabe también destacar que, para que el proceso mantenga un ritmo constante, hay que atender el inconveniente que significa tener listos los 3 tipos de plancha para poder empezar el encajado. Se pensó en mantener un stock en proceso de esas piezas empezando desde el primer día de producción, donde no se realizará la tarea de encajado y se tendrán las piezas listas para que se pueda realizar esta actividad desde el inicio del día siguiente.

Sabiendo que con la tecnología actual se podrían producir 47 unidades de módulo diario y que utilizando la demanda del último año del proyecto sería necesario producir 24 unidades diarias; se tomó la decisión de que, para mantener el ritmo del proceso, el primer día se producirá un adicional de las 3 planchas necesarias equivalente a **12 unidades** de producto terminado (mitad de la máxima demanda diaria) como mínimo,

que se mantendrán como producto en proceso de un día al otro. Dependiendo del trabajo diario y las necesidades de producción, más allá de la base del primer día, se podrá mantener un stock de 1, 2 o de los 3 tipos de plancha como productos en proceso como soporte a la producción en caso se considere necesario para aprovechar mejor el uso del tiempo.

5.4.2 Cálculo de la capacidad instalada

Tabla 5.20

Capacidad instalada de planta

Operación	Entrada	Unidades	Cap. Procesamiento de Máq u Op (unidades/h)	Número de máquinas o personas	hrs/turno	turno/día	días/semana	semanas/año	U	E	CO	FC	Cap. de prod. de PT (módulos/año)
Lavado	63 661	kg	100	1	8	1	5	52	0,91	0,9	170 352	0,12	20 380
Secado	63 661	kg	75	1	8	1	5	52	0,91	0,9	127 764	0,12	15 285
Precaentado	63 661	kg	94	1	8	1	5	52	0,91	0,9	160 131	0,12	19 157
Molido	32 074	kg	50	1	8	1	5	52	0,91	0,9	85 176	0,24	20 225
Tamizado	31 433	kg	100	1	8	1	5	52	0,91	0,9	170 352	0,24	41 276
Mezclado y peletizado	102 680	kg	100	1	8	1	5	52	0,91	0,9	170 352	0,07	12 635
Extruido / enfriado / cortado	101 653	kg	150	1	8	1	5	52	0,91	0,9	255 528	0,07	19 145
Cortado	30 464	Planchas	34	1	8	1	5	52	0,88	0,85	49 787	0,25	13 225
Perforado	114 240	Piezas	150	1	8	1	5	52	0,88	0,85	233 376	0,07	15 558
Encajado	7616	Módulos	12	1	8	1	5	52	0,88	0,85	18 670	1,00	18 670

En conclusión, la actividad cuello de botella sería el “mezclado y peletizado” con una capacidad de producción anual máxima de 12 635 módulos.

5.5 Resguardo de la calidad y/o inocuidad del producto

5.5.1 Calidad de la materia prima y de los insumos

Los estándares de calidad aplicables a las materias primas del WPC difieren según las propiedades mecánicas de cada uno. Para el caso de la madera, el producto final no varía mucho según la especie de madera que se emplee, debido a que la mayor proporción es del HDPE. No obstante, los niveles de humedad deben de estar entre 10% - 16%, con una densidad promedio entre 0,4 y 0,6 g/cm³.

Mientras tanto, el polietileno de alta densidad viene en forma de scraps, por lo que es necesario lavarlos previamente, y también es por ellos que se necesitan los pasos de secado y precalentado para retirar el agua y disminuir la humedad. Asimismo, la densidad del HDPE debe estar entre 0,94-0,97 g/cm³.

Respecto a los insumos, las preocupaciones principales corresponden a su estado al momento de la recepción, debido a que la única otra medida de calidad que podría perjudicar el producto final sería no seguir la proporción de cada insumo según la receta.

5.5.2 Calidad del proceso

Para conservar los estándares de calidad del producto final, es necesario controlar las diferentes etapas del proceso, considerando las variables de la Tabla 5.21.

Tabla 5.21

Requerimientos de calidad del proceso

Operación	Variable	Instrumento/Técnica	Valor	Frecuencia
Pesado	Peso de los MP e insumos	Balanzas industrial y electrónica	Producción diaria	Previo a la carga
Molienda	Estado de la molienda	Organoléptico	-	Durante el proceso
Tamizado	Tamaño de partícula	Malla mesh	255 μm	Durante el proceso
Lavado	Calidad del agua	Medidor multiparamétrico de pH, ORP, CE, OD, presión, °T	-	Al inicio del turno
Secado	Humedad	Termohigrómetro	°T máx. = 60 °C	Durante el proceso
Precalentado	Temperatura	Termómetro	°T máx. = 70 °C	Durante el proceso
Mezclado-granulado	Unión de matriz y el relleno Humedad	Agente de acoplamiento Termohigrómetro	Agente = 3% peso H ≤ 5%	Durante el proceso

(continúa)

(continuación)

Operación	Variable	Instrumento/Técnica	Valor	Frecuencia
Extruido	Limpieza del dado	Organoléptico	°T máx. = 110 °C	3 veces al día
Enfriado	Calidad del agua	Medidor multiparamétrico	-	Durante el proceso
Cortado por máquina	Estado de las cuchillas	Organoléptico	Con filo y poco desgaste	Al inicio del turno
Cortado manual	Estado de las cuchillas	Organoléptico	Con filo y poco desgaste	Al inicio del turno
Perforado	Estado de las brocas	Organoléptico	Poco desgaste	Al inicio del turno
Encajado	Astillado de las partes	Organoléptico	Sin astillamiento	Durante el proceso

5.5.3 Calidad del producto

Las observaciones respecto a la calidad del producto se observan en la ficha técnica de especificaciones de calidad en la Tabla 5.1., como punto extra se añade el hecho que todas las pruebas son destructivas; sin embargo, esto no supone producción extra ni uso de productos terminados, debido a que para estas pruebas se hace uso de los trozos de perfiles cortados que sobran según se observa en la Figura 5.2.

5.6 Estudio de Impacto Ambiental

Los posibles impactos ambientales de las instalaciones de la planta provienen principalmente de las actividades del proceso. La mayoría de las mermas y residuos producidos tienen la facultad de poder ser reutilizados y reciclados, o en el caso de las piezas de WPC poder darles un uso alternativo. Se puede hacer uso de aspiradores para controlar los polvos y realizar tratamiento del agua de lavado en caso sea necesario.

En la Tabla 5.22 se presenta un resumen de las actividades del proceso que presentan aspectos ambientales que podrían tener un impacto significativo:

Adicionalmente, a través de la Matriz de Leopold en la Tabla 5.20, se logró evaluar el nivel de significancia de cada variable ambiental y estimar cuantitativamente el impacto ambiental que cada operación de producción genera.

Tabla 5.22*Estudio de impacto ambiental*

Operaciones	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas de control
Molido / Tamizado	Generación de polvo a partir de la viruta de madera.	Contaminación del aire y suelo.	Uso de mascarillas y gafas de protección. Control de partículas.
Lavado	Generación de aguas residuales.	Contaminación del agua.	Tratamiento de agua y disposición al desagüe.
Corte máquina	Generación de merma a partir del producto del extruido.	Contaminación del suelo.	Control de la disposición final de la merma (reciclaje).
Corte manual	Generación de piezas WPC prescindibles para el proceso.	Contaminación del suelo.	Reutilizar las piezas de WPC para los análisis de calidad, entre otros.
Perforado	Generación de viruta a partir de la perforación.	Contaminación del aire y suelo.	Control de la disposición final de la viruta (reciclaje).

Las Tablas 5.23 y 5.24 sirven de leyenda para identificar el nivel de significancia equivalente al valor de las celdas y los criterios de asignación de valores correspondientes a la magnitud, duración, extensión y sensibilidad, respectivamente. Se hizo uso de la siguiente fórmula: $IS = \left[\frac{2m+d+e}{20} \right] * s$

Tabla 5.23*Nivel de significancia*

Nivel de significancia	Rango
Muy poco significativo	0,10 ≤ 0,39
Poco significativo	0,40 ≤ 0,49
Moderadamente significativo	0,50 ≤ 0,59
Muy significativo	0,60 ≤ 0,69
Altamente significativo	0,70 ≤ 1,00

Tabla 5.24*Criterios de significancia*

Rangos	Magnitud (m)	Duración (d)	Extensión (e)	Sensibilidad (s)	
1	Muy pequeña	Días	Puntual	0,80	Nula
	Casi imperceptible	1 - 7 días	En un punto del proyecto		
2	Pequeña	Semanas	Local	0,85	Baja
	Leve alteración	1 - 4 semanas	En una sección del proyecto		
3	Mediana	Meses	Área del proyecto	0,90	Media
	Moderada alteración	1 - 12 meses	En un área del proyecto		
4	Alta	Años	Más allá del proyecto	0,95	Alta
	Se produce modificación	1 - 10 años	Dentro del área de influencia		
5	Muy alta	Permanente	Distrital	1,00	Extrema
	Modificación sustancial	Más de 10 años	Fuera del área de influencia		

Considerando el nivel y criterios de significancia de las tablas anteriores, se elaboró la Matriz de Leopold que se puede observar a continuación en la Tabla 5.5.

Figura 5.5

Matriz de Leopold

FACTORES AMBIENTALES	N°	ELEMENTOS AMBIENTALES/IMPACTOS	OPERACIÓN																	
			(a) Lavado	(b) Secado	(c) Precalentado	(d) Molido	(e) Tamizado	(f) Mezclado y peletizado	(g) Extruido	(h) Enfriado	(i) Cortado por máquina	(j) Cortado manual	(k) Perforado	(l) Encajado	m	d	e	s	Tot	
COMPONENTE AMBIENTAL	MEDIO FÍSICO	A	AIRE																	
		A1	Incremento del vapor de agua en el aire		-0,40	-0,40					-0,40					2	3	3	0,80	0,40
		A2	Contaminación sonora	-0,43	-0,43					-0,43	-0,43	-0,43	-0,43	-0,43		2	3	3	0,85	0,43
		A3	Liberación de partículas sólidas, polvo				-0,47	-0,47				-0,47	-0,47	-0,47		2	4	3	0,85	0,47
		AG	AGUA																	
		AG1	Contaminación de aguas superficiales								-0,43					2	3	3	0,85	0,43
		AG2	Reciclaje de agua para regadío	0,63	0,63						0,63					3	4	4	0,90	0,63
		S	SUELO																	
		S1	Contaminación del suelo por:																	
S1.1	Residuos de materiales, embalajes									-0,36	-0,36		-0,36	2	3	2	0,80	0,36		

(continúa)

(continuación)

		S1.2	Residuos peligrosos: trapos con grasa, aceite, etc							-0,41	-0,41		-0,41				2	3	2	0,90	0,41		
		S2	Reciclaje plásticos y madera	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85			4	4	5	1,00	0,85		
	MEDIO BIOLÓGICO	FL	FLORA																				
		FL1	Eliminación de la cobertura vegetal																				
		FA	FAUNA																				
		FA1	Alteración del hábitat de la fauna																				
	MEDIO SOCIOECONÓMICO	P	SEGURIDAD Y SALUD																				
		P1	Riesgo de exposición del personal a ruidos intensos	-0,50	-0,50						-0,50	-0,50	-0,50	-0,50	-0,50			2	4	3	0,90	0,50	
		E	ECONOMÍA																				
		E1	Generación de empleo	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81	0,81		4	4	5	0,95	0,81	
		E2	Dinamización de las economías locales	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76		4	4	4	0,95	0,76	
		SI	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA																				
		SI1	Incremento de la red vial local																				
		ARQ	ARQUEOLOGÍA																				
		ARQ1	Afectación de zonas arqueológicas																				

5.7 Seguridad y Salud ocupacional

Siguiendo los parámetros que marca la Ley N° 29783 de Seguridad y Salud en el Trabajo para las buenas prácticas de prevención de accidentes, identificación de riesgos y protección de los trabajadores; se piensa diseñar un Sistema de Gestión de SST.

Se considerará la correcta señalización de las rutas de salida y zonas seguras, advertencia de elementos peligrosos, recordatorios de uso de elementos de protección y para identificar los extintores y alarmas contra incendios. En el caso de los extintores se necesitarán principalmente de dos tipos: de clase A por la presencia de materiales combustibles como lo son la viruta y los scrap de plástico, y de clase C por las maquinarias eléctricas que forman parte del proceso. Las alarmas contra incendios estarán ubicadas estratégicamente al igual que los sprinklers.

Adicionalmente a lo previamente escrito, se harán capacitaciones constantes relacionadas a la seguridad y salud en el trabajo para que los trabajadores mantengan un objetivo común asociado a la política definida.

A continuación, considerado la información de las Tablas 5.25 y 5.26, se elaboró la Figura 5.6, matriz IPER, donde se analizan las distintas actividades del proceso de producción de los módulos escolares de WPC para identificar los peligros, riesgos y consecuencias a los que se verían expuestos los trabajadores; y se plantean las medidas de control pertinentes.

Tabla 5.25

Valoración de índices

Índice	Probabilidad			Exposición al riesgo	Severidad (Consecuencia)
	Personas expuestas	Procedimientos existentes	Capacitación		
1	1 a 3	Existen, son satisfactorios y suficientes	Personal entrenado, conoce el peligro y lo previene.	Al menos una vez al año. Esporádicamente	Daño a la seguridad: Lesión sin incapacidad. Daño a la salud: Disconfort, Incomodidad.
2	4 a 12	Existen parcialmente y no son satisfactorios o suficientes	Personal parcialmente entrenado, conoce el peligro, pero no toma acciones de control.	Al menos una vez al mes. Eventualmente	Daño a la seguridad: Lesión con incapacidad. Daño a la salud: Reversible.
3	13 a más	No existen	Personal no entrenado, no conoce el peligro, no toma acciones de control	Al menos una vez a día. Permanente	Daño a la seguridad: Lesión con incapacidad permanente. Daño a la salud: Irreversible

Tabla 5.26

Valoración según el nivel de riesgo

Nivel de riesgo	Postura
Trivial 4	No requiere acción específica.
Tolerable 5 - 8	Mantener eficacia de las acciones preventivas. Buscar alternativas más económicas. Comprobar e inspeccionar periódicamente para mantener nivel.
Moderado 9 - 16	Aplicar acciones para reducir el riesgo en un plazo determinado. Si el riesgo está asociado a consecuencias extremadamente dañinas (mortal o grave) reevaluar para mejores resultados. No empezar el trabajo hasta reducir el riesgo.
Importante 17 - 24	Es posible que requiera importantes recursos para control del riesgo. Si el riesgo está asociado a un trabajo que se está realizando, solucionar en corto plazo.
Intolerable 25 - 36	No empezar ni continuar el proceso hasta no reducir el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, prohibir el trabajo (incluso con recursos limitados).

Figura 5.6

Matriz IPER

TAREA	PELIGRO	RIESGO	PROBABILIDAD						RIESGO = PROBABILIDAD * SEVERIDAD	Nivel de Riesgo	Riesgo Significativo	MEDIDAS DE CONTROL
			Índice de personas expuestas	Índice de procedimientos existentes	Índice de capacitación	Índice de exposición al riesgo	Índice de PROBABILIDAD	Índice de SEVERIDAD				
Lavado	Ruido de máquina.	Probabilidad de problemas auditivos.	1	1	1	3	6	1	6	Tol	No	Uso de EPPs pertinentes para aislar el ruido (tapones).
Secado	Ruido de máquina.	Probabilidad de problemas auditivos.	1	1	1	3	6	1	6	Tol	No	Uso de EPPs pertinentes para aislar el ruido (tapones).
Precautado	Trabajo a altas temperaturas.	Probabilidad de contacto térmico.	1	2	1	3	7	2	14	M	Sí	Mantener la distancia para evitar el calor y utilizar guantes de protección térmica al manejar la máquina.

Molido	Generación de polvo.	Probabilidad de inhalación o afectación ocular.	1	1	1	3	6	1	6	Tol	No	Uso de EPPs pertinentes (mascarilla y gafas de protección).
	Carga de máquina con piezas cortantes.	Probabilidad de cortes o atrapamiento.	1	1	1	3	6	3	18	Imp	Sí	Capacitaciones en los métodos correctos de operación de la máquina.
Tamizado	Generación de polvo.	Probabilidad de inhalación o afectación ocular.	1	1	1	3	6	1	6	Tol	No	Uso de EPPs pertinentes (mascarilla y gafas de protección).
	Carga de máquina con piezas aplastantes.	Probabilidad de aplastamiento o atrapamiento.	1	1	1	2	5	2	10	M	No	Capacitaciones en los métodos correctos de operación de la máquina.
Mezclado y peletizado	Carga de máquina con piezas aplastantes.	Probabilidad de aplastamiento o atrapamiento.	1	2	1	2	6	2	12	M	Sí	Capacitaciones en los métodos correctos de operación de la máquina.
Extruido / enfriado / cortado	Ruido	Probabilidad de problemas auditivos.	2	1	1	3	7	1	7	Tol	No	Uso de EPPs pertinentes para aislar el ruido (tapones).
	Descarga de máquina.	Probabilidad de aplastamiento o atrapamiento.	1	2	1	3	7	1	7	Tol	No	Capacitaciones en los métodos correctos de operación de la máquina.
Cortado	Sierra afilada.	Probabilidad de heridas y cortes.	1	1	1	3	6	3	18	Imp	Sí	Uso de guantes para corte, así como el seguimiento correcto de los procedimientos.
Perforado	Máquina perforadora.	Probabilidad de atrapamiento, cortes y golpes.	1	1	1	3	6	3	18	Imp	Sí	Uso de guantes para corte, así como el seguimiento correcto de los procedimientos.
Encajado	Trabajo de pie y monótono.	Probabilidad de aparición de traumas acumulativos.	1	2	2	3	8	1	8	Tol	No	Mantener una buena postura y promover las pausas activas y el diseño ergonómico.

5.8 Sistema de mantenimiento

En lo que respecta a la gestión de mantenimiento de la planta, específicamente acerca de la organización del mantenimiento, se ha decidido que este corra por parte de un tercero en la forma de *Maintenance Outsourcing*. Se diseñó así para evitar la necesidad de mantener un equipo propio especializado en mantenimiento siempre en planta, dado que las máquinas son nuevas y no se deseaba incurrir en gastos para la especialización de personal propio en mantenimiento cuando un tercero cuyo *core business* es el mantenimiento lo podría ejecutar más eficientemente.

Asimismo, la empresa con la que se contrate debe poder ejecutar *Maintenance Outsourcing* por lo menos de Nivel 3 porque se desea que no solo corrijan las fallas y atiendan las paradas de máquina, sino que deben de poder realizar mantenimiento planificado y hacer un seguimiento a las fallas.

Respecto a este último punto, el mantenimiento que se prevé para la planta es planificado de tipo preventivo, para minimizar las paradas imprevistas y largas, evitar la depreciación excesiva de los activos y hacer buen uso de la disponibilidad de la maquinaria. Las actividades involucradas serían inspecciones periódicas, conservación de los equipos, sustituciones preventivas y mantenimientos correctivos. De esta manera y en el mediano plazo, se podría determinar la periodicidad real con la que se debe de realizar el mantenimiento en base al *Mean Time Between Failures (MTBF)*.

Respecto al mantenimiento de la maquinaria, el equipo que requiere mayor cuidado es el extrusor, debido a que aquí se procesa el WPC y quedan restos. Por este motivo, este se limpia semanalmente con almohadillas abrasivas para la limpieza de metales y una pasta de limpieza y pulido. Se planea que anualmente a los circuitos eléctricos se les de mantenimiento, la edificación sea pintada y los extintores renovados. A continuación, se presenta un programa de mantenimiento por cada equipo:

Tabla 5.27

Programa de mantenimiento preventivo Balanzas

N°	Actividad	Frecuencia
1	Inspección y limpieza del equipo	Diaria
2	Calibración	Anual

Tabla 5.28

Programa de mantenimiento preventivo Lavadora

N°	Actividad	Frecuencia
1	Inspección y limpieza del equipo	Diaria
2	Reajuste de piezas	Semestral
3	Limpieza de tuberías	Semestral
4	Cambio de aceite del motor	Semestral
5	Reacondicionamiento del motor	Semestral

Tabla 5.29*Programa de mantenimiento preventivo Secador*

N°	Actividad	Frecuencia
1	Inspección y limpieza del equipo	Diaria
2	Reajuste de piezas	Semestral
3	Cambio de las resistencias eléctricas	Semestral
4	Cambio de aceite del motor	Semestral
5	Reacondicionamiento del motor	Semestral

Tabla 5.30*Programa de mantenimiento preventivo Tanque agitador con chaqueta*

N°	Actividad	Periodicidad
1	Inspección y limpieza del equipo	Diaria
2	Calibración del regulador de temperatura	Semestral
3	Cambio de aceite del motor	Semestral
4	Reacondicionamiento del motor	Semestral

Tabla 5.31*Programa de mantenimiento preventivo Molino de martillos*

N°	Actividad	Periodicidad
1	Inspección y limpieza del equipo	Diaria
2	Reemplazo de los martillos	Anual
3	Reajuste de piezas	Semestral
4	Cambio de aceite del motor	Semestral
5	Reacondicionamiento del motor	Semestral

Tabla 5.32*Programa de mantenimiento preventivo Tamiz vibratorio*

N°	Actividad	Periodicidad
1	Inspección y limpieza del equipo	Diaria
2	Reemplazo de las mallas	Anual
3	Reajuste de piezas	Semestral
4	Cambio de aceite del motor	Semestral
5	Reacondicionamiento del motor	Semestral

Tabla 5.33*Programa de mantenimiento preventivo Mezclador-granulador*

N°	Actividad	Periodicidad
1	Inspección y limpieza del equipo	Diaria
2	Evaluar capacidad de respuesta a inputs del HMI	Semestral
3	Reajuste de piezas	Semestral
4	Reacondicionamiento del motor	Semestral

Tabla 5.34*Programa de mantenimiento preventivo Línea de extrusión*

N°	Actividad	Periodicidad
1	Inspección y limpieza del equipo	Diaria
2	Limpieza de los dados	Diaria
3	Inspección de las tuberías	Mensual
4	Reajuste de piezas	Semestral
5	Cambio de aceite del motor	Semestral
6	Reacondicionamiento del motor	Semestral
7	Reemplazo de la hoja de sierra	Semestral

Tabla 5.35*Programa de mantenimiento preventivo Mesa de corte*

N°	Actividad	Periodicidad
1	Inspección y limpieza del equipo	Diaria
2	Reajuste de piezas	Semestral
3	Reemplazo de la hoja de sierra	Semestral
4	Reacondicionamiento del motor	Semestral

Tabla 5.36*Programa de mantenimiento preventivo Taladro de banco industrial*

N°	Actividad	Periodicidad
1	Inspección y limpieza del equipo	Diaria
2	Renovación de brocas	Trimestral
3	Reajuste de piezas	Semestral
4	Inspección del motor	Semestral

5.9 Diseño de la Cadena de Suministro

Como se mencionó previamente, se realiza venta directa con el cliente final, por lo que la cadena de suministro inicia con los proveedores, pasa a la planta de producción, se lleva al almacén y finalmente llega al cliente. Esto se retrata en la Figura 5.7.

Proveedores: Son aquellas empresas a las cuales se acudirá para adquirir las materias primas y los demás materiales e insumos necesarios para el proceso de producción. Se priorizará contactar a proveedores nacionales, pero no se descarta importar los productos.

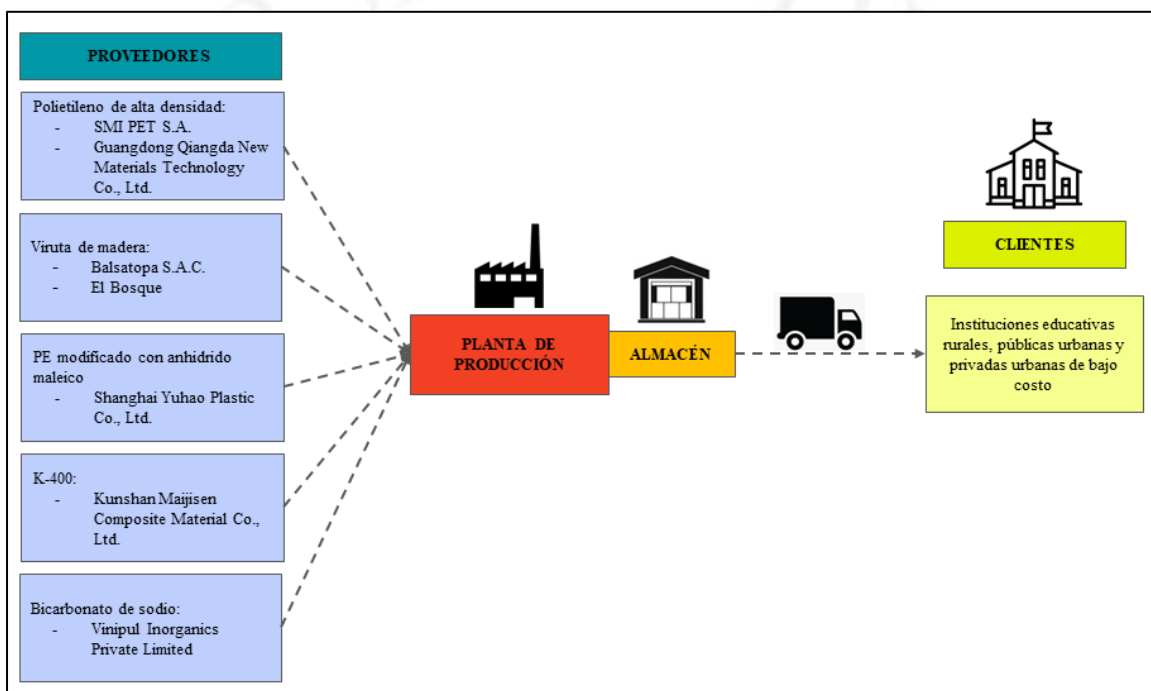
Planta de producción y almacén: El lugar donde se elaborarán los módulos escolares y se dejarán preparados en cajas apilados en el almacén de productos terminados, listos para ser recogidos por los camiones de distribución.

Canal de distribución: Como se definió en el capítulo II, se trabajará con una empresa de transporte para que se encargue de llevar los pedidos desde el almacén hasta los clientes finales y cobrar los envíos. Para aquellos clientes cercanos a la planta, los envíos serán gratis; para el resto existe un tarifario según la zona y distancia con el origen.

Clientes: Igual como se definió en el capítulo II, los clientes son las instituciones educativas consideradas dentro del segmento a atender: escuelas primarias rurales, públicas urbanas y privadas de bajo costo en Lima Metropolitana.

Figura 5.7

Diagrama tentativo de la cadena de suministro con venta directa



5.10 Programa de producción

Para empezar con el programa de producción, se utilizó la demanda del proyecto determinada en el capítulo II para los años comprendidos dentro del proyecto (2023-2027). Como política de producción, se considerará que el lote (Q) es equivalente a la demanda promedio de 2 semanas (tiempo de cobertura). Esto para cubrir posibles devoluciones de los clientes o aumento de la demanda durante el periodo.

Se calculará el stock de seguridad a partir de la fórmula: $SS = Z * \sigma$. El Z es una constante igual a 1,65 tomando en cuenta un Nivel de Servicio de 95%. La desviación estándar (σ) se calculó a partir de la demanda promedio de 2 semanas para los 5 años del

proyecto; se obtuvo $\sigma = 9,62$. Redondeando a los enteros, se concluyó que el SS debería ser de 16 módulos. Por último, para el cálculo del inventario final se utilizó la fórmula del inventario promedio $IP = \frac{Q}{2} + SS$.

Considerando todo lo previamente listado se pudo llegar a cuál debería ser la producción anual de los módulos, expresado en unidades y en kilogramos (1 módulo = 12,58 kg). Esto se detalla en las Tablas 5.37 y 5.38, donde se calculó el programa de producción en unidades de módulos y en kilogramos para cada año.

Tabla 5.37

Programa de producción en unidades de módulos

	2023	2024	2025	2026	2027
Inventario Inicial	-	151	154	157	160
Pronóstico de Demanda	6980	7133	7289	7449	7613
Inventario Final	151	154	157	160	163
MPS	7131	7136	7292	7452	7616

Tabla 5.38

Programa de producción expresado en kilogramos

	2023	2024	2025	2026	2027
Inventario inicial	-	1899,74	1937,48	1975,22	2012,96
Pronóstico de Demanda	87 815,57	89 740,47	91 703,11	93 716,07	95 779,36
Inventario de fin de periodo	1899,74	1937,48	1975,22	2012,96	2050,71
MPS	89 715,30	89 778,21	91 740,85	93 753,81	95 817,10

El inventario final del último año del proyecto, en este caso 163 módulos, será la base para el cálculo del almacén de productos terminados.

5.11 Requerimiento de insumos, servicios y personal indirecto

5.11.1 Materia prima, insumos y otros materiales

El requerimiento de la materia prima, los insumos y otros materiales que forman parte del producto terminado está definido a partir del programa de producción de la planta. La Tabla 5.39, muestra los requerimientos unitarios de cada material o insumo y cuál será la Necesidad Bruta (NB) para cada año del proyecto:

Tabla 5.39*Necesidad Bruta de materia prima e insumos*

Material / Insumo	Producción (módulos)		7131	7136	7292	7452	7616
	Cantidad/ módulo	Unidad de medida	2023	2024	2025	2026	2027
Scrap HDPE	8,36	kg	59 610	59 652	60 956	62 293	63 664
Viruta de madera	4,21	kg	30 033	30 054	30 711	31 385	32 075
Masterbatch	0,0674	kg	481	481	492	502	513
Bicarbonato de sodio	0,2697	kg	1923	1924	1966	2009	2054
K-400 (process. aid)	0,3371	kg	2404	2405	2458	2512	2567
PE modificado con anhídrido maleico	0,404	kg	2884	2886	2949	3014	3081
Pernos	25	unidades	178 275	178 400	182 300	186 300	190 400
Caja de silla	1	unidad	7131	7136	7292	7452	7616
Caja de carpeta	1	unidad	7131	7136	7292	7452	7616
Caja grande	1	unidad	7131	7136	7292	7452	7616
Manual	1	unidades	7131	7136	7292	7452	7616

Al igual que con los productos terminados, es importante que se mantenga un Stock de Seguridad de los materiales e insumos de manera que se considere cualquier tipo de imprevisto al momento del abastecimiento.

Para el cálculo del stock de seguridad (SS) (Tabla 5.40) se usó la fórmula: $SS = Z_{ns} * \sigma_T$, donde para un nivel de servicio de 95%, el Z asociado tiene un valor de 1,65. A su vez, la desviación estándar total se halló a partir de la raíz cuadrada de la suma de las varianzas ajustadas de la Necesidad Bruta y el Lead Time ($\sigma_T = \sqrt{\sigma_{NB}^2 + \sigma_{LT}^2}$). El Lead Time que se consideró para la compra de las materias primas (HDPE y viruta) fue de 3 días, mientras que para el resto de los insumos 2 días, siendo su desviación estándar 0,5 días para todos los casos. Para el ajuste de la desviación estándar se consideraron las necesidades brutas de cada material en el último año del proyecto.

Tabla 5.40*Stock de Seguridad (SS) de materia prima e insumos*

Material / Insumo	SS	Unidad de medida
Scrap HDPE	152,80	Kilogramos
Viruta de madera	76,99	Kilogramos
Masterbatch	1,21	kilogramos
Bicarbonato de sodio	4,84	kilogramos
K-400 (process. aid)	6,04	kilogramos
PE modificado con anhídrido maleico	7,25	kilogramos
Pernos	449	unidades
Caja de silla	18	unidad
Caja de carpeta	18	unidad
Caja grande	18	unidad
Manual	18	unidades

Para el cálculo del tamaño de lote óptimo, se usó la fórmula: $Q = \sqrt{\frac{2*NB*S}{COK*C}}$, donde

S es igual al costo de poner una orden, el cual se calculó a partir del tiempo que tarda generar una orden de compra y el sueldo que se le paga a quien lo haga durante el tiempo invertido; en este caso, a través de acuerdo con proveedores, el jefe de producción y operaciones logra generar la OC en 30 minutos. NB, representa la Necesidad Bruta de cada materia prima e insumo. El cálculo del COK se desarrolla en el capítulo VII y, la C representa el costo unitario de cada material por su respectiva unidad de medida. Los resultados se observan en la Tabla 5.41.

Tabla 5.41

Tamaño de lote óptimo de materia prima e insumos

Material / Insumo	Unidad de medida	2023	2024	2025	2026	2027
Scrap HDPE	kg	1492,14	1492,66	1508,89	1525,35	1542,04
Viruta de madera	kg	2368,27	2369,10	2394,86	2420,99	2447,49
Masterbatch	kg	101,73	101,77	102,87	103,99	105,13
Bicarbonato de sodio	kg	446,66	446,82	451,67	456,60	461,60
K-400 (process. aid)	kg	138,21	138,26	139,76	141,28	142,83
PE modificado con anhídrido maleico	kg	173,59	173,65	175,54	177,46	179,40
Pernos	unidades	8160	8163	8252	8342	8433
Caja de silla	unidad	1234	1234	1248	1261	1275
Caja de carpeta	unidad	1234	1234	1248	1261	1275
Caja grande	unidad	1234	1234	1248	1261	1275
Manual	unidades	2308	2309	2334	2359	2385

A partir de este lote económico, se calculó el inventario final (Tabla 5.42) usando la fórmula del inventario promedio: $IF = \frac{Q}{2} + SS$. La información de inventarios del último año es la que se usará para el diseño de los almacenes de materiales e insumos.

Tabla 5.42

Inventario Final de materia prima e insumos

Material / Insumo	Unidad de medida	2023	2024	2025	2026	2027
Scrap HDPE	kg	898,87	899,13	907,25	915,48	923,83
Viruta de madera	kg	1261,12	1261,54	1274,42	1287,48	1300,73
Masterbatch	kg	52,07	52,09	52,64	53,21	53,77
Bicarbonato de sodio	kg	228,16	228,24	230,67	233,14	235,63
K-400 (process. aid)	kg	75,15	75,17	75,92	76,69	77,46
PE modificado con anhídrido maleico	kg	94,05	94,08	95,02	95,98	96,95
Pernos	unidades	4 530	4 531	4 575	4 620	4 666
Caja de silla	unidad	635	636	642	649	656
Caja de carpeta	unidad	635	636	642	649	656
Caja grande	unidad	635	636	642	649	656
Manual	unidades	1173	1173	1185	1198	1211

Finalmente, la Necesidad Neta de cada material se calcula a partir de la siguiente fórmula: $NN = IF + NB - II$. Esta información presentada en la Tabla 5.43 para cada uno de los materiales e insumos es la que se utilizará como el costo de compras.

Tabla 5.43

Necesidad Neta de materia prima e insumos

Material / Insumo	Unidad de medida	2023	2024	2025	2026	2027
Scrap HDPE	kg	60 509	59 652	60 948	62 285	63 656
Viruta de madera	kg	31 294	30 053	30 698	31 372	32 062
Masterbatch	kg	533	481	491	502	513
Bicarbonato de sodio	kg	2151	1924	1964	2007	2051
K-400 (process. aid)	kg	2479	2405	2457	2511	2566
PE modificado con anhídrido maleico	kg	2978	2886	2949	3013	3080
Pernos	Unidades	182 805	178 399	182 256	186 255	190 354
Caja de silla	Unidad	7766	7135	7286	7445	7609
Caja de carpeta	Unidad	7766	7135	7286	7445	7609
Caja grande	Unidad	7766	7135	7286	7445	7609
Manual	Unidades	8304	7136	7280	7439	7603

5.11.2 Servicios: energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc.

Toda la maquinaria empleada en planta funciona en base a energía eléctrica por lo que no se hace uso de combustibles ni es necesario máquinas a vapor o que lo generen. Por lo que los cálculos de servicios básicos corresponden principalmente a energía eléctrica y agua. Tomando en consideración que Villa El Salvador está bajo la jurisdicción de Luz del Sur. La Tabla 5.44 muestra el consumo de energía eléctrica de la maquinaria involucrada en el proceso productivo, tomando en consideración 8 horas a la semana, 52 semanas al año, el requerimiento de energía eléctrica es el siguiente:

Tabla 5.44

Consumo de energía eléctrica

Equipo	kW	h/sem	sem/año	kW.h/año
Molino de martillos	1,5	48	52	3744
Tamiz vibratorio	0,18	48	52	449,28
Lavadora	7,5	48	52	18 720
Secador	4,5	48	52	11 232
Tanque agitador con chaqueta	0,37	48	52	923,52
Mezcladora granuladora	0,12	48	52	299,52
Línea de extrusión de WPC	37	48	52	92 352
Mesa de corte	2,5	48	52	6240
Taladro de banco industrial	1,2	48	52	2 995,2
Transportador de tornillo sinfín	0,4	48	52	998,4
Total		55,27		137 953,92

Asimismo, el consumo de agua en la planta se considera las operaciones de lavado y de enfriado. Para el lavado, se calculó en base a las dimensiones del cilindro interno, llenando hasta las $\frac{3}{4}$ partes para 2 lotes de la capacidad de la máquina: $(\pi * 0,55^2) * 1,1 * \frac{3}{4} * 2 = 1,568 \text{ m}^3$. Para el sistema de enfriamiento, se recircula el agua usada en el lavado luego de haber sido filtrada solo para retirar sedimentos que puedan causar atoros, por lo que para el consumo de agua de las instalaciones solo se considera la operación de lavado. Adicional a esto también se cuenta con un tanque de 5 m^3 para casos de incendio.

Entonces, considerando 5 días por semana y 52 semanas al año más los 5 m^3 permanentes, se obtiene un consumo de $494,216 \text{ m}^3$ de agua al año para la planta.

5.11.3 Determinación del número de trabajadores indirectos

Además de los operarios de producción, son necesarias otras personas que aporten valor a las operaciones de planta, pero de manera indirecta. Entre estos se encuentran los mandos superiores, el personal administrativo y el personal de apoyo (Tabla 5.45).

Tabla 5.45

Cantidad de trabajadores indirectos

Puesto	Cantidad	Puesto	Cantidad
Jefe de producción y operaciones	1	Coordinador de finanzas	1
Ingeniero de calidad	1	Gerente general	1
Encargado de almacén	1	Recepcionista	1
Jefe de ventas y comercial	1	Vendedores	2

5.11.4 Servicios de terceros

Los siguientes servicios necesarios para el funcionamiento de la planta serán tercerizados:

- **Mantenimiento:** como se definió anteriormente, se contratará a una empresa especializada que se encargue de los mantenimientos planificados y los correctivos a solicitud. Los planificados se realizarán los domingos, fuera del horario de funcionamiento de la planta.
- **Limpieza:** la limpieza diaria del área de producción será realizada por los mismos operarios a cargo de las máquinas y operaciones. Sin embargo, adicionalmente se contratará un servicio de limpieza que se encargue del área administrativa, los baños, las áreas comunes, entre otras zonas de la planta.

- **Distribución:** La distribución de los productos directamente a los clientes será realizada mediante la contratación de una empresa de transporte de confianza que mantenga el valor y la calidad de lo ofrecido por la empresa. Los costos serán asumidos directamente por los clientes, a excepción de las escuelas cercanas a la planta consideradas dentro del servicio especial de envío gratuito.
- **Internet y telefonía:** Se contratará el servicio de alguna de las empresas de telecomunicaciones existentes en el mercado. Este es esencial para mantener la planta conectada con sus proveedores y clientes.
- **Seguridad:** Se contratará una empresa de servicios de seguridad y vigilancia que pueda monitorear la planta a distancia por 24 horas, así como a un vigilante que trabaje durante las horas de operación.

5.12 Disposición de planta

5.12.1 Características físicas del proyecto

a) Factor Movimiento

En lo que respecta al uso de maquinaria para movilizar el producto en proceso de una operación a otra, se utiliza un transportador de tornillo sinfín para movilizar el producto de la mezcladora-granuladora a la extrusora; el producto en forma granulada cae a la tolva del tornillo que lo eleva hasta la tolva de la extrusora, y se observa en la Tabla 5.46:

Tabla 5.46

Ficha técnica del tornillo sinfín

Transportador de tornillo sinfín con tolva	
Modelo	GX200
Precio	S/ 2880,15
Capacidad	Se adapta al proceso
Dimensiones	300 x 80 x Altura var. cm
Potencia	0,4 kW



Nota. Adaptado de *Serrín pendiente taladro tornillo alimentador máquina de cinta transportadora con hopper* por Xinxiang Techang Vibration Machinery Co., Ltd. (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/sawdust-incline-auger-screw-feeder-conveyor-machine-with-hopper-60797604913.html>)

Respecto al traslado en los demás procesos, primero, para pasar del molido al tamizado, se usa una tubería que a través de un compresor permite la fluidización y

traslado del material. Es el mismo caso para la secuencia lavado, secado y precalentado del HDPE, donde también se hace uso de tuberías y otro compresor para el traslado.

No obstante, debido a la diferencial de tiempo y capacidad de procesamiento de las máquinas que preparan el HDPE y la viruta de madera paralelamente, se hace uso de bolsas que son llenadas con el subproducto de la línea que lo requiera, que son colocadas en un pallet para ser cargados en simultáneo junto a los aditivos, todos en las proporciones estipuladas.

El resto del proceso consiste en la línea de extrusión donde la misma máquina moviliza el material según su ritmo, y las operaciones de cortado y perforado son manuales, por lo que los operarios movilizan el material según lo requieran.

Tabla 5.47

Ficha técnica para el compresor de aire

Compresor de aire	
Modelo	GL2T-P
Precio	S/ 2607,50
Capacidad	240 L/min
Dimensiones	35 x 30 x 30 cm
Potencia	2,2 kW



Nota. Adaptado de *2.2kw 240L/min 8bar libre de aceite desplazamiento compresor de aire*, por Shanghai Davey Machinery Co., Ltd. (<https://spanish.alibaba.com/product-detail/2-2kw-240l-min-8bar-oil-free-scroll-air-compressor-60837494965.html>)

Finalmente, también se cuenta con dos carretillas hidráulicas que se usan para los almacenes de productos terminado y de materia prima e insumos, respectivamente.

Tabla 5.48

Ficha técnica para la carretilla hidráulica

Carretilla hidráulica	
Modelo	1000Kg
Precio	S/ 637,48
Capacidad	1000 kg
Dimensiones	140 x 73 x 194 cm
Potencia	-



Nota. Adaptado de *Manual pallet stacker 3 ton hydraulic manual hand portable stacker forklift on sale china*, por Taixing Jichuan Hydraulic Machinery Co., Ltd. (https://www.alibaba.com/product-detail/Manual-pallet-stacker-3-ton-hydraulic_60842386801.html)

b) Factor Espera

Como consecuencia de las diferentes capacidades de procesamiento de los equipos es necesario el diseño de puntos de espera. El primero y más importante de ellos se genera justo antes del proceso de mezclado-granulado, aquí se sitúa un pallet donde se acumulan las bolsas de HDPE y/o viruta de madera según se requiera.

El segundo punto de espera corresponde al área de encajado, donde al lado de la mesa de trabajo se ubica un estante donde se colocan los insumos (pernos, instrucciones, cajas) que se encajarán junto a las piezas pre producidas de los diferentes moldes que también fueron traídas del almacén de materia prima e insumos, o producidas en el día.

Tabla 5.49

Ficha técnica para los palets

Pallet	
Modelo	-
Precio	S/ 72.05
Capacidad	1000 kg
Dimensiones	120 x 120 x 10 cm
Potencia	-



Nota. Adaptado de *De Class A1 Fumigate Pine Wooden Shipping Pallet Product*, por ORION (Guangzhou) Intelligent Equipment Co., Ltd. (https://www.alibaba.com/product-detail/Class-A1-Fumigate-Pine-Wooden-Shipping_62022202843.html)

Tabla 5.50

Ficha técnica para el estante

Estante	
Modelo	-
Precio	S/ 115.21
Capacidad	300 - 800 kg
Dimensiones	230 x 90 x 200 cm
Potencia	-



Nota. Adaptado de *Customized super market racks medium duty shelf rack pallet racking warehouse storage estantes metalicos*, por Nanjing Ebil Metal Products Co., LtdBCR. (https://www.alibaba.com/product-detail/Customized-super-market-racks-medium-duty_1600336944510.html)

c) Factor Edificio

Para la evaluación del Factor Edificio, primero es necesario determinar cuáles son las necesidades reales, en dimensiones, que se requieren para la puesta en marcha del

proyecto. Esto se podrá observar en los puntos posteriores al momento de realizar el cálculo de áreas para cada zona, por lo que en esta sección se evaluó las necesidades generales para el diseño de las instalaciones.

Antes de siquiera empezar a edificar, es necesario realizar, o en este caso tercerizar, un estudio geotécnico de la calidad del suelo en el que se tiene pensado llevar a cabo la construcción. Otras consideraciones son las decisiones respecto al material para los muros, el tipo de techo, el material de los suelos, etc.

Para armar la estructura de la planta, en los muros se usarán portantes y se armarán los encofrados de las columnas para soportar el peso de la estructura. Para separar los ambientes se utilizan tabiques elaborados a partir de drywall para que puedan ser fácilmente sustituidos en el futuro ante alguna necesidad de rediseño de planta. Asimismo, para soportar el techo se utilizan vigas que conectan los portantes. Los portantes, encofrados y vigas estarán elaborados a partir de concreto, por ser los elementos fundamentales de la estructura.

En el caso del techo, se optó por un techo ligero a partir de fibrocemento por ser aislante e impermeabilizante, con un diseño de armadura Swan a forma de techo de dos aguas para evitar la acumulación del agua meteórica durante los periodos de lluvia. Adicionalmente, el diseño del techo también contempla un sistema de extinción por espuma como medida de seguridad de planta.

Por último, para los pisos se usará concreto armado en la planta, el patio de maniobras y los almacenes, debido a que este material aguanta grandes pesos sin deformarse y permitirá aguantar el peso de los camiones de carga y descarga como el peso de las maquinarias. Tanto para el área administrativa como para el comedor, se tendrá suelos de parqué armados sobre cemento. Y finalmente, para los servicios higiénicos se emplearán mayólicas antideslizantes, tomando en consideración las duchas.

El ancho mínimo de los pasillos por donde transitan únicamente el personal debe ser de 80 centímetros, pero para comodidad de los trabajadores se definió un ancho mínimo de 1 m, tanto para áreas administrativas como para las zonas aledañas a producción. Se debe prever que los pasillos no sean obstruidos por objetos ni que haya intersecciones ciegas. En cambio, los pasillos para los medios de acarreo serán rectos y tendrán un ancho de 2 metros.

d) Factor Servicio

Los servicios con los que cuenta la planta serán explicados en mayor detalle en la sección 5.12.2. junto a otras áreas requeridas, aquí se mostrará su clasificación según sean servicios relativos al hombre, al material o a la maquinaria:

Servicios relativos al hombre:

- Comedor
- Servicios higiénicos y vestuario
- Servicios higiénicos administrativos
- Área administrativa

Servicios relativos al material:

- Laboratorio de calidad
- Almacén de materiales e insumos
- Almacén de productos terminados

Servicios relativos a la maquinaria:

- Sala de herramientas y equipos

5.12.2 Determinación de las zonas físicas requeridas

De acuerdo con las necesidades de la planta para su correcto funcionamiento, se determinaron cuáles serían las zonas que como mínimo debería estar presentes para el diseño de las instalaciones; estas son las siguientes:

Almacén de materiales e insumos: Aquí se almacenarán las materias primas (viruta de madera y scraps de HDPE) que lleguen por el patio de maniobras en sacos. También se almacenarán los demás insumos y materiales que forman parte del proceso. Debido a que no existe mayor riesgo de que se estropeen, el almacenamiento se puede dar por largos periodos de tiempo.

Área de producción: Es aquí donde se encuentran todas las máquinas asociadas a la transformación de los materiales y donde se realizan todas las operaciones.

Laboratorio de calidad: Aquí es donde se realizarán las pruebas necesarias de calidad a partir de las muestras de producto. Estará lleno de la indumentaria necesaria para las pruebas y la comodidad de los técnicos.

Almacén de productos terminados: Este es el lugar donde se almacenan las cajas de los módulos terminados para esperar a ser distribuidos. No requiere de mayores condiciones especiales, por lo que los productos se pueden guardar por periodos prolongados.

Área administrativa: Son las oficinas donde trabaja el personal administrativo como los gerentes, los empleados de ventas y la recepción. Debería estar separada del área de producción para que no se vea afectada por el ruido.

Servicios higiénicos y vestuario: Estos son los baños que serán usados por los operarios u operarias durante su horario de trabajo y al inicio de la jornada para que puedan cambiarse a su ropa de trabajo, y contará con duchas para su uso al final de la jornada. El diseño de ambos SS.HH. se considerará el número de inodoros y lavaderos necesarios.

Servicios higiénicos administrativos: son los baños utilizados por el personal administrativo de la planta. Su diseño también considerará número de inodoros y lavaderos necesarios para el número de empleados, tanto para varones como mujeres.

Comedor: Es el lugar donde los operarios y otros trabajadores se juntan a la hora del almuerzo a ingerir sus alimentos. Contará con múltiples mesas y sillas, así como otros equipos como microondas y congeladoras.

Oficina de vigilancia: Deberá estar ubicada cerca a la entrada de la planta. Tendrá dentro de esta las pantallas de las cámaras de seguridad y el espacio suficiente para que el vigilante esté cómodo durante el día.

Patio de maniobras: Es el área más amplia de la planta. Es aquí donde entran los camiones cargando los materiales y también donde se recogen los productos. También puede ser usado como zona segura frente a emergencias o como extensión de los almacenes en caso de que sea necesario.

Sala de herramientas y equipos: Esta última área se emplea para almacenar herramientas de uso poco frecuente o que no forman parte del proceso de producción directamente. Asimismo, aquí se guarda un grupo electrógeno para emergencias.

Oficina de producción: Aquí es donde trabajará el jefe de producción. Contará con los elementos pertinentes para el control de la producción.

5.12.3 Cálculo de áreas para cada zona

La primera y más importante área para calcular es la zona de producción, para este propósito se empleó el método de Guerchet para determinar el área mínima de planta. La Tabla 5.51 comprende el análisis de Guerchet, que se elaboró a partir de las Tablas 5.52, 5.53 y 5.54.

Tabla 5.51

Análisis de Guerchet

Elementos	r	L	A	h	N	n	Ss	Sg	Se	St	Ss*n
Elementos estáticos											
Lavadora		1,44	1,20	1,38	1	1	1,73	1,73	1,20	4,65	2,38
Secador		0,87	0,54	1,21	1	1	0,47	0,47	0,33	1,27	0,57
Tanque agitador con chaqueta	0,25			0,50	2	1	0,20	0,39	0,20	0,79	0,10
Molino de martillos		0,80	0,68	0,59	1	1	0,54	0,54	0,38	1,47	0,30
Tamiz vibratorio	0,28			0,79	2	1	0,25	0,49	0,26	0,99	0,19
Pallet (mezcladora-granuladora)		1,20	1,20	0,10	2	1	1,44		0,50	1,94	0,14
Mezcladora-granuladora		0,67	0,70	1,05	1	1	0,47	0,47	0,33	1,26	0,49
Línea de extrusión de WPC		15,00	2,50	3,00	1	1	37,50	37,50	25,99	100,99	112,4
Mesa de corte		0,77	0,90	1,11	1	1	0,69	0,69	0,48	1,85	0,70
Taladro de banco industrial		0,27	0,45	1,60	1	1	0,12	0,12	0,08	0,32	0,19
Estante		2,30	0,90	2,00	1	1	2,07	2,07	1,43	5,57	4,14
Compresor		0,35	0,30	0,30	1	2	0,11	0,11	0,07	0,57	0,06
Mesa de trabajo		1,50	0,80	0,80	1	1	1,20	1,20	0,83	3,23	0,90
Transportador de tornillo sinfín		3,00	0,75	1,10	1	1	2,25	2,25	1,56	6,06	2,48
							49,03			130,97	125,4
Elementos móviles											
Operarios		-	-	1,65	-	3	0,50	-	-	-	2,48
Carretilla hidráulica		1,40	0,73	1,94	-	2	1,02	-	-	-	3,97
											6,45

Tabla 5.52

Análisis de los puntos de espera

Punto de espera del pallet	
Ss del pto. de espera	1,44
Sg de la mezcladora	0,47
Ss/Sg (%)	307,04

Punto de espera del estante	
Ss del pto. de espera	2,07
Sg de la mesa de trabajo	1,20
Ss/Sg (%)	172,50

Nota. Debido a que ambas proporciones son mayores al 30% de sus respectivas superficies de gravitación, en ambos casos se trata de puntos de espera independientes.

Tabla 5.53*Cálculo de las alturas ponderadas*

Cálculo de las alturas ponderadas	
hem	1,817
hee	2,550
k	0,356

Tabla 5.54*Cálculo del área mínima de planta*

Cálculo del área mínima		
	Dim aprox	Dim real
L	16,24	17,00
L/2	8,12	9,00
Área	131,92	153,00

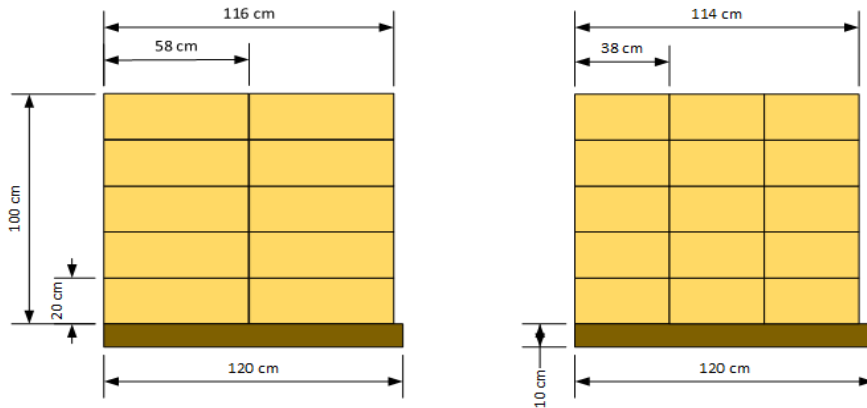
Almacén de productos terminados

Los productos terminados serán cajas de 58 x 38 x 20 cm que contengan ambas piezas del módulo escolar. Para ser almacenadas, las cajas serán apiladas sobre parihuelas de 1,2 x 1,2 m con altura de 10 cm. Habrá 5 niveles de cajas para evitar el aplastamiento de las cajas más bajas. Considerando el dimensionamiento mostrado en la Figura 5.9, sobre una parihuela se pueden apilar un total de 30 cajas, siendo las dimensiones finales de cada parihuela de 1,2 x 1,2 x 1,1 m.

Se planea que el almacén tenga la capacidad de guardar como mínimo el tamaño de lote (Q) para un periodo de 2 semanas más el stock de seguridad; lo que es igual a 310 cajas. Por lo que el total de parihuelas que el almacén debe ser capaz de albergar, como mínimo, es de 11 unidades.

Figura 5.8

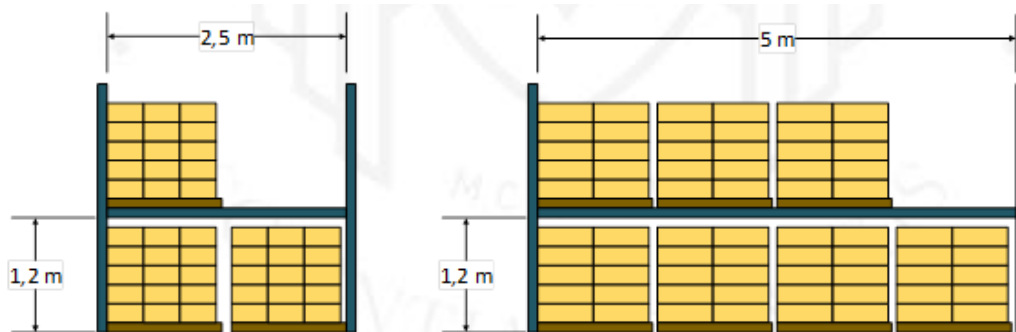
Cubicaje de los palets



Se pensó adquirir un solo rack de 2 niveles que sea 2,5 m de ancho y 5 m de largo, de tal forma que por cada nivel se puedan almacenar 8 pallets y así poder aprovechar de la mejor manera el espacio cúbico. Se dejará un espacio de 10 cm entre el pallet y el segundo nivel de rack. De esta manera el área mínima requerida en el almacén es la que ocupa el rack que es de 12,5 m², como se muestra en la Figura 5.10, sin considerar el área necesaria para el tránsito de personas y carretillas.

Figura 5.9

Dimensiones del rack



Almacén de materiales e insumos

Las materias primas (viruta de madera y polietileno) serán adquiridas en sacos de 25 kg. Las densidades para considerar son 0,625 g/cm³ y 0,910 g/cm³ respectivamente. Esto significa que cada saco de viruta de madera ocupará un espacio de 40 000 cm³ (25 x 25 x 64 cm) y cada saco de HDPE 27 500 cm³ (25 x 20 x 55 cm). De tal manera que se pueda almacenar el tamaño de lote óptimo de los materiales al último año más el stock de

seguridad (1700 kg de HDPE y 2525 kg de viruta de madera aproximadamente), se necesitará tener el espacio para almacenar 68 sacos de scraps y 101 sacos de viruta. Considerando parihuelas de 1 x 1 m con altura de 10 cm, se necesitarán 4 para los sacos de plástico y 7 para los de aserrín.

Con las dimensiones anteriormente mencionadas, se decidió utilizar un rack de 1 m de ancho y 4m de largo, con 2 niveles de tal manera que 8 de las parihuelas que se requieren como mínimo se puedan almacenar. El primer nivel tendrá una altura de 80 cm, de tal manera que exista una distancia prudencial con respecto al siguiente. Por otro lado, las 3 parihuelas extra irán en las esquinas del almacén, de forma que sean accesibles para iniciar con el proceso de producción; 2 de HDPE y 1 de viruta considerando los porcentajes de ambos materiales en el producto terminado. El rack ocupará un área de 4 m², más 3 m² de los pallets restantes. En las Figuras 5.11 y 5.12, se presentan el cubicaje de dichos pallets, así como su disposición en el rack.

Figura 5.11

Cubicaje de los pallets de sacos de scraps de HDPE

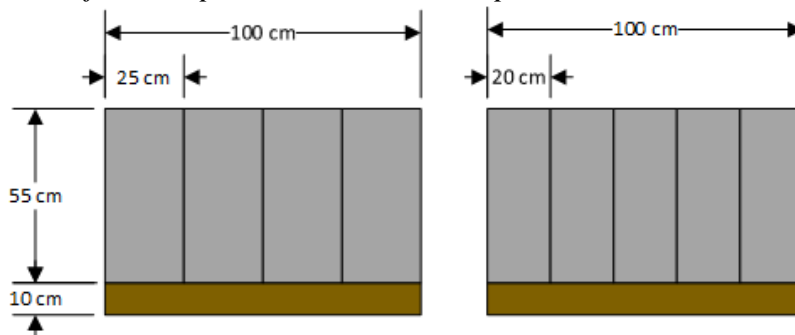
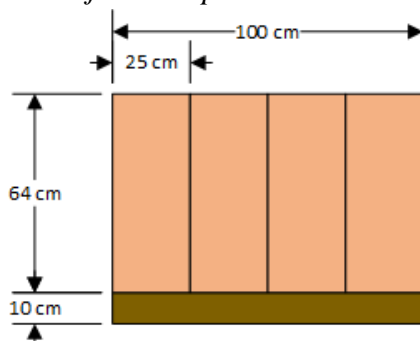


Figura 5.10

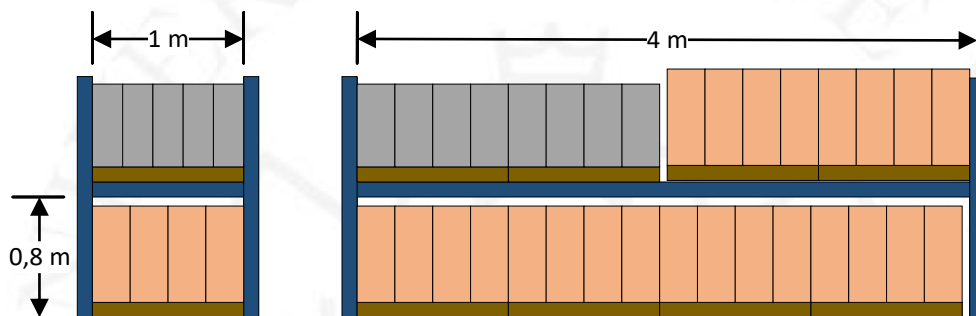
Cubicaje de los pallets de sacos de viruta de madera



Adicionalmente, para el resto de los insumos y materiales que son necesarios para la producción de los módulos escolares se considerarán dos estantes de 3 niveles con las siguientes dimensiones: 2,30 x 0,9 x 2 m. El abastecimiento de todos estos insumos será también a partir del tamaño de lote óptimo más el SS correspondiente. Los estantes estarán divididos por tipo de material, de tal manera que sean de fácil acceso al momento de la producción. Estos muebles ocupan un área de 4,14 m², dando como resultado el área mínima para el almacén de materia prima e insumo igual a 11,14 m², como lo muestra la Figura 5.13; esto sin considerar el tránsito de personas y carretillas.

Figura 5.12

Rack de materia prima



5.12.4 Dispositivos de seguridad industrial y señalización

Siguiendo los parámetros definidos en la sección 5.7 acerca de la seguridad y salud en el trabajo se consideraron los siguientes puntos en cuanto a la seguridad industrial y señalización:

- Candados para los mandos de control de las máquinas cuando no están siendo utilizadas, y candados para los mandos eléctricos. Tendrán diferentes colores, cada uno con un significado diferente.
- Guardas para las máquinas que las requieran para evitar aplastamientos y atrapamientos al operarlas.
- Una puesta a tierra en el patio de maniobras para mitigar el riesgo eléctrico.
- Instalación de un sistema de sprinklers, alarma contra incendios y extintores de distintos tipos ubicados estratégicamente.
- Elementos de protección personal para distintas partes del cuerpo: cascos, guantes, botas, tapones para oídos, mascarillas y gafas de protección.
- Uso de señales de seguridad:

- **Señales de advertencia:** triangulares y de color amarillo. Para riesgos eléctricos, térmicos, etc.
- **Señales de prohibición:** circular con una línea atravesada y de color rojo. Por ejemplo, una señal de prohibido fumar.
- **Señales de obligación:** de color azul, principalmente para el uso obligatorio de EPPs.
- **Salidas de emergencia:** señalan rutas de escape y salidas.

5.12.5 Disposición de detalle de la zona productiva

El siguiente paso para determinar a detalle la disposición de la planta de producción es realizar el análisis relacional, a través del diagrama relacional de recorrido, para observar gráficamente el grado de proximidad entre cada zona.

Las Tabla 5.54, 5.55 y 5.56 muestran la leyenda que se usará para la elaboración de las Figuras 5.14 y 5.15.

Tabla 5.55

Tabla de símbolos de actividades

Símbolo	Color	Actividad
	Rojo	Operación (montaje o submontaje)
	Verde	Operación, proceso o fabricación
	Amarillo	Transporte
	Naranja	Almacenaje
	Azul	Control
	Azul	Servicios
	Pardo	Administración

Nota. De “Distribución general (técnicas de las relaciones entre actividades”, por B. Díaz y M. Noriega, *Manual para el diseño de instalaciones manufactureras y de servicios* (pp. 481-506), 2017, Fondo Editorial de la Universidad de Lima.

Tabla 5.57

Tabla de pares






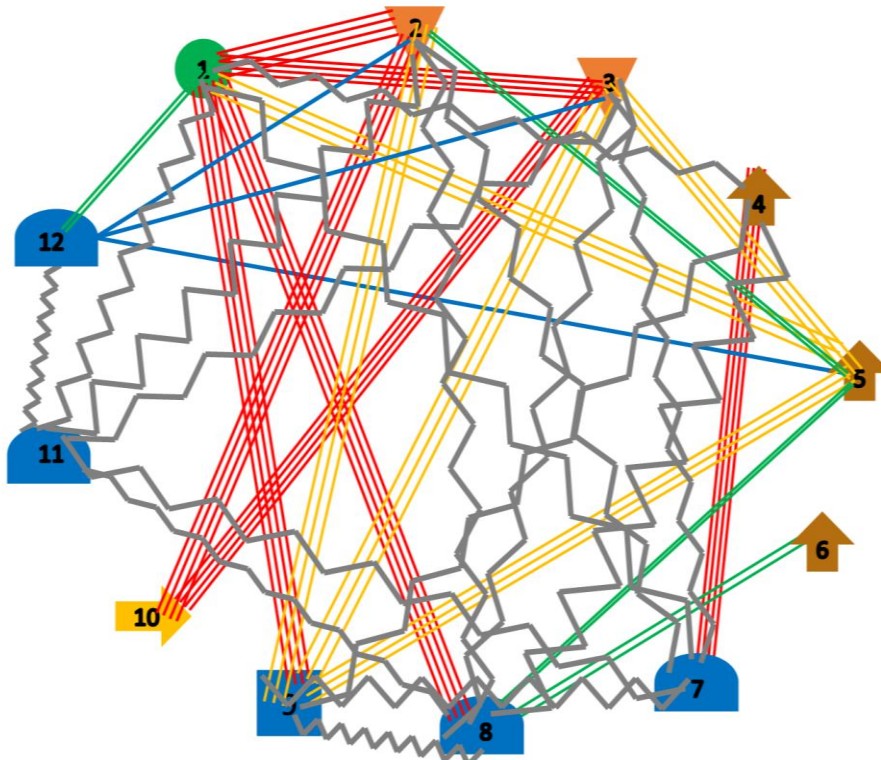
A 	E 	I 	O 	X 
1-2	1-5	1-12	2-12	1-4
1-3	2-9	2-5	3-12	1-7
1-8	3-5	5-8	5-12	1-11
1-9	3-9	6-8		2-7
2-10	5-9			2-8
3-10				2-11
4-7				3-7
				3-8
				3-11
				4-8
				4-9
				7-9
				7-11
				8-9
				8-11
				11-12

Figura 5.14

Diagrama relacional de actividades



Con la información de las Tablas y Figuras anteriores, se elaboró la Figura 5.16 y la Tabla 5.57 que muestran el plano correspondiente al área de producción y la distribución de los equipos, y la leyenda correspondiente.

Figura 5.15

Plano del área de producción

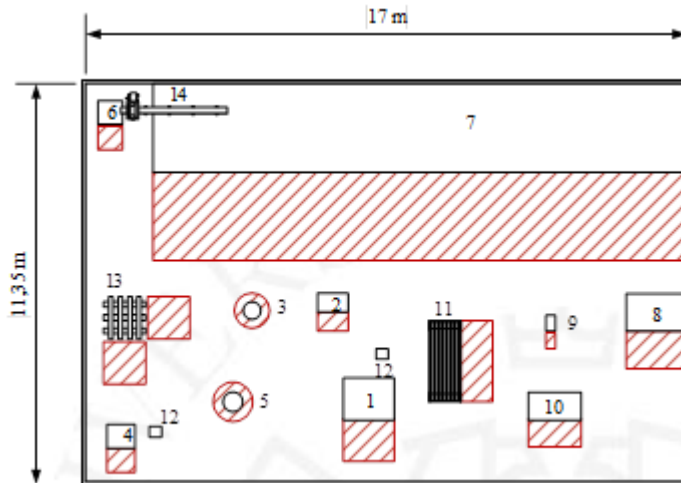


Tabla 5.58

Leyenda del área de producción

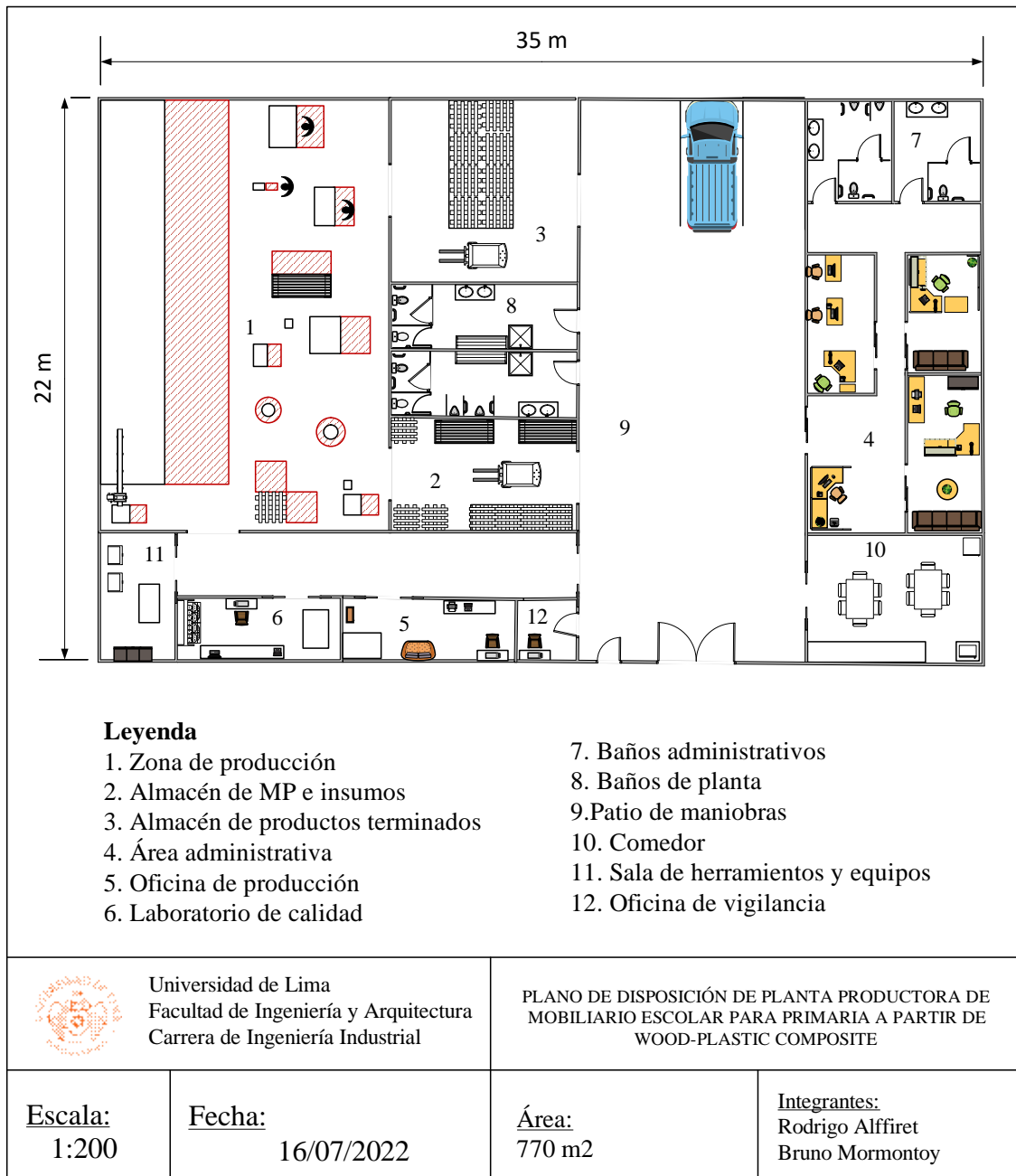
Leyenda	
1. Lavadora	8. Mesa de corte
2. Secadora	9. Taladro de banco industrial
3. Tanque agitador con chaqueta	10. Mesa de trabajo
4. Molino de martillos	11. Estante
5. Tamiz vibratorio	12. Compresor
6. Mezcladora granuladora	13. Pallet
7. Línea de extrusión de WPC	14. Transportador de tornillo sinfín

Finalmente, la Figura 5.17 muestra el plano de distribución general de la planta, usado las consideraciones del presente capítulo.

5.12.6 Disposición general

Figura 5.16

Plano general de planta de producción de módulos escolares de WPC



5.13 Cronograma de implementación del proyecto

Estimando la duración de las múltiples actividades necesarias para la puesta en marcha de la actividad productiva, se elaboró el cronograma de implementación de proyecto y su respectiva representación gráfica en forma de Diagrama de Gantt, estos se observan en la Figura 5.18 y 5.19, respectivamente.

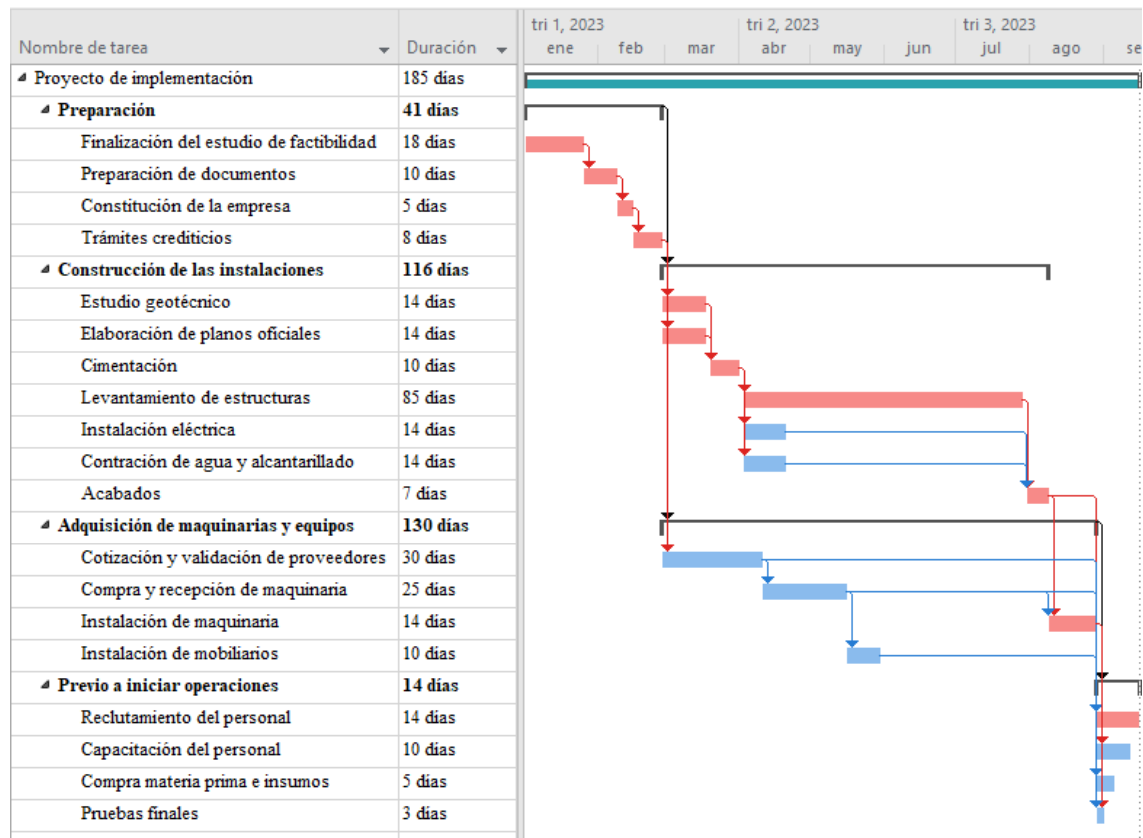
Figura 5.17

Plan de implementación del proyecto

	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
1	Proyecto de implementación	185 días	lun 2/01/23	vie 15/09/23	
2	Preparación	41 días	lun 2/01/23	lun 27/02/23	
3	Finalización del estudio de factibilidad	18 días	lun 2/01/23	mié 25/01/23	
4	Preparación de documentos	10 días	jue 26/01/23	mié 8/02/23	3
5	Constitución de la empresa	5 días	jue 9/02/23	mié 15/02/23	4
6	Trámites crediticios	8 días	jue 16/02/23	lun 27/02/23	5
7	Construcción de las instalaciones	116 días	mar 28/02/23	mar 8/08/23	2
8	Estudio geotécnico	14 días	mar 28/02/23	vie 17/03/23	6
9	Elaboración de planos oficiales	14 días	mar 28/02/23	vie 17/03/23	6
10	Cimentación	10 días	lun 20/03/23	vie 31/03/23	8, 9
11	Levantamiento de estructuras	85 días	lun 3/04/23	vie 28/07/23	10
12	Instalación eléctrica	14 días	lun 3/04/23	jue 20/04/23	10
13	Contracción de agua y alcantarillado	14 días	lun 3/04/23	jue 20/04/23	10
14	Acabados	7 días	lun 31/07/23	mar 8/08/23	11, 12, 13
15	Adquisición de maquinarias y equipos	130 días	mar 28/02/23	lun 28/08/23	2
16	Cotización y validación de proveedores	30 días	mar 28/02/23	lun 10/04/23	6
17	Compra y recepción de maquinaria	25 días	mar 11/04/23	lun 15/05/23	16
18	Instalación de maquinaria	14 días	mié 9/08/23	lun 28/08/23	17, 14
19	Instalación de mobiliarios	10 días	mar 16/05/23	lun 29/05/23	17
20	Previo a iniciar operaciones	14 días	mar 29/08/23	vie 15/09/23	15
21	Reclutamiento del personal	14 días	mar 29/08/23	vie 15/09/23	16
22	Capacitación del personal	10 días	mar 29/08/23	lun 11/09/23	18
23	Compra materia prima e insumos	5 días	mar 29/08/23	lun 4/09/23	17
24	Pruebas finales	3 días	mar 29/08/23	jue 31/08/23	14, 18, 19

Figura 5.18

Diagrama de Gantt para la implementación del proyecto



CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

6.1 Formación de la organización empresarial

El primer paso para la formación de la organización empresarial consiste en la organización preoperativa que hace referencia a los trámites, documentos y gastos en los que incurre el o los socios fundadores, los que varían según el tipo de sociedad a instaurar. En general, para la constitución es necesario seguir los siguientes 6 pasos:

1. Buscar y reservar el nombre de la empresa.
2. Elaboración de la Minuta o la elaboración del Acto Constitutivo.
3. Abono del capital y los bienes.
4. Elaboración de la escritura pública.
5. Inscripción en registros públicos.
6. Inscripción al RUC para Persona Jurídica (Diario Correo, 2020).

Adicionalmente, los siguientes son otros documentos con los que debe de contar la empresa:

- Millar de hojas legalizadas para libros contables
- Licencia de funcionamiento
- Certificado de sanidad
- Certificado de defensa civil
- Manual de Organización y Funciones

Los criterios para el establecimiento de una empresa dependen del tipo de sociedad que se vaya a conformar. Para el presente caso se optó por una de las sociedades más usadas por pequeñas y medianas empresas, la Sociedad Anónima Cerrada o S.A.C. De acuerdo al Gobierno del Perú (2019), el marco legal establece 3 características para este tipo de sociedad. Primero, el número de accionistas o socios debe ser mínimo 2 y máximo 20, cuyos derechos sobre la empresa están representados en forma de acciones, los que representan sus aportes de capital social. Segundo, en el marco del Gobierno Corporativo, la organización debe contar con una Junta de general de accionistas, una Gerencia y opcionalmente un Directorio. Y tercero, el capital se encuentra definido por

aportes de cada socio, y se deben registrar las acciones en el Registro de Matrícula de Acciones, por lo que un beneficio adicional es que se podría obtener liquidez a través de este último medio (párr. 6).

Un último aspecto legal a tomar en consideración es la atribución de un régimen tributario para realizar los pagos respectivos a la SUNAT. Según el Gobierno del Perú (2019), existen cuatro regímenes tributarios diferentes: Nuevo Régimen Único Simplificado (NRUS), Régimen Especial de Impuesto a la Renta (RER), Régimen MYPE Tributario (RMT) y Régimen General (RG).

Para el presente caso se prevé estar registrado bajo el RMT debido a que, como se verá en el capítulo VII, los ingresos netos anuales serán menores a 1700 UIT (S/ 4,300), equivalentes a 7,31 millones de soles. Esto elimina los límites de compras, permite emitir facturas, boletas y tickets, además de otros comprobantes de pago como notas de crédito y débito. Además, que elimina el límite sobre los valores de los activos fijos y no limita el número de trabajadores (párr. 4). Finalmente, los libros cuya contabilidad debe llevar la empresa son: Registro de Ventas, Registro de Compras, Libro Diario, Libro Mayor y Libro de Inventarios y Balances.

6.2 Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios; y funciones generales de los principales puestos

Trabajadores propios:

- **Gerente general:** Es el principal administrador de la empresa. Es aquella persona encargada de la toma de decisiones estratégicas en la organización y de delegar las tareas a las demás gerencias. Es el representante público de la empresa y el responsable de sus resultados. Responde frente a los accionistas.
- **Coordinador de finanzas:** Se encarga de velar por la liquidez y estabilidad económica de la empresa. Elabora los estados financieros y revisa sus indicadores. Es el encargado de elaborar el presupuesto y presentarlo a gerencia general. Tiene la decisión de aprobar la iniciativa de gasto de las diversas áreas. Lleva el control de la deuda y el manejo de los recursos monetarios, incluyendo la caja chica.
- **Jefe de producción y operaciones:** Es el encargado de planificar y gestionar las actividades diarias de la empresa. Se encarga de poner en práctica el plan

de producción definido por la empresa. Cumple el rol de supervisor de los operarios que trabajan en la planta. Elabora y revisa indicadores de producción, así como se encarga de programar los mantenimientos preventivos de las máquinas. Revisa también los indicadores del área. Se encarga de la gestión logística.

- **Jefe de ventas y comercial:** Se encarga de cumplir con el plan de ventas anual. Analiza el mercado actual y busca oportunidades de encontrar nuevos clientes a nivel macro. Se mantiene al tanto del desempeño de la competencia y se encarga de entrenar y manejar el desempeño de los vendedores. Plantea nuevos objetivos y ajustes al área.
- **Ingeniero de calidad:** Es aquella persona que realiza los procedimientos de control y aseguramiento de la calidad de tanto los materiales como de los productos terminados. Define los parámetros y define las pruebas experimentales pertinentes o que herramienta de medición es la adecuada para cada situación.
- **Recepcionista:** Se encuentra situada a la entrada del área administrativa para recibir a los clientes o socios que se hagan presentes en las instalaciones de la empresa. Su función es la de ser asistente de la gerencia general, recibir llamadas y elaborar informes; así como planificar la agenda y coordinar las reuniones de las distintas áreas. También es el responsable de las contrataciones y manejo de talento humano.
- **Vendedores (2):** Se contactan directamente con los clientes (escuelas), hacen visitas y ofrecen promociones. Son los que formalizan las ventas planeadas por la gerencia.
- **Encargado de almacén:** Su trabajo es controlar el nivel de inventarios y mantener el buen estado de los productos e insumos que se encuentran en ambos almacenes. Es el encargado de la recepción de materiales y el despacho de productos.
- **Operarios (3):** Son aquellos trabajadores que participan directamente de la elaboración de los módulos de WPC. Tres de ellos se dedican a las actividades manuales del proceso y los otros tres se encargan de manejar el resto de las máquinas y controlar sus entradas y salidas.

Trabajadores tercerizados:

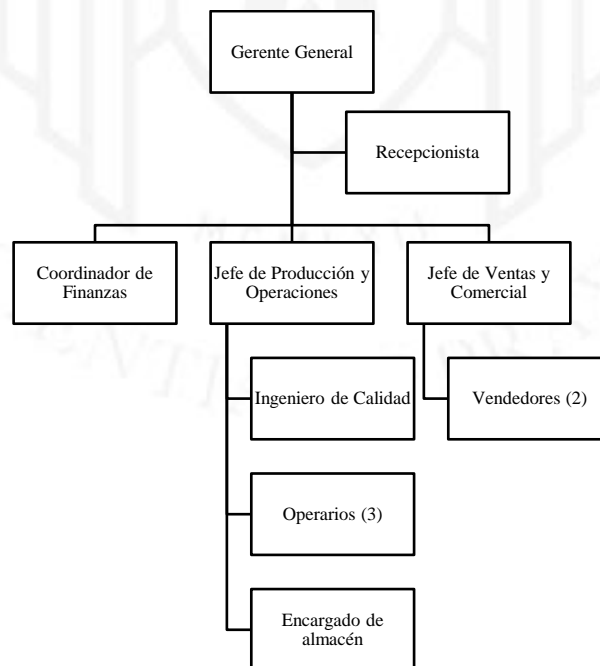
- **Limpieza:** Se contratará un servicio de limpieza que se encargue de las áreas administrativas, los baños y áreas varias. Su trabajo será diario por el tiempo que se le necesite y una vez a la semana se realizará una limpieza exhaustiva.
- **Seguridad y vigilancia:** El vigilante se encargará de la revisión de cámaras, recepción de los visitantes a planta, el control del ingreso de los operarios y de estar atento a las situaciones que puedan ocurrir durante el día.
- **Mantenimiento:** Cuando sean requeridos, los operarios de mantenimiento se acercarán a la planta para la realizar los trabajos que sean necesarios en las maquinarias.
- **Distribución:** Son el conductor del camión y su copiloto que se encargan de llevarle los productos a los clientes.

6.3 Esquema de la estructura organizacional

A continuación, se muestra el organigrama tentativo para la organización (Figura 6.1):

Figura 6.1

Organigrama funcional



CAPÍTULO VII: PRESUPUESTOS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO

7.1 Inversiones

7.1.1 Estimación de las inversiones de largo plazo (tangibles e intangibles)

Las inversiones a largo plazo están compuestas por los activos tangibles e intangible. Los activos tangibles están conformados por el costo del terreno, la construcción, la maquinaria y equipos, y los muebles, enseres y equipos de oficina; estos se encuentran en la Tabla 7.1 y 7.2, la Tabla 7.3 resume el monto de la inversión total en activos tangibles.

Por su lado, la inversión en activos intangibles se observa en la Tabla 7.4, que incluye costos por conceptos de formación de la empresa, asesorías y capacitaciones.

Tabla 7.1

Inversión en muebles, enseres y equipos de oficina

Muebles, enseres y equipos de oficina	Valor unit.	Cantidad	Costo total (S/)
Escritorio gerencia	800,00	2	1600,00
Escritorio	450,00	4	1800,00
Silla	200,00	6	1200,00
Computadora	2100,00	6	12 600,00
Teléfono	150,00	2	300,00
Impresora	550,00	1	550,00
Mesa + sillas (comedor)	1750,00	2	3500,00
Equipos de laboratorio	7500,00	1	7500,00
Otros muebles de oficina	3500,00	1	3500,00
TOTAL			32 550,00

Tabla 7.2*Inversión en maquinaria y equipos*

Maquinarias y equipos	FOB	Seguro y flete (10%)	CIF (puerto Callao)	Ad-Valorem (TLC)	IGV	Carga nacionalizada	Agencia aduanas (2% FOB)	Despacho y transporte (5% CIF)	Cantidad	Valor de adquisición
Balanza industrial	241,91	24,19	266,10	-	47,90	314,00	4,84	15,70	1	334,54
Báscula electrónica	199,26	19,93	219,19	-	39,45	258,64	3,99	12,93	1	275,56
Lavadora	4608,24	460,82	5069,06	-	912,43	5 981,50	92,16	299,07	1	6372,74
Secador	1344,07	134,41	1478,48	-	266,13	1744,60	26,88	87,23	1	1858,71
Tanque agitador con chaqueta	3686,60	368,66	4055,26	-	729,95	4785,21	73,73	239,26	1	5098,20
Molino de martillos	907,44	90,74	998,18	-	179,67	1177,86	18,15	58,89	1	1254,90
Tamiz vibratorio	3417,78	341,78	3759,56	-	676,72	4436,28	68,36	221,81	1	4726,45
Mezcladora – granuladora	19 585,02	1958,50	21 543,52	-	3877,83	25 421,36	391,70	1271,07	1	27 084,12
Línea de extrusión de WPC	87 556,56	8755,66	96 312,22	-	17 336,20	113 648,41	1751,13	5682,42	1	121 081,97
Mesa de corte	1916,26	191,63	2107,89	-	379,42	2487,31	38,33	124,37	1	2650,00
Taladro de banco industrial	1762,66	176,27	1938,93	-	349,01	2287,93	35,25	114,40	1	2437,58
Mesa de trabajo	518,43	51,84	570,27	-	102,65	672,92	10,37	33,65	1	716,94
Transportador de tornillo sinfín con tolva	2880,15	288,02	3168,17	-	570,27	3738,43	57,60	186,92	1	3982,96
Compresor de aire	2607,50	260,75	2868,25	-	516,29	3384,54	52,15	169,23	2	7211,82
Carretilla hidráulica	637,48	63,75	701,23	-	126,22	827,45	12,75	41,37	1	881,57
Estante de planta	115,21	11,52	126,73	-	22,81	149,54	2,30	7,48	3	477,97
Parihuelas	72,05	7,21	79,26	-	14,27	93,52	1,44	4,68	38	3786,24
Rack de almacén	300,00	30,00	330,00	-	59,40	389,40	6,00	19,47	2	829,74
Total										191 062,00

Tabla 7.3*Inversión total en Activos Tangibles*

Activos Tangibles	Total (S/)
Costo terreno	752 944,50
Construcción y acondicionamiento	625 086,00
Muebles, enseres y equipos de oficina	32 550,00
Maquinaria y equipos	191 062,00
TOTAL	1 601 642,50

Tabla 7.4*Inversión total en Activos Intangibles*

Activos Intangibles	Total (S/)
Estudios prefactibilidad	16 400,00
Licencias	240,00
Constitución de la empresa	1352,00
Asesorías	3600,00
Capacitaciones	10 000,00
TOTAL	31 592,00

Finalmente, en la Tabla 7.5 se resume la inversión en activos tangibles e intangibles, así como se muestra el detalle de la depreciación fabril y no fabril de los activos tangibles, junto a la amortización de los activos intangibles.

Tabla 7.5

Cálculo de depreciación y amortización

Activos	Valor (S/)	% de depre. o amort.	Periodo (años)					Depre. o amort. total	Valor en libros
			2023	2024	2025	2026	2027		
Terreno	752 944,50	-	-	-	-	-	-	-	752 944,50
Depreciación fabril									
Construcción y acondicionamiento (Edificio)	625 086,00	5	31 254,30	31 254,30	31 254,30	31 254,30	31 254,30	156 271,50	468 814,50
Maquinaria y equipos	191 062,00	10	19 106,20	19 106,20	19 106,20	19 106,20	19 106,20	95 531,00	95 531,00
	Subtotal (S/)		50 360,50	50 360,50	50 360,50	50 360,50	50 360,50		
Depreciación no fabril									
Muebles, enseres y equipos de oficina	32 550,00	20	6510,00	6510,00	6510,00	6510,00	6510,00	32 550,00	-
Amortización									
Intangibles	31 592,00	20	6318,40	6318,40	6318,40	6318,40	6318,40	31 592,00	-
	TOTAL (S/)		63 188,90	63 188,90	63 188,90	63 188,90	63 188,90	315 944,50	1 317 290,00

7.1.2 Estimación de las inversiones de corto plazo (Capital de trabajo)

El capital de trabajo, calculado en la Tabla 7.6 se calculó mediante el método de déficit acumulado. Se tomaron los costos operativos con una política de cobro de 90 días y una política de pago materia prima de 30 días.

Tabla 7.6*Cálculo del capital de trabajo a través del método de déficit acumulado en soles*

Meses	2023													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Ingresos														
Ventas	-	32 520	32 520	65 041	65 041	97 561	97 561	162 602	162 602	227 643	227 643	260 164		
Cobro de Ventas		-	32 520	32 520	65 041	65 041	97 561	97 561	162 602	162 602	227 643	227 643	260 164	
Egresos														
Actividades de operación														
Compra de materiales			11 128	11 128	11 128	11 128	11 128	11 128	11 128	11 128	11 128	11 128	11 128	11 128
Compra de insumos			7794	7794	7794	7794	7794	7794	7794	7794	7794	7794	7794	7794
Otros costos	24 917	24 917	24 917	24 917	24 917	24 917	24 917	24 917	24 917	24 917	24 917	24 917	24 917	24 917
Gasto admin.	24 310	24 310	24 310	24 310	24 310	24 310	24 310	24 310	24 310	24 310	24 310	24 310	24 310	24 310
Gasto de ventas	10 577	10 577	10 577	10 577	10 577	10 577	10 577	10 577	10 577	10 577	10 577	10 577	10 577	10 577
TOTAL	59 804	59 804	78 726	78 726	78 726	78 726	78 726	78 726	78 726	78 726	78 726	78 726	78 726	78 726
Saldo inicial	-	(59 804)	(119 608)	(165 813)	(212 019)	(225 704)	(239 390)	(220 555)	(201 719)	(117 843)	(33 967)	114 950		
(+) Ingresos	-	-	32 520	32 520	65 041	65 041	97 561	97 561	162 602	162 602	227 643	227 643		
(-) Egresos	(59 804)	(59 804)	(78 726)	(78 726)	(78 726)	(78 726)	(78 726)	(78 726)	(78 726)	(78 726)	(78 726)	(78 726)		
Saldo final (S/)	(59 804)	(119 608)	(165 813)	(212 019)	(225 704)	(239 390)	(220 555)	(201 719)	(117 843)	(33 967)	114 950	263 867		

Finalmente, el déficit acumulado máximo se dio al sexto mes siendo S/ 239 390 el capital de trabajo. Con esta información, la Tabla 7.7 muestra el resumen de la inversión inicial para la puesta en marcha de la empresa.

Tabla 7.7*Resumen inversión inicial*

Inversión	Total (S/)
Activos Tangibles	1 601 642,50
Activos Intangibles	31 592,00
Capital de trabajo	239 389,71
TOTAL	1 872 624,22

7.2 Costos de producción**7.2.1 Costos de las materias primas**

El cálculo del costo de materia prima se elaboró a partir del programa de producción 2023-2027 desarrollado en la sección 5.10. El resumen en la Tabla 7.8.

Tabla 7.8*Costo de materia prima anual*

Materiales	Precio unit.	Cant. por unid	Producción				
			7131	7136	7292	7452	7616
			2023	2024	2025	2026	2027
kg Scrap HDPE	2,00	8,36	119 220	119 304	121 912	124 587	127 328
kg Viruta de madera	0,40	4,21	12 013	12 022	12 284	12 554	12 830
TOTAL (S/)			131 233	131 325	134 196	137 141	140 159

Nota. Precios recuperados de Alibaba.com

7.2.2 Costo de la mano de obra directa

El costo de la mano de obra directa considera a 3 operarios como se determinó en la sección 5.4.1, incluyendo las cargas laborales respectivas. Resumen en la Tabla 7.9.

Tabla 7.9*Costo de la mano de obra directa*

MOD	2023	2024	2025	2026	2027
Operarios	62 088	62 088	62 088	62 088	62 088
TOTAL	62 088	62 088	62 088	62 088	62 088

7.2.3 Costo Indirecto de Fabricación (materiales indirectos, mano de obra indirecta y costos generales de planta)

Para el cálculo de del costo indirecto de fabricación se determinó el costo de insumos según el programa de producción, el costo de mano de obra indirecta y los costos generales de planta para cada año. Los resultados de estos cálculos se presentan en las Tablas 7.10 y 7.11.

Tabla 7.10*Costos de insumos anual*

Insumos	Precio unit.	Producción					
		Cant. por und	7131 2023	7136 2024	7292 2025	7452 2026	7616 2027
kg Masterbatch	3,47	0,07	1668	1669	1 706	1743	1781
kg Bicarbonato de sodio	0,72	0,27	1379	1380	1 410	1441	1472
kg K-400 (process. aid)	9,40	0,34	22 592	22 608	23 102	23 609	24 129
kg PE modificado con anhídrido maleico	7,15	0,40	20 623	20 638	21 089	21 551	22 026
und Pernos	0,20	25	35 655	35 680	36 460	37 260	38 080
und Caja de silla	0,35	1	2496	2498	2552	2608	2666
und Caja de carpeta	0,35	1	2496	2498	2552	2608	2666
und Caja grande	0,35	1	2496	2498	2552	2608	2666
und Manual	0,10	1	713	714	729	745	762
TOTAL (S/)			90 118	90 181	92 152	94 174	96 247

Nota. Precios recuperados de Alibaba.com

Para el costo de electricidad se consideró un cargo fijo mensual de S/ 4,84 por mes y un cargo variable de S/ 0,2576 por kW.h. Para el cálculo del costo de agua se consideró un costo de S/ 5,751 por m³ por concepto de agua potable y S/ 3 por m³ por alcantarillado. Para el agua del CIF, como se muestra en la Tabla 7.11, se tomó el consumo de agua de las maquinarias y de los trabajadores de planta; se calcula el consumo de un trabajador de empresa industrial equivalente a 80 litros diarios. Y en el caso del mantenimiento se presupuestó en base a los programas de mantenimiento preventivo de cada máquina un total de S/24 420 anuales.

Tabla 7.11*Costos indirectos de fabricación*

CIF	2023	2024	2025	2026	2027
Agua	7381	7381	7381	7381	7381
Electricidad	51 621	51 621	51 621	51 621	51 621
MOI	153 495	153 495	153 495	153 495	153 495
Mantenimiento	24 420	24 420	24 420	24 420	24 420
TOTAL (S/)	236 918	236 918	236 918	236 918	236 918

7.3 Presupuesto Operativos

7.3.1 Presupuesto de ingreso por ventas

A continuación, se presenta el presupuesto de ingresos por ventas, en la Tabla 7.12, para lo cual se utilizó como unidades a vender la demanda de 2023-2027 con un precio unitario de S/ 205 sin IGV.

Tabla 7.12*Presupuesto de ingresos por ventas*

Ingresos	2023	2024	2025	2026	2027
Demanda (unidades)	6980,00	7133,00	7289,00	7449,00	7613,00
Precio unit. (S/)	205,00	205,00	205,00	205,00	205,00
Ventas (S/)	1 430 900	1 462 265	1 494 245	1 527 045	1 560 665

7.3.2 Presupuesto operativo de costos

El presupuesto operativo de costos involucra los costos de ventas para el periodo 2023-2027 e incluye los conceptos de materiales e insumos, costo de mano de obra directa y costos indirectos de fabricación. Este se resume en la Tabla 7.13 y Tabla 7.14.

Tabla 7.13*Presupuesto de costo de producción*

Costo de producción	2023	2024	2025	2026	2027
Materiales	131 233,09	131 325,10	134 196,00	137 140,51	140 158,63
Insumos	90 117,63	90 180,82	92 152,26	94 174,25	96 246,79
MOD	62 088,00	62 088,00	62 088,00	62 088,00	62 088,00
CIF	236 917,97	236 917,97	236 917,97	236 917,97	236 917,97
TOTAL (S/)	520 356,69	520 511,89	525 354,23	530 320,73	535 411,39

Tabla 7.14*Presupuesto de costo de ventas*

Costo de ventas	2023	2024	2025	2026	2027
Costo unitario	72,97	72,94	72,05	71,16	70,30
Inventario inicial	0,00	11 018,63	11 233,02	11 311,11	11 386,38
Costo de producción	520 356,69	520 511,89	525 354,23	530 320,73	535 411,39
Inventario final	11 018,63	11 233,02	11 311,11	11 386,38	11 459,04
Costo de ventas	509 338,06	520 297,50	525 276,14	530 245,46	535 338,73

A partir de los costos de producción y del programa de producción, se elaboró el presupuesto de costo de ventas, para ello se determinó el costo unitario de producción y mediante el método First In-First Out (FIFO), se determinó el costo de ventas para cada año de operación.

7.3.3 Presupuesto operativo de gastos

A similitud del presupuesto operativo de costos, el presupuesto operativo de gastos involucra los gastos administrativos y los conceptos de agua y electricidad que se

encontraban en el CIF, pero calculados para las oficinas administrativas, junto al pago del personal administrativo y los servicios de outsourcing para limpieza y seguridad. A continuación, el resumen en la Tabla 7.15.

Tabla 7.15

Presupuesto de gastos administrativos

Gastos administrativos	2023	2024	2025	2026	2027
Personal admin.	222 482,00	222 482,00	222 482,00	222 482,00	222 482,00
Agua	1025,16	1025,16	1025,16	1025,16	1025,16
Electricidad	12 905,36	12 905,36	12 905,36	12 905,36	12 905,36
Teléfono e internet	1308,00	1308,00	1308,00	1308,00	1308,00
Limpieza	30 000,00	30 000,00	30 000,00	30 000,00	30 000,00
Seguridad	24 000,00	24 000,00	24 000,00	24 000,00	24 000,00
TOTAL (S/)	291 720,51	291 720,51	291 720,51	291 720,51	291 720,51

Asimismo, se presenta el presupuesto de gastos de ventas en la Tabla 7.16, conformado por los pagos al personal de ventas y otros gastos relacionados al modelo de venta directa que se explicó en la sección 2.6.2. Siendo estos los gastos en viáticos, producto del traslado del personal de venta a los colegios; telefonía móvil, dada la necesidad del personal de contactar a los clientes directamente; y, gastos de envío, que son los asumidos por la empresa en su plan de distribución a los colegios cercanos a la plata.

Tabla 7.16

Presupuesto de gastos de ventas

Gastos de ventas	2023	2024	2025	2026	2027
Personal de ventas	119 002,00	119 002,00	119 002,00	119 002,00	119 002,00
Viáticos	5400,00	5400,00	5400,00	5400,00	5400,00
Telefonía móvil	1197,60	1197,60	1197,60	1197,60	1197,60
Gastos de envío	1320,00	1320,00	1320,00	1320,00	1320,00
TOTAL (S/)	126 919,60	126 919,60	126 919,60	126 919,60	126 919,60

7.4 Presupuestos Financieros

7.4.1 Presupuesto de Servicio de Deuda

En base a la Tabla 7.7, se tiene que la inversión inicial equivale a S/ 1 872 017,21, tras lo que se decidió financiarla 45% a través de capital propio y 55% a través de préstamo con una entidad bancaria.

Tras una consulta en la base de datos de la SBS y en los portales web de distintos bancos se seleccionó finalmente al Scotiabank para financiar el préstamo, con su Tasa

Efectiva Anual (TEA) de 16,58%. El presupuesto de servicio a la deuda se calculó mediante el método de cuotas constantes sin gracia parcial ni total. Todo el detalle se encuentra en las Tablas 7.17, 7.18 y 7.19

Tabla 7.17

Medios de financiamiento

Financiamiento	Porcentaje (%)	Monto
Préstamo	55	1 029 943,32
Capital propio	45	842 680,90

Tabla 7.18

Presupuesto de Servicio a la Deuda

	TEA = 16,58%			n = 5	
	2023	2024	2025	2026	2027
Deuda	1 029 943,32	881 887,25	709 283,48	508 062,01	273 478,02
Interés	170 764,60	146 216,91	117 599,20	84 236,68	45 342,66
Amortización	148 056,07	172 603,77	201 221,47	234 583,99	273 478,02
Cuota	318 820,67	318 820,67	318 820,67	318 820,67	318 820,67

Tabla 7.19

Presupuesto de gastos financieros

Gastos financieros	2023	2024	2025	2026	2027
Intereses	170 764,60	146 216,91	117 599,20	84 236,68	45 342,66
TOTAL (S/)	170 764,60	146 216,91	117 599,20	84 236,68	45 342,66

7.4.2 Presupuesto de Estado Resultados

A continuación, en la Tabla 7.20, se proyecta el Estado de Resultados para los primeros 5 años de operación del negocio, hasta la Utilidad luego de Reserva Legal. La cual representa el 10% de la Utilidad Neta, pero no debe superar el 20% del capital social, el cual está representado por el capital propio de la inversión inicial:

$$S/ 842 681,90 * 20\% = S/ 168 536,18.$$

Tabla 7.20

Estado de Resultados proyectado

	2023	2024	2025	2026	2027
Ventas	1 430 900	1 462 265	1 494 245	1 527 045	1 560 665
Costo de ventas (sin depre.)	(509 338)	(520 298)	(525 276)	(530 245)	(535 339)

(continúa)

(continuación)

Depreciación fabril	(50 361)	(50 361)	(50 361)	(50 361)	(50 361)
Utilidad bruta	871 201	891 607	918 608	946 439	974 966
Gastos administrativos	(291 721)	(291 721)	(291 721)	(291 721)	(291 721)
Gastos de ventas	(126 920)	(126 920)	(126 920)	(126 920)	(126 920)
Depreciación no fabril	(6510)	(6510)	(6510)	(6510)	(6510)
Amortización	(6318)	(6318)	(6318)	(6318)	(6318)
Utilidad operativa	439 733	460 138	487 140	514 971	543 497
Gastos financieros	(170 765)	(146 217)	(117 599)	(84 237)	(45 343)
Utilidad antes de impuestos	268 968	313 922	369 541	430 734	498 155
Impuesto a la renta (29.5%)	(79 346)	(92 607)	(109 014)	(127 066)	(146 956)
Utilidad neta (S/)	189 623	221 315	260 526	303 667	351 199
Reserva Legal (10%)	18 962	22 131	26 053	30 367	35 120
Utilidad luego de Reserva Legal	170 660	199 183	234 474	273 301	316 079

Nota. El Impuesto a la Renta vigente al 2022 es de 29.5%

7.4.3 Presupuesto de Estado de Situación Financiera

A partir de los conceptos presentes en la inversión inicial, se dividieron en activos y pasivos para poder elaborar el Estado de Situación Financiera de la empresa al momento de su constitución, previo al inicio de sus actividades operativas.

Posteriormente, y con los resultados de las operaciones del primer año, se elaboró el Estado de Situación Financiera al cierre del 2023. Considerándose las existencias de inventario, el flujo de caja, el interés de la deuda, la depreciación y amortización de activos, las utilidades netas, la reserva legal, entre otros.

Adicionalmente, se presenta el flujo de caja del primer año, con una política de cobranza a 30 días y de pagos a 60 días. El detalle del estado de situación financiera del 2022 se encuentra en la Tabla 7.21 y el del 2023 en la Tabla 7.22. El Flujo de caja mensual se encuentra en la Tabla 7.23.

Tabla 7.21

Estado de Situación Financiera al 31 de diciembre de 2022

ACTIVO		PASIVO	
Activo Corriente		Pasivo Corriente	
Efectivo y equivalentes	239 390	Cuentas por pagar	-
Cuentas por cobrar	-	Tributos por pagar	-
Existencias	-	Deuda a corto plazo	-
Total Activo Corriente	239 390	Total Pasivo Corriente	-
Activo No Corriente		Pasivo No Corriente	
Otras cuentas por cobrar	-	Deuda a largo plazo	1 029 943
Inmueble, maquinaria y equipos	1 601 643	Total Pasivo no corriente	1 029 943

(continúa)

(continuación)

Intangibles	31 592	Total Pasivo	1 029 943
Total Activo No Corriente	1 633 235		
		PATRIMONIO	
		Capital social	842 681
		Resultados acumulados	-
		Total Patrimonio	842 681
Total Activos	1 872 624	Total Pasivo y Patrimonio	1 872 624

Tabla 7.22

Estado de Situación Financiera al 31 de diciembre de 2023

ACTIVO		PASIVO	
Activo Corriente		Pasivo Corriente	
Efectivo y equivalentes	184 436	Cuentas por pagar	37 845
Cuentas por cobrar	260 164	Tributos por pagar	79 346
Existencias	16 736	Deuda a corto plazo	-
Total Activo Corriente	461 336	Total Pasivo Corriente	117 190
Activo No Corriente		Pasivo No Corriente	
Otras cuentas por cobrar	-	Deuda a largo plazo	881 887
Inmueble, maquinaria y equipos	1 601 643	Total Pasivo No Corriente	881 887
Depreciación	(56 871)	Total Pasivo	999 078
Intangibles	31 592		
Amortización	(6 318)		
Total Activo No Corriente	1 570 046	PATRIMONIO	
		842 681	842 681
		Resultados acumulados	170 660
		Reserva Legal	18 962
		Total Patrimonio	1 032 304
Total Activos	2 031 381	Total Pasivo y Patrimonio	2 031 381

Nota. Elaboración propia

Tabla 7.23

Flujo de caja mensual del año 2023

Ingresos		Total (S/)		2023											
		Meses													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Ventas	1 430 900														
Cobro de Ventas	1 170 736														
Egresos		Total (S/)													
Actividades de operación															
Compra de materiales	134 001														
Pago de materiales	111 668														
Compra de insumos	92 023														
Pago de insumos	76 686														
Otros costos	299 006														
Gasto admin.	291 721														
Gasto de ventas	126 920														
Gasto financiero	170 709														
Actividades de inversión															
Actividades de financiamiento															
Amort. deuda	148 008														
TOTAL	1 224 717														
Saldo inicial	239 042														
(+) Ingresos	1 170 736														
(-) Egresos	(1 224 717)														
Saldo final (S/)	185 061														
Actividades de inversión															
Actividades de financiamiento															
Amort. deuda	12 338	12 338	12 338	12 338	12 338	12 338	12 338	12 338	12 338	12 338	12 338	12 338	12 338		
TOTAL	86 372	86 372	105 295	105 295	105 295	105 295	105 295	105 295	105 295	105 295	105 295	105 295	105 295		
Saldo inicial	239 390	153 017	66 645	(6129)	(78 903)	(119 157)	(159 410)	(167 144)	(174 877)	(117 569)	(60 261)	62 087			
(+) Ingresos	-	-	32 520	32 520	65 041	65 041	97 561	97 561	162 602	162 602	227 643	227 643			
(-) Egresos	(86 372)	(86 372)	(105 295)	(105 295)	(105 295)	(105 295)	(105 295)	(105 295)	(105 295)	(105 295)	(105 295)	(105 295)	(105 295)		
Saldo final (S/)	153 017	66 645	(6 129)	(78 903)	(119 157)	(159 410)	(167 144)	(174 877)	(117 569)	(60 261)	62 087	184 436			

Nota. Se considera a las actividades de inversión como nulas, pues la inversión se hizo en el año previo al inicio de las operaciones.

7.4.4 Flujo de fondos netos

a) Flujo de fondos económicos

Tomando como base el Estado de Resultados se elaboró el flujo de fondos económico a partir de las tablas de costos y gastos de este capítulo. Se presenta en la Tabla 7.24.

Tabla 7.24

Flujo Neto de Retorno Interno Económico

	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Inversión inicial	(1 872 624)					
Ventas		1 430 900	1 462 265	1 494 245	1 527 045	1 560 665
Costo de ventas (sin depre.)		(509 338)	(520 298)	(525 276)	(530 245)	(535 339)
Depreciación fabril		(50 361)	(50 361)	(50 361)	(50 361)	(50 361)
Utilidad bruta		871 201	891 607	918 608	946 439	974 966
Gastos administrativos		(30 000)	(30 000)	(30 000)	(30 000)	(30 000)
Gastos de ventas		(126 920)	(126 920)	(126 920)	(126 920)	(126 920)
Depreciación no fabril		(6510)	(6510)	(6510)	(6510)	(6510)
Amortización		(6318)	(6318)	(6318)	(6318)	(6318)
Valor en libros						(1 317 290)
Valor de mercado						1 317 290
Utilidad antes de impuestos		701 453	721 859	748 860	776 691	805 218
Impuesto a la renta (29.5%)		(206 929)	(212 948)	(220 914)	(229 124)	(237 539)
Utilidad neta (S/)		494 525	508 911	527 947	547 567	567 679
Depreciación		56 871	56 871	56 871	56 871	56 871
Amortización		6318	6318	6318	6318	6318
Valor en libros						1 317 290
Capital de trabajo						17 215
Flujo de Caja Económico (S/)	(1 872 624)	557 714	572 099	591 135	610 756	1 965 373

b) Flujo de fondos financieros

Igual que con el flujo de fondos económicos, se elaboró el financiero considerando el efecto del servicio a la deuda, es decir, se incluyen el pago de intereses, la amortización de la deuda y el financiamiento de la inversión inicial. Se presenta en la Tabla 7.25.

Tabla 7.25

Flujo Neto de Retorno Interno Financiero

	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Inversión inicial	(1 872 624)					
Financiamiento	1 029 943					
Ventas		1 430 900	1 462 265	1 494 245	1 527 045	1 560 665
Costo de ventas (sin depre.)		(509 338)	(520 298)	(525 276)	(530 245)	(535 339)
Depreciación fabril		(50 361)	(50 361)	(50 361)	(50 361)	(50 361)
Utilidad bruta		871 201	891 607	918 608	946 439	974 966
Gastos administrativos		(30 000)	(30 000)	(30 000)	(30 000)	(30 000)
Gastos de ventas		(126 920)	(126 920)	(126 920)	(126 920)	(126 920)
Depreciación no fabril		(6510)	(6510)	(6510)	(6510)	(6510)

(continúa)

(continuación)

Amortización	(6318)	(6318)	(6318)	(6318)	(6318)
Valor en libros					(1 317 290)
Valor de mercado					1 317 290
Utilidad operativa	701 453	721 859	748 860	776 691	805 218
Interés	(170 765)	(146 217)	(117 599)	(84 237)	(45 343)
Utilidad antes de impuestos	530 689	575 642	631 261	692 454	759 875
Impuesto a la renta (29.5%)	(156 553)	(169 814)	(186 222)	(204 274)	(224 163)
Utilidad neta (S/)	374 136	405 828	445 039	488 180	535 712
Depreciación	56 871	56 871	56 871	56 871	56 871
Amortización	6318	6318	6318	6318	6318
Amortización de la deuda	(148 056)	(172 604)	(201 221)	(234 584)	(273 478)
Valor en libros					1 317 290
Capital de trabajo					17 215
Flujo de Caja Financiero (S/)	(842 681)	289 268	296 413	307 007	316 785
					1 659 928

Cabe precisar que el monto de capital de trabajo utilizado tanto en el FNRI Económico como en el FNRI Financiero, se calculó a partir del valor del inventario final de productos terminados por un monto de S/ 11 459,04 (Tabla 7.14) y de los materiales e insumos, por un monto de S/ 5756,43.

7.5 Evaluación Económica y Financiera

Parte fundamental de la evaluación económica y financiera es calcular el valor actual neto y la tasa interna de retorno, pero para poder lograr lo primero es necesario contar con una tasa COK, y el TIR no tiene utilidad si no lo podemos comparar con el COK. Debido a esto, se realizó el cálculo a partir del método CAPM.

Como primer paso, se tiene que determinar el Beta apalancado a partir de un Beta desapalancado de 1,05 mediante la fórmula de Hamada, obteniéndose un Beta apalancado de 1,5379.

Posterior a ello, se usó la siguiente fórmula:

$$CAPM = R_f + \beta * (R_m - R_f)$$

Donde:

- R_f: tasa libre de riesgo
- R_m: rentabilidad del mercado
- B: Beta apalancado del activo

Reemplazándola con datos obtenidos del Laboratorio de Mercado de Capitales de la Universidad de Lima:

$$CAPM = 4,8\% + 1,5379 * (18\% - 4,8\%)$$

Obteniéndose un valor CAPM = COK = 25,1%

7.5.1 Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR

Los valores del flujo de fondos económico fueron actualizados a fin de determinar el Valor Actual Neto de cada uno, para luego calcular los indicadores de evaluación. El detalle se encuentra en las Tablas 7.26 y 7.27.

Tabla 7.26

Valor actual del flujo económico

	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Flujo de fondos descontado	-1 872 624	445 814	365 559	301 936	249 367	641 444
Valor Actual Neto	-1 872 624	-1 426 810	-1 061 251	-759 315	-509 949	131 495

Tabla 7.27

Indicadores de la evaluación económica

Indicador	Valor
VAN Económico	S/. 131 494,94
Relación B/C	1,07
TIR Económico	27,86%
Periodo de recupero (años)	4,80
Periodo de recupero	4 años, 9 meses y 16 días

Nota. Se usó COK = 25,1%.

7.5.2 Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR

Se realizó el mismo procedimiento que en la sección 7.5.1, pero a partir del flujo de fondos financiero. El detalle en las Tablas 7.28 y 7.29.

Tabla 7.28

Valor actual del flujo financiero

	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Flujo de fondos descontado	-842 681	231 230	189 401	156 811	129 341	541 755
Valor Actual Neto	-842 681	-611 451	-422 050	-265 239	-135 899	405 856

Tabla 7.29*Indicadores de la evaluación financiera*

Indicador	Valor
VAN Financiero	S/. 405 856,29
Relación B/C	1,48
TIR Financiero	40,95%
Periodo de recupero (años)	4,25
Periodo de recupero	4 años y 3 meses

Nota. Se usó COK = 25,1%.

7.5.3 Análisis de ratios (liquidez, solvencia, rentabilidad) e indicadores económicos y financieros del proyecto

Haciendo uso del Estado de Situación Financiera al 31 de diciembre de 2023 y del Estado de Resultados del 2023, se elaboraron las siguientes ratios financieros.

La Tabla 7.30 muestra 4 ratios de liquidez, que demuestran que la empresa es capaz de cumplir con sus obligaciones financieras en el corto plazo y debido a que el monto del rubro de existencias es bajo respecto a los activos corrientes, el valor de las 2 primeras ratios no varía mucho. Por su lado, el capital de trabajo muestra que quedarían recursos suficientes luego de cubrir las obligaciones a corto plazo.

Tabla 7.30*Ratios de liquidez*

RATIOS DE LIQUIDEZ	Fórmula	2023
Razón corriente	$\frac{\text{Activo Corriente}}{\text{Pasivo Corriente}}$	3,94
Razón ácida	$\frac{\text{Efectivo y equivalentes} + \text{Inversiones en valores} + \text{Cuentas por cobrar}}{\text{Pasivo Corriente}}$	3,79
Razón de efectivo	$\frac{\text{Efectivo y equivalentes}}{\text{Pasivo Corriente}}$	1,57
Capital de trabajo	Activo Corriente - Pasivo Corriente	S/. 344 145,21

Por su parte, la Tabla 7.31 muestra la capacidad de la empresa para cumplir con sus obligaciones de pago. Se constata que el patrimonio con el que se cuenta permite cumplir con las obligaciones de pago, el nivel de endeudamiento no es alto y que se cuenta con mayor deuda a largo plazo que a corto plazo.

Tabla 7.31*Ratios de solvencia*

RATIOS DE SOLVENCIA	Fórmula	2023
Razón deuda patrimonio	$\frac{\text{Pasivo Total}}{\text{Patrimonio Neto}}$	0,97
Deuda corto plazo	$\frac{\text{Pasivo Corriente}}{\text{Patrimonio Neto}}$	0,11
Deuda largo plazo	$\frac{\text{Pasivo No Corriente}}{\text{Patrimonio Neto}}$	0,85
Razón de endeudamiento	$\frac{\text{Pasivo Total}}{\text{Activo Total}}$	0,49
Razón de cobertura de intereses	$\frac{\text{Utilidad antes de Intereses e Impuestos}}{\text{Gastos Financieros}}$	1,58
Calidad de deuda	$\frac{\text{Pasivo Corriente}}{\text{Pasivo Total}}$	0,12
Multiplicador de capital contable	$\frac{\text{Activo Total}}{\text{Patrimonio Neto}}$	1,97

Finalmente, las ratios de rentabilidad se muestran en la Tabla 7.32, donde se observa que la empresa es eficiente operativamente con una Utilidad Bruta y Neta que todavía representan porcentajes importantes respecto a las Ventas del periodo.

Tabla 7.32*Ratios de rentabilidad*

RATIOS DE RENTABILIDAD	Fórmula	2023 (%)
Margen bruto	$\frac{\text{Utilidad Bruta}}{\text{Ventas Netas}}$	64,40
Margen neto	$\frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Ventas Netas}}$	13,25
Rentabilidad neta del patrimonio	$\frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Patrimonio}}$	18,37
Rentabilidad neta sobre activos	$\frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Activo Total}}$	9,33
Rentabilidad EBITDA	$\frac{\text{EBITDA}}{\text{Ventas Netas}}$	23,21
Rentabilidad EBITDA patrimonio	$\frac{\text{EBITDA}}{\text{Patrimonio Neto}}$	32,18

Tras finalizar el análisis de estas tres familias de indicadores se concluye que la empresa cuenta con una buena solidez financiera y operativa que le permite cumplir sus obligaciones de pago y retribuir utilidades a sus acreedores.

7.5.4 Análisis de sensibilidad del proyecto

Finalmente, se realizó el análisis de sensibilidad del proyecto, para lo cual se plantearon 3 escenarios distintos para las ventas y el precio de venta: normal, optimista y pesimista (estos se detallan en las Tablas 7.33, 7.34 y 7.35). Estos 2 últimos representan un aumento o reducción del 10% sobre el escenario normal u original. lo que ocasionó una variación en los costos de materia prima e insumos.

Posteriormente, se realizaron nuevamente los flujos de fondos económico y financiero haciendo uso de estos 2 nuevos escenarios, para luego actualizar los flujos y determinar un VAN y TIR ponderados según la probabilidad de ocurrencia de cada escenario. La probabilidad de ocurrencia del escenario normal es de 50%, la del escenario optimista es de 30% y la del pesimista es de 20%. Los flujos económicos se detallan en las Tablas 7.37 y 7.38; mientras que los financieros en las Tablas 7.41 y 7.42.

Tabla 7.33

Escenarios para ventas (unidades)

	2023	2024	2025	2026	2027
Ventas Norm	6980	7133	7289	7449	7613
Ventas Opt	7678	7846	8018	8194	8374
Ventas Pes	6282	6420	6560	6704	6852

Tabla 7.34

Escenarios para precios (S/)

	2023	2024	2025	2026	2027
Precio	205	205	205	205	205
Precio Opt	226	226	226	226	226
Precio Pes	185	185	185	185	185

Tabla 7.35

Escenarios para costos (S/) de materia prima

	2023	2024	2025	2026	2027
Costo Norm	131 233	131 325	134 196	137 141	140 159
Costo Opt	144 356	144 458	147 616	150 855	154 174
Costo Pes	118 110	118 193	120 776	123 426	126 143

Tabla 7.36*Escenarios para costos (S/) de insumos*

	2023	2024	2025	2026	2027
Costo Norm	86 909	86 970	88 871	90 821	92 820
Costo Opt	95 600	95 667	97 758	99 903	102 102
Costo Pes	78 218	78 273	79 984	81 739	83 538

Tabla 7.37*Flujo económico optimista*

Optimista	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Inversión inicial	(1 872 624)					
Ventas		1 731 389	1 769 341	1 808 036	1 847 724	1 888 405
Costo de ventas (sin depre.)		(527 549)	(538 904)	(544 156)	(549 542)	(555 063)
Depreciación fabril		(50 361)	(50 361)	(50 361)	(50 361)	(50 361)
Utilidad bruta		1 153 479	1 180 077	1 213 520	1 247 822	1 282 981
Gastos administrativos		(30 000)	(30 000)	(30 000)	(30 000)	(30 000)
Gastos de ventas		(126 920)	(126 920)	(126 920)	(126 920)	(126 920)
Depreciación no fabril		(6510)	(6510)	(6510)	(6510)	(6510)
Amortización		(6318)	(6318)	(6318)	(6318)	(6318)
Utilidad antes de impuestos		983 731	1 010 329	1 043 772	1 078 074	1 113 233
Impuesto a la renta (29.5%)		(290 201)	(298 047)	(307 913)	(318 032)	(328 404)
Utilidad neta (S/)		693 530	712 282	735 860	760 042	784 829
Depreciación		56 871	56 871	56 871	56 871	56 871
Amortización		6318	6318	6318	6318	6318
Valor en libros						1 317 290
Capital de trabajo						17 215
Flujo de Caja Económico (S/)	(1 872 624)	756 719	775 471	799 048	823 231	2 182 524

Tabla 7.38*Flujo económico pesimista*

Pesimista	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Inversión inicial	(1 872 624)					
Ventas		1 159 029	1 184 435	1 210 338	1 236 906	1 264 139
Costo de ventas (sin depre.)		(484 845)	(495 267)	(499 699)	(504 106)	(508 624)
Depreciación fabril		(50 361)	(50 361)	(50 361)	(50 361)	(50 361)
Utilidad bruta		623 824	638 807	660 279	682 440	705 154
Gastos administrativos		(30 000)	(30 000)	(30 000)	(30 000)	(30 000)
Gastos de ventas		(126 920)	(126 920)	(126 920)	(126 920)	(126 920)
Depreciación no fabril		(6510)	(6510)	(6510)	(6510)	(6510)
Amortización		(6318)	(6318)	(6318)	(6318)	(6318)
Utilidad antes de impuestos		454 076	469 059	490 531	512 692	535 406
Impuesto a la renta (29.5%)		(290 201)	(298 047)	(307 913)	(318 032)	(328 404)
Utilidad neta (S/)		163 875	171 012	182 619	194 660	207 002
Depreciación		56 871	56 871	56 871	56 871	56 871
Amortización		6318	6318	6318	6318	6318
Valor en libros						1 317 290
Capital de trabajo						17 215
Flujo de Caja Económico (S/)	(1 872 624)	227 064	234 201	245 807	257 849	1 604 697

Tabla 7.39*Valor neto actual económico*

	P	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Esc Normal	0,5	(1 872 624)	557 714	572 099	591 135	610 756	1 965 373
Esc Optimista	0,3	(1 872 624)	756 719	775 471	799 048	823 231	2 182 524
Esc Pesimista	0,2	(1 872 624)	227 064	234 201	245 807	257 849	1 604 697

Tabla 7.40*Ponderación del VAR y TIR económicos según probabilidad de escenarios*

	VAN	TIR (%)
Esc Normal	131 495	27,86
Esc Optimista	684 342	39,32
Esc Pesimista	- 786 911	8,22
	113 668	27,37

Como se observa en las Tablas 7.39 y 7.40, el VAN económico ponderado es menor que en el escenario normal, lo mismo sucede con el TIR económico. No obstante, debido a que el VAN sigue siendo positivo y el TIR aún es mayor que el COK = 25,10%, se puede concluir que, tras el análisis de sensibilidad económico, el proyecto sigue siendo rentable.

Tabla 7.41*Flujo financiero optimista*

Optimista	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Inversión inicial	(1 872 624)					
Financiamiento	1 029 943					
Ventas		1 731 389	1 769 341	1 808 036	1 847 724	1 888 405
Costo de ventas (sin depre.)		(527 549)	(538 904)	(544 156)	(549 542)	(555 063)
Depreciación fabril		(50 361)	(50 361)	(50 361)	(50 361)	(50 361)
Utilidad bruta		1 153 479	1 180 077	1 213 520	1 247 822	1 282 981
Gastos administrativos		(30 000)	(30 000)	(30 000)	(30 000)	(30 000)
Gastos de ventas		(126 920)	(126 920)	(126 920)	(126 920)	(126 920)
Depreciación no fabril		(6510)	(6510)	(6510)	(6510)	(6510)
Amortización		(6318)	(6318)	(6318)	(6318)	(6318)
Utilidad operativa		983 731	1 010 329	1 043 772	1 078 074	1 113 233
Interés		(170 765)	(146 217)	(117 599)	(84 237)	(45 343)
Utilidad antes de impuestos		812 967	864 112	926 173	993 837	1 067 890
Impuesto a la renta (29.5%)		(156 553)	(169 814)	(186 222)	(204 274)	(224 163)
Utilidad neta (S/)		656 413	694 297	739 951	789 563	843 727
Depreciación		56 871	56 871	56 871	56 871	56 871
Amortización		6318	6318	6318	6318	6318
Amortización de la deuda		(148 056)	(172 604)	(201 221)	(234 584)	(273 478)
Valor en libros						1 317 290
Capital de trabajo						17 215
Flujo de Caja Financiero (S/)	(842 681)	571 546	584 882	601 919	618 168	1 967 943

Tabla 7.42*Flujo financiero pesimista*

Pesimista	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Inversión inicial	(1 872 624)					
Financiamiento	1 029 943					
Ventas		1 159 029	1 184 435	1 210 338	1 236 906	1 264 139
Costo de ventas (sin depre.)		(484 845)	(495 267)	(499 699)	(504 106)	(508 624)
Depreciación fabril		(50 361)	(50 361)	(50 361)	(50 361)	(50 361)
Utilidad bruta		623 824	638 807	660 279	682 440	705 154
Gastos administrativos		(30 000)	(30 000)	(30 000)	(30 000)	(30 000)
Gastos de ventas		(126 920)	(126 920)	(126 920)	(126 920)	(126 920)
Depreciación no fabril		(6510)	(6510)	(6510)	(6510)	(6510)
Amortización		(6318)	(6318)	(6318)	(6318)	(6318)
Utilidad operativa		454 076	469 059	490 531	512 692	535 406
Interés		(170 765)	(146 217)	(117 599)	(84 237)	(45 343)
Utilidad antes de impuestos		283 311	322 842	372 932	428 455	490 063
Impuesto a la renta (29.5%)		(156 553)	(169 814)	(186 222)	(204 274)	(224 163)
Utilidad neta (S/)		126 758	153 027	186 710	224 181	265 900
Depreciación		56 871	56 871	56 871	56 871	56 871
Amortización		6318	6318	6318	6318	6318
Amortización de la deuda		(148 056)	(172 604)	(201 221)	(234 584)	(273 478)
Valor en libros						1 317 290
Capital de trabajo						17 215
Flujo de Caja Financiero (S/)	(842 681)	41 891	43 613	48 678	52 786	1 390 116

Tabla 7.43*Valor neto actual financiero*

	P	2022	2023	2024	2025	2026	2027
Esc Normal	0,5	(842 680,90)	289 268,46	296 412,81	307 006,55	316 785,23	1 659 928,30
Esc Optimista	0,3	(842 680,90)	571 546,21	584 882,45	601 918,58	618 168,00	1 967 943,40
Esc Pesimista	0,2	(842 680,90)	41 890,72	43 612,60	48 677,56	52 785,69	1 390 116,45

Tabla 7.44*Ponderación del VAR y TIR financieros según probabilidad de escenarios*

	VAN	TIR (%)
Esc Normal	405 856,29	40,95
Esc Optimista	1 190 036,43	72,60
Esc Pesimista	(281 216,82)	14,40
	503 695,71	45,14

Finalmente, a similitud de la ponderación del VAR y TIR económicos de los escenarios, debido a que como estos superan los requisitos mínimos para ser viables, se puede concluir que, tras el análisis de sensibilidad financiero, el proyecto sigue siendo rentable. Se observan los resultados del análisis financiero en las Tablas 7.43 y 7.44.

CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO

8.1 Indicadores sociales

Para realizar la evaluación social que le corresponde al presente proyecto se tuvo que plantear el uso de distintos indicadores sociales. Para ello, primero se tuvo que realizar el cálculo del valor agregado a partir de los ingresos y costos de materiales e insumos estimados en los 5 años proyectados. Para ello, se tuvo que calcular la tasa de descuento a utilizar para actualizar los valores, esta es igual al CPPC utilizado previamente a partir de un COK de 25,10% y una TEA de 16,58%. La tasa de descuento resulta 17,72%. Finalmente, a partir de eso, se pudo obtener el valor agregado actual:

Tabla 8.1

Cálculo del valor agregado actual

	2023	2024	2025	2026	2027
Ingresos	S/ 1 430 900	S/ 1 462 265	S/ 1 494 245	S/ 1 527 045	S/ 1 560 665
(-) Materiales	S/ 128 454	S/ 131 270	S/ 134 141	S/ 137 085	S/ 140 103
(-) Insumos	S/ 88 209	S/ 90 142	S/ 92 114	S/ 94 136	S/ 96 209
Valor agregado	S/ 1 214 236	S/ 1 240 852	S/ 1 267 990	S/ 1 295 823	S/ 1 324 353
Tasa de descuento (%)	17,72				
Valor agregado actual	S/ 3 964 325				
Inversión total	S/ 1 872 624				
Puestos de trabajo	12				

A partir de los datos resultantes de la Tabla 8.1 anterior se pudo llegar a definir los siguientes indicadores sociales relevantes para el proyecto (Tabla 8.2).

Tabla 8.2

Indicadores sociales

Indicadores sociales	
Densidad de capital	S/ 156 052
Intensidad de capital	0,4724
Producto/capital	2,12

8.2 Interpretación de indicadores sociales

A partir de la evaluación social del proyecto y el cálculo de los indicadores se pretende determinar el impacto del proyecto sobre la sociedad y en qué grado contribuye con ella. Es importante volver a resaltar que una de las principales motivaciones detrás del proyecto. Esta es brindarles a las instituciones educativas de menos recursos una alternativa para mejorar su infraestructura educativa y el bienestar de los alumnos de primaria. A continuación, se presenta el análisis de los resultados obtenidos en los 3 indicadores sociales calculados en el punto anterior:

En primer lugar, considerando que la inversión total del proyecto es de S/ 1872 624 y un número total de 12 trabajadores, se llegó a una densidad de capital equivalente a S/ 156 052. Esto significa que para la creación de cada puesto de trabajo es necesaria una inversión de dicha cantidad en el proyecto. La cifra representa la naturaleza del proceso de producción que requiere de un número reducido de empleados, aunque igual se evidencia el impacto sobre la sociedad en la generación del empleo.

En segundo lugar, la intensidad de capital, que es la relación entre la inversión total y el valor agregado actual, se calculó en 0,4724. Esto significa que, por cada 0,4724 soles invertidos en el proyecto, se genera 1 sol. Esto se puede interpretar de manera positiva, donde solo se necesita invertir el 47,24% de los ingresos esperados.

Finalmente, se analizó el indicador del coeficiente de capital o relación producto/capital que resultó 2,12. Esto significa que, por cada sol invertido en el proyecto, se obtiene 2,12 soles en ingresos. Este indicador, junto al anterior, muestra el rendimiento del capital y por consiguiente su impacto sobre el crecimiento de la industria en el país.

CONCLUSIONES

- En base a las fuentes de información recopiladas, se puede concluir que la realización del presente proyecto es justificable, tanto económica, técnica y socialmente.
- La viabilidad comercial del producto ofrecido queda demostrada, debido a que, a través de la investigación de mercado se determinó que existe una demanda a futuro por satisfacer, logrando un nivel de mercado satisfactorio.
- Tras el análisis de macro y micro localización, se concluye que la mejor alternativa para la instalación de la planta productora del módulo escolar ergonómico a partir de materiales reciclados, es el distrito de Villa El Salvador.
- Existe la tecnología necesaria para hacer frente a los retos que conlleva diseñar tanto el proceso productivo como la infraestructura de planta.
- Además, se verifica que la tecnología seleccionada, no solo es capaz de dar abasto con el “tamaño de planta”, sino que según su capacidad instalada puede satisfacer una demanda significativamente mayor sin requerir cambiar de maquinaria ni ampliar el área requerida para la planta.
- Siendo la empresa estudiada una MYPE, no resulta necesario tener una estructura organizacional muy complicada; en su defecto se concluye que los jefes de área con labores funcionales son capaces de cumplir con las labores operativas principales, mientras que el trabajo estratégico lo realiza el gerente general.
- El proyecto resulta económica y financieramente rentable, lo que se verifica a través de los flujos de fondos. A su vez, el análisis de sensibilidad confirma que aún frente a incertidumbres de precio o de variación de demanda, el proyecto sigue siendo rentable.
- El proyecto revela indicadores sociales positivos produciendo un impacto importante sobre la generación de empleo y el rendimiento del capital.

RECOMENDACIONES

- Aumentar el alcance del proyecto más allá de los salones de clase en la ciudad de Lima, para llegar a nuevos mercados y así, expandir el impacto económico para la empresa y continuar con el servicio a la sociedad peruana. Esto debido a que el mayor número de escuelas de bajos recursos se encuentran fuera de la ciudad de Lima.
- Para motivos del estudio, se consideró dentro de la inversión, la compra del terreno y la construcción de la planta. Sin embargo, es recomendable en caso sea posible adquirir un inmueble ya construido o en su defecto alquilarlo de forma que dicha inversión se reduzca. Esto significaría un ajuste en la evaluación económica y financiera del proyecto en un eventual estudio de factibilidad.
- Sería recomendable a su vez complementar esta propuesta de producto novedoso con una cadena de suministro de circuito cerrado y eco amigable. Así, instituciones educativas que cuenten con mobiliario escolar de madera que ya no se encuentre en óptimas condiciones de uso, pueden darles un segundo uso integrándolas al proceso de producción de estos módulos escolares como materia prima reciclada, y en contraprestación se les puede ofrecer de regreso a un menor precio. Para ello, sería necesario instalar un área adicional para el pretratamiento de estos materiales de manera que sean idóneos para su ingreso al proceso.

REFERENCIAS

- Aguilar, M. y De la Cruz, R. (2016). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de baldosas de plástico reciclado para piso y pared* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Universidad de Lima]. Repositorio Institucional de la Universidad de Lima. <http://doi.org/10.26439/ulima.tesis/3551>
- Alcántara, V. (2015, septiembre). *Mercado mexicano de WPC empieza a crecer*. Tecnología del plástico. <https://www.plastico.com/temas/Mercado-mexicano-de-WPC-empieza-a-crecer+107462>
- Ayme Vega, C., García Echevarría, K., Montes Quispe, R. y Talavera Sánchez, P. (2018). *Plan estratégico de la industria del mueble de madera en Perú* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica de Perú]. Repositorio Institucional de la Pontificia Universidad Católica de Perú. http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/11639/AYME_GARCIA_PLAN_MADERA.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Banco Central de Reserva del Perú. (s.f.). *Producto bruto interno por sectores productivos (millones S/ 2007) - Construcción*. Recuperado el 22 de junio de 2022, de <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/resultados/PM04997A/html>
- Banco Central de Reserva del Perú. (s.f.). *Producto bruto interno por sectores productivos (variaciones porcentuales reales) - Construcción*. Recuperado el 22 de junio de 2022, de <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/resultados/PM04979A/html>
- Bayer, J., Granda, L. A., Méndez, J. A., Pèlach, M. A., Vilaseca, F., & Mutjé, P. (2017). Cellulose polymer composites (WPC) [Compuesto de celulosa-polímero]. *Advanced High Strength Natural Fibre Composites in Construction*, vol.??, 115–139. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-100411-1.00005-4>
- BBVA. (2022, 7 de abril). *BBVA Research ajusta previsión de crecimiento de la economía peruana para 2022 y 2023*. <https://www.bbva.com/es/pe/bbva-research-ajusta-prevision-de-crecimiento-de-la-economia-peruana-para-2022-y-2023/>
- Burga Pereyra, C. (2014). *Diseño de un molde para la fabricación de superficies de carpetas ergonómicas utilizando termoplásticos reciclados y madera recuperada*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional de la Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/5711>

- Clifford, C. (2020, 11 de julio). Análisis global del mercado Material de oficina ergonómico 2020, oportunidades, pronóstico de crecimiento hasta 2026. *La Vanguardia Noticias*. <https://lavanguardia.com/2020/07/11/analisis-global-del-mercado-material-de-oficina-ergonomico-2020-oportunidades-pronostico-de-crecimiento-hasta-2026/>
- Colliers International. (2016). *Reporte de Mercado Industrial Industrial S1-2016*. https://www.colliers.com/-/media/files/latam/peru/tk16_reporte%20industrial_final.pdf
- CPI. (2022). Perú: población 2022. <https://cpi.pe/images/upload/paginaweb/archivo/23/poblacion%202022.pdf>
- Díaz, B. y Noriega, M. (2017). *Manual para el diseño de instalaciones manufactureras y de servicios*. Fondo Editorial de la Universidad de Lima.
- Dongguan Sanzhong Machinery Co., Ltd. (s.f.). *De plástico gránulos automática mezclador gravimétrica licuadora para 2-8 ingredientes gravimétrica licuadora para no tejido de la línea de producción*. Recuperado el 5 de agosto de 2022, de <https://spanish.alibaba.com/p-detail/plastic-62272375541.html>
- Dos Santos, F., Canto, L., da Silva, A., Yuan, L. & Vasques, E. (2018). Processing and properties of plastic lumber. En G. Akin, Ö. Peckan y D. Achilias (Eds.), *Thermosoftening plastics [Termoplásticos]* (1.a ed., pp. 1-16). <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.82819>
- Euromonitor. (2020). Chile's furniture production per household: USD million 2019. Recuperado el 21 de junio de 2020, de <https://www.euromonitor.com>
- Ecuador's furniture production per household: USD million 2019. (2020). Euromonitor. Recuperado el 21 de junio de 2020, de <https://www.euromonitor.com>
- En Madera. (s. f.). La enorme importancia de la ergonomía en los muebles. <http://enmaderamobiliario.com/la-enorme-importancia-de-la-ergonomia-en-los-muebles/>
- Estadística de la Calidad Educativa. (s. f.) *Servicios Educativos*. Recuperado el 02 de julio de 2022, de <https://escale.minedu.gob.pe/web/inicio/padron-de-iee>
- Fuzhou Lucky Star Co., Ltd. (s.f.). *Báscula electrónica con intecorreo*
- Gobierno del Perú. (2019, 21 de octubre). *Tipos de empresa (Razón Social o Denominación)*. <https://www.gob.pe/254-tipos-de-empresa-razon-social-o-denominacion/>
- Gobierno del Perú. (2019, 22 de octubre). *Regímenes tributarios*. <https://www.gob.pe/280-regimenes-tributario>
- Guangzhou ITO Catering Equipment Co., Ltd. (s.f.). *Mesa de trabajo barata de acero inoxidable ITO-01625 con 3 capas*. Recuperado el 28 de septiembre de 2020, de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/ito-01625-cheap-stainless-steel-work-table-with-3-layers-60664972613.html>

- Gutiérrez, M., & Apud, E. (1995). Ergonomía aplicada al diseño de mobiliario escolar. *Cuadernos Médico Sociales*, 36(3). 18–23.
<https://cuadernosms.cl/index.php/cms/article/view/110>
- Instituto Nacional de Calidad. (s.f.). *Catálogo de Normas Técnicas Peruanas sobre mobiliario*.
<https://www.inacal.gob.pe/repositorioaps/data/1/1/1/jer/prensa/files/MOBILIARIO.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2021, 25 de mayo). INEI participó en el III congreso internacional de la industria plástica.
<https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/noticias/nota-de-prensa-no-078-2021-inei.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e informática. (2016). Mapas.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1416/mapas.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2019). *Perú: Anuario de Estadísticas Ambientales 2019*.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1704/libro.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Perú: Anuario Estadístico de la Criminalidad y Seguridad Ciudadana 2011- 2017*.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1534/libro.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2022). *Perú Compendio estadístico 2021*. Recuperado el 5 de agosto de 2022, de
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1829/COMPENDIO2021.html
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2019). *Residuos sólidos municipales generados en la provincia de Lima, según distrito, 2014-2021*.
<https://m.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/c-residuos-10291/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2020). *Situación del Mercado Laboral en Lima Metropolitana*.
https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/05-informe-tecnico-n05_mercado-laboral-feb-mar-abr.2020.pdf
- Instituto Peruano de Economía. (s. f.). Índice de precios al consumidor.
<https://www.ipe.org.pe/portal/indice-de-precios-al-consumidor/>
- Jiaozuo Double Eagle Machinery Co., Ltd. (s. f.). *500L eléctrico de acero inoxidable tanque agitado con revestimiento*. Recuperado el 28 de septiembre de 2020, de
<https://spanish.alibaba.com/product-detail/500l-electric-heated-stainless-steel-stirred-tank-jacketed-dishwashing-liquid-mixing-tank-62053828975.html>

- Jiménez Córdova, G. D. (2019). *Plan de negocios para la fabricación y comercialización de muebles a base de materiales de plástico reciclado y fibra vegetal en la ciudad de Quito*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Comercial, Universidad de las Américas]. Repositorio Institucional de la Universidad de las Américas. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/10910>
- Laizhou Huibang Machinery Trading Co., Ltd. (s.f.). *Sierra de armario de hierro fundido, 45975G, 10 pulgadas, con valla Industrial de 50 "/table>

Lara, D. (2022, 3 de enero). ¿Cuál es la situación del plástico de un solo uso?. *Gestión*. <https://gestion.pe/blog/te-lo-cuento-facil/2022/01/cual-es-la-situacion-del-plastico-de-un-solo-uso.html/?ref=gesr>

Lima cómo vamos (2016). *Cómo vamos en demografía sexto informe de resultados sobre calidad de vida*. <http://www.limacomovamos.org/cm/wp-content/uploads/2016/07/Demografia2015final.pdf>

Mansilla Pérez, L., & Ruiz Ruiz, M. (2009). Reciclaje de botellas de PET para obtener fibra de poliéster. *Revista de Ingeniería Industrial*, 27, 123-137. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2009.n027>

Más del 99% de basura plástica que se genera en el país no se recicla. (2018, 07 de mayo). *La República*. <https://larepublica.pe/sociedad/1239008-99-basura-plastica-genera-pais-recicla/>

Matuana, L. M., & Stark, N. M. (2015). The use of wood fibers as reinforcements in composites. *Biofiber Reinforcements in Composite Materials*, 648–688. <https://doi.org/10.1533/9781782421276.5.648>

Meave, J., & Rivera, J. (2016). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de envases herméticos de polipropileno*. [Tesis de pregrado, Universidad de Lima]. Repositorio Institucional de la Universidad de Lima. <http://doi.org/10.26439/ulima.tesis/8400>

Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social. (2015). *Base para la participación de las MYPE, “Adquisición de módulos escolares de madera para instituciones educativas”*.

Ministerio de Educación. (2014). *Especificaciones Técnicas de mobiliario escolar para Programa Mi Carpeta*. <http://www.minedu.gob.pe/mantenimiento-locales-escolares/2014/xtras/download.php?link=EE.TT.PROGRAMA-MI-CARPETA.pdf>

Ministerio de Educación. (2018). *Tipología y caracterización de las escuelas privadas en el Perú*. <http://umc.minedu.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/EB03.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2018, 01 de mayo). *En el Perú solo se recicla el 1.9% del total de residuos sólidos reaprovechables*.*

<https://sinia.minam.gob.pe/novedades/peru-solo-se-recicla-19-total-residuos-solidos-reaprovechables>

Ministerio de la Producción. (s.f.). *Parques Industriales*.

http://www.dic.unitru.edu.pe/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=141&Itemid=4

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (s.f.). *Mapa Vial por Distritos (D.S. N° 011-2016-MTC)*. Recuperado el 5 de agosto de 2022, de

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/mapa-ruta-distrital.html

Nanjing Ebil Metal Products Co., LtdBCR (s. f.). *Customized super market racks medium duty shelf rack pallet racking warehouse storage estantes metalicos*,

Recuperado el 5 de agosto de 2022, de https://www.alibaba.com/product-detail/Customized-super-market-racks-medium-duty_1600336944510.html

Notifix. (2022, 20 de junio). *Importaciones peruanas de muebles de madera crecen 12% a abril 2022*.

<https://notifix.info/es/noticias-es/retail-distribucion/43011-importaciones-peruanas-de-muebles-de-madera-crecen-12-a-abril-2022>

OCEANA (s.f.). *Contaminación por plásticos ¿Un mar de plásticos?* Recuperado el 9

de setiembre de 2023, de <https://peru.oceana.org/campanas/contaminacion-por-plasticos/#:~:text=En%20Per%C3%BA%2C%20el%2010%25%20de,las%20cifras%20seguir%C3%A1n%20en%20aumento.>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *La*

Industria de la Madera en Perú. <http://www.fao.org/3/i8335es/I8335ES.pdf>

Organismo Supervisor de la Inversión de Energía y Minería. (s. f.). *Pliegos tarifarios al cliente final*. Recuperado el 7 de julio de 2020,

de <https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/regulacion-tarifaria/pliegos-tarifarios/electricidad/pliegos-tarifarios-cliente-final>

ORION (Guangzhou) Intelligent Equipment Co., Ltd. (s. f.). *Class A1 Fumigate Pine*

Wooden Shipping Pallet Product. Recuperado el 5 de agosto de 2022, de https://www.alibaba.com/product-detail/Class-A1-Fumigate-Pine-Wooden-Shipping_62022202843.html

Peru's furniture exports: USD million 2014-2019. (2020). Euromonitor. Recuperado el

21 de junio de 2020, de <https://www.euromonitor.com>

Peru's furniture imports: USD million 2014-2019. (2020). Euromonitor. Recuperado el

21 de junio de 2020, de <https://www.euromonitor.com>

Peru's furniture production: PEN million 2014-2019. (2020). Euromonitor. Recuperado

el 21 de junio de 2020, de <https://www.euromonitor.com>

Peru's furniture production per household: USD million 2019. (2020). Euromonitor.

Recuperado el 21 de junio de 2020, de <https://www.euromonitor.com>

- Perú será el país con mayor caída de PBI en Sudamérica este año, según BM. (08 de junio de 2020). *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/banco-mundial-peru-sera-el-pais-con-mayor-caida-de-pbi-en-sudamerica-este-ano-noticia/>
- PlasticsEurope. (2021). *Plásticos – Situación en 2020*. <https://plasticseurope.org/es/wp-content/uploads/sites/4/2021/11/ES-Plastics-the-facts-WEB-2020-May21-final-updatedJuly2021.pdf>
- Polanco, S. y Quispe, L. (2019). *Aprovechamiento de tereftalato de polietileno (PET) reciclado y residuo aserrín de madera para el desarrollo de un compuesto plástico-madera*. [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana Unión]. Repositorio Institucional de la Universidad Peruana Unión. https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/2080/Santa_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Prisco, U. (2014). Thermal conductivity of flat-pressed wood plastic composites at different temperatures and filler content. *Science and Engineering of Composite Materials*, 21(2). <https://doi.org/10.1515/secm-2013-0013>
- Provias Nacional. (s. f.). *Distancia entre ciudades*. <https://www.pvn.gob.pe/servicios/distancia-entre-ciudades/>
- Recytrans. (2013, 12 de septiembre). Reciclaje de madera. <https://www.recytrans.com/blog/reciclaje-de-madera/>
- Redacción Diario Correo. (2020, 31 de julio). ¿Cómo constituir una empresa? Seis pasos para lograrlo. *Diario Correo*. <https://diariocorreo.pe/economia/como-constituir-una-empresa-seis-pasos-para-lograrlo-empresa-peru-noticia/>
- Redacción RPP. (2020, 30 de enero). Perú solo recicla aún el 4 % de las 900.000 toneladas de plástico que desecha. *RPP Noticias*. <https://rpp.pe/peru/actualidad/peru-solo-recicla-aun-el-4-de-las-900000-toneladas-de-plastico-que-desecha-noticia-1242755>
- Redacción RPP. (2022, 23 de mayo). Representante de Unicef: "Hemos visto a niños escribiendo en el piso porque no tenían carpetas". *RPP*. <https://rpp.pe/peru/actualidad/representante-de-unicef-hemos-visto-a-ninos-escribiendo-en-el-piso-porque-no-tenian-carpetas-noticia-1406981?ref=rpp>
- Resolución Viceministerial N°164-2020-MINEDU, Norma Técnica “Criterios de diseño para mobiliario educativo de la Educación Básica Regular”. (2020, 2 de septiembre). <http://www.minedu.gob.pe/p/pdf/rvm-n-164-2020-minedu.pdf>
- Sánchez, J. (05 de abril de 2017). La industria plástica en el Perú. *Alerta Económica*. <https://alertaeconomica.com/la-industria-plastica-en-el-peru/>
- Shanghai Davey Machinery Co., Ltd. (s.f.). *2.2kw 240L/min 8bar libre de aceite desplazamiento compresor de aire*. Recuperado el 28 de septiembre de 2020, de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/2-2kw-240l-min-8bar-oil-free-scroll-air-compressor-60837494965.html>

- Shanghai Jianqiao Plastic Co., Ltd. (s.f.). *Polyethylene with maleic anhydride/MAH-g-PE/PE additive used to improve PE with fiberglass,talc,wood powder,aluminium,etc.* Recuperado el 4 de agosto de 2022, de https://www.alibaba.com/product-detail/Polyethylene-with-maleic-anhydride-MAH-g_60244267095.html
- Shanghai Tongchen Industrial Co., Ltd. (s. f.). *La prensa de taladro de Banco industrial de 1200W está equipada con posicionamiento láser.* Recuperado el 28 de septiembre de 2020, de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/1200w-industrial-bench-drill-press-is-equipped-with-laser-positioning-62185258370.html>
- Siwek, S., Oktaee, J., GrasseltGille, S. & André Wagenführ. (2018). Influence of different wood flour fractions on the mechanical properties of injection molded WPC with cellulose propionate [Influencia de diferentes fracciones de viruta de madera en las propiedades mecánicas de WPC de moldeo por inyección con propionato de celulosa]. *European Journal of Wood and Wood Products*, 76, 499-507. <https://doi.org/10.1007/s00107-017-1265-9>
- Solís-Molina, M., Martínez, S. A., De Mendoza, A., y Cabal Hincapie, R. (Diciembre, 2001). Elaboración de un producto a partir de plástico reciclado. *Informador Técnico*, 63, 35-43. <https://doi.org/10.23850/22565035.953>
- Suzhou Lesintor I/e Co., Ltd. (s.f.). *Fabricación de China de plástico Industrial deshumidificador hopper más seco directa de la fábrica de alta potencia de secador de tolva máquinas.* Recuperado el 5 de agosto de 2022, de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/china-manufacture-industrial-plastic-dehumidifier-hopper-drier-factory-direct-high-power-string-hopper-dryer-machines-1600073817428.html>
- Taixing Jichuan Hydraulic Machinery Co., Ltd. (s.f.). *Manual pallet stacker 3 ton hydraulic manual hand portable stacker forklift for sale china.* Recuperado el 28 de septiembre de 2020, de https://www.alibaba.com/product-detail/Manual-pallet-stacker-3-ton-hydraulic_60842386801.html
- Wholly (China) Marketing Co., Ltd. (s.f.). *Precio de fábrica molino de martillos para la harina.* Recuperado el 28 de septiembre de 2020, de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/factory-price-hammer-mill-for-flour-60106690906.html>
- Wilczyński, K. & Buziak, K. (2019). Simulation of single screw extrusion of wood plastic composites based on the on-line pressure measurement [Simulación de extrusión de un solo tornillo de WPC basada en la medición de presión en-línea]. *Polimery*, 64(2), 135-142. <https://doi.org/10.14314/polimery.2019.2.7>
- Xinxiang Dahan Vibrating Machinery Co., Ltd. (s.f.). *Rotating Sieve Vibrator Filter Sand Vibration Machine Separation Equipment.* Recuperado el 5 de agosto de 2022, de https://www.alibaba.com/product-detail/Rotating-Sieve-Vibrator-Filter-Sand-Vibration_62329737925.html

Xinxiang Techang Vibration Machinery Co., Ltd. (s.f.). *Transportador Alimentador de tornillo sinfín con tolva*. Recuperado el 28 de septiembre de 2020, de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/sawdust-incline-auger-screw-feeder-conveyor-machine-with-hopper-60797604913.html>

Yuyao Lvdao Plastic & Rubber Machinery Co., Ltd. (s. f.). *Alta calidad arandela de acero inoxidable para la venta*. Recuperado el 28 de septiembre de 2020, de <https://spanish.alibaba.com/product-detail/high-quality-stainless-steel-washer-for-sale-62015115016.html>

Zhangjiagang Camel Machinery Co., Ltd. (s.f.). *Máquina de fabricación de líneas de producción de cubiertas de perfiles, Wpc/WPVC, WPE, PP, máquina para hacer fibra de madera*. Recuperado el 5 de agosto de 2022, de <https://spanish.alibaba.com/p-detail/Wpc-60679162223.html>

Zhejiang Junkaishun Industrial & Trade Co., Ltd. (s.f.). *Báscula portátil de pesaje Industrial, 600Kg, Balanza*. Recuperado el 5 de agosto de 2022, de <https://spanish.alibaba.com/p-detail/600Kg-62455303965.html>



BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, G. A. y Aguilar, G. D. (2022). *Estudio de prefactibilidad para la fabricación y comercialización de escritorios ecológicos fácil de ensamblar elaborados con madera plástica* [Tesis de pregrado, Universidad de Lima]. Repositorio institucional de la Universidad de Lima.
https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/15797/Aguilar-Aguilar_Estudio-prefactibilidad-fabricacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- APEIM. (2019). *Niveles Socioeconómicos 2019*. <http://apeim.com.pe/wp-content/uploads/2019/12/NSE-2019-Web-Apeim-2.pdf>
- Banco Central de Reserva del Perú. (2018). *Guía metodológica de la nota semanal 2018*. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Guia-Methodologica/Guia-Methodologica-08.pdf>
- Banco Central de Reserva del Perú. (2019). *Guía metodológica de la nota semanal 2019*. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Guia-Methodologica/nota-semanal/Guia-Methodologica-08.pdf>
- Brafim Mecplast. (2015, 26 de octubre). *Embalajes muebles Brafim cantoneras y laterales synergy box* [Video]. Youtube.
https://www.youtube.com/watch?v=2Hj_qVfttoY&list=PL5CA4A195E231173B&index=2
- Brafim. (s.f.). *Embalaje para muebles*. <https://www.brafim.com/productos/embalajes-a-medida/embalajes-de-proteccion-en-general/muebles>
- Cabrera, N., Calle, C., Hermida, A. & Hermida, C. (2015). La densidad urbana como variable de análisis de la ciudad. El caso de Cuenca, Ecuador.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612015000400002>
- Carrión Muñoz, R. (1998). Ergonomía y Automatización de los procesos. *Industrial Data*, 1(1), 10. <https://doi.org/10.15381/idata.v1i1.6002>
- Clemons, C. M., & Caulfield, D. F. (2005). Wood Flour. En M. Xanthos (Ed.), *Functional Fillers for Plastics* (1ª. ed., pp. 249–270). Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. <https://doi.org/10.1002/3527605096.ch15>
- Compañía peruana de estudios de mercados y opinión pública. (abril de 2019). *Market Report. Perú: Población 2019*.
http://cpi.pe/images/upload/paginaweb/archivo/26/mr_poblacional_peru_201905.pdf
- Coronavirus: Perú, el país con mayor caída del PBI en América Latina. (2020, 30 de julio). *Diario as peru*.
https://peru.as.com/peru/2020/07/30/actualidad/1596121311_842027.html

- De la Vieja, A. (s. f.). Tres estrategias de precios: costes, valor y competencia. Miderest. <https://www.miderest.com/es/blog/2017/06/14/tres-estrategias-de-precios-costes-valor-y-competencia>
- Euromonitor Internacional. (2020). *Peru's wood and wood products production: PEN million 2014-2019*. Recuperado el 07 de mayo de 2020, de <https://www.euromonitor.com>
- Fernández Arribasplata, M. (2019, 15 de julio). Ingenieros PUCP transforman tapas de botellas plásticas y viruta en carpetas. *Andina*. <https://andina.pe/agencia/noticia-ingenieros-pucp-transforman-tapas-botellas-plasticas-y-viruta-carpetas-758677.aspx>
- Gamboa, G. (2020, 03 de septiembre). Economía peruana: ¿Cómo afecta la caída del PBI al bolsillo de los ciudadanos? *RPP Noticias*. <https://rpp.pe/economia/economia/economia-peruana-como-afecta-la-caida-del-pbi-al-bolsillo-de-los-ciudadanos-economia-familiar-noticia-1290433>
- Guangdong Qiangda New Materials Technology Co., Ltd. (s.f.). *High Density Polyethylene Raw Material Plastic Pellets HDPE Resin Granules with Blown Film Grade*. Recuperado el 5 de agosto de 2022, de https://www.alibaba.com/product-detail/Hdpe-High-Density-Polyethylene-Raw-Material_1600490407016.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.592638de3ItK4G&s=p
- Impulso a la economía. (abril de 2020). *El Peruano*. <http://www.elperuano.pe/noticia-impulso-a-economia-94664.aspx>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2010). *Clasificación Industrial Internacional Uniforme: de todas las actividades económicas Revisión 4*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0883/Libro.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e informática. (s. f.). Información Económica. <http://iinei.inei.gob.pe/iinei/siemweb/publico/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2020). *Perú Compendio Estadístico 2019*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1690/COMPENDIO2019.html
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Principales Resultados de la Encuesta Nacional a Instituciones Educativas de Nivel Inicial, Primaria y Secundaria, 2017*. <https://hdl.handle.net/20.500.12799/6384>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2019). *Principales Resultados de la Encuesta Nacional a Instituciones Educativas de Nivel Inicial, Primaria y Secundaria, 2018*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1684/libro.pdf

- Jiménez Ramos, A., Puertas Fernández, J., Gómez Sarduy, J., & Jiménez Santana, Y. (2019). Influencia de las propiedades de la materia prima en el desempeño del proceso de extrusión. *Ingeniería Energética*, 40(1), 73-80. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo;jsessionid=0DE0B9B37407C568865A4C934B14E769.dialnet02?codigo=6834477>
- Ley N.º 28976, Ley Marco de Licencia de Funcionamiento. (2007, 5 de febrero). <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1782179/Ley28976.pdf?v=1617750040>
- Li, M., & Wu, Z. H. (2013). The Properties of Wood-Plastics Composite (WPC) and its Application in Furniture [Las propiedades de WPC y sus aplicaciones en mobiliario]. *Advanced Materials Research*, 815, 605–609. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.815.605>
- Martín, S. (2020, 23 de abril). Perú: cuarentena acabaría con 1 millón de microempresas y dejaría 6 millones de desempleados. *Panam Post*. <https://es.panampost.com/sabrina-martin/2020/04/23/peru-cuarentena-acabara-700-mil-microempresas-y-dejara-6-millones-de-desempleados/>
- Matthewsa, S., Toghyan, A., Ollikainen, M., Tanninen, P., Leminen, V. & Varis, J. (2020). Effect of Stamping Clearance in Rapid CNC Punching of WPC Sheets. *Procedia Manufacturing*, 47, 51-54. 10.1016/j.promfg.2020.04.122
- Ministerio de Economía y Finanzas: Recuperación de la economía peruana es una realidad y crecerá 10% en 2021. (27 de agosto de 2020). *El Peruano*. <https://elperuano.pe/noticia-mef-recuperacion-de-economia-peruana-es-una-realidad-y-crecera-10-2021-video-101780.aspx>
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Sexto informe nacional de residuos sólidos de la gestión del ámbito municipal y no municipal 2013*. <https://redrrss.minam.gob.pe/material/20160328155703.pdf>
- Ministerio de Comercio Exterior y Turismo. (junio de 2018). *Reporte comercial de productos madera*. https://www.mincetur.gob.pe/wp-content/uploads/documentos/comercio_exterior/estadisticas_y_publicaciones/estadisticas/exportaciones/Reporte_Comercial_Productos_Forestales.pdf
- Ministerio de Educación. (s.f.). *Especificaciones técnicas de mobiliario escolar para programa Mi Carpeta*.
- Miñan, W. (2019, 12 de junio). Produce: Existen 19 parques industriales, pero ninguno opera todavía. *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/produce-existen-19-parques-industriales-ninguno-opera-todavia-269918-noticia/>
- Novacicla (2015). *Mobiliario urbano de plástico reciclado*. <http://novacicla.com/productos-de-plastico/muebles/>
- Notifix. (2017, 11 de septiembre). *Promart y Sodimac lideran la importación de muebles de madera a Perú*. <https://notifix.info/es/noticias-es/retail->

[distribucion/38269-promart-y-sodimac-lideran-la-importacion-de-muebles-de-madera-a-peru](#)

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2014). *Fiscalización Ambiental en Residuos Sólidos de gestión municipal provincial, Informe 2013-2014: Índice de cumplimiento de los municipios provinciales a nivel nacional.*

https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=13926

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *La industria de la madera en el Perú.* <http://www.fao.org/3/I8335ES/i8335es.pdf>

Packsys. (s.f.). *La mejor manera de empacar un mueble*

<http://www.packsys.com/blog/la-mejor-manera-de-empacar-un-mueble/>

Perú realizó emisión exitosa de bonos por US\$ 3,000 millones en el mercado internacional. (2020, 16 de abril). *El Peruano.* <https://elperuano.pe/noticia-peru-realizo-emision-exitosa-bonos-3000-millones-el-mercado-internacional-94521.aspx>

Perú Retail. (2019, 07 de mayo). *58% de hogares peruanos compran muebles en supermercados.* <https://www.peru-retail.com/peru-compra-prendas-vestir-mercados-minoristas/>

Perú Retail. (2020, 17 de abril). *Perú: Los retailers reinventarán sus procesos de gestión post cuarentena.* <https://www.peru-retail.com/peru-los-retailers-reinventaran-sus-procesos-de-gestion-post-cuarentena/>

Prialé, J. (2020, 14 de abril). FMI estima que economía peruana caería 4.5% en 2020 pero rebotaría a crecer 5.2% en 2021. *Gestión.* <https://gestion.pe/economia/fmi-estima-que-economia-peruana-caeria-45-en-2020-pero-rebotaria-a-crecer-52-en-2021-noticia/>

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. (2016). *Anuario forestal 2015.*

Sociedad Nacional de Industrias. (2019). *Reporte Sectorial N° 04 - 2019.*

http://www.sni.org.pe/wp-content/uploads/2019/07/Reporte-Sectorial-PI%C3%A1sticos_2019.pdf

Superintendencia de Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria. (2006).

INFORME N° 196-2006-SUNAT/2B0000. <http://www.sunat.gob.pe/legislacion/oficios/2006/oficios/i1962006.htm>

Trigoso, M. (2012, 15 de junio). Melamina desplaza a madera en muebles de oficina y hogar. *Gestión.* <https://gestion.pe/impresam/melamina-desplaza-madera-muebles-oficina-hogar-13388-noticia/>

Thompson, I. (s. f.). Estrategias de Precios. Promonegocios.

<https://www.promonegocios.net/precio/estrategias-precios.html>

Vega, G. (2010). Estudio de Viabilidad de Planta Productora de Flakes de PET [Tesis de maestría, Universidad Empresarial Siglo 21]. Repositorio Institucional de la

Universidad Empresarial Siglo 21.
<https://repositorio.uesiglo21.edu.ar/handle/ues21/11895>

Zhou, Y., Stanchev, P., Katsou, E., Awad, S., & Fan, M. (2019). A circular economy use of recovered sludge cellulose in wood plastic composite production: Recycling and eco-efficiency assessment. *Waste Management*, 99, 42–48.
<https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.08.037>

Zurita, M. (2019, 30 de noviembre). Botellas de plástico: ¿Qué frena la inversión en el reciclaje? *El Comercio*. <https://elcomercio.pe/economia/dia-1/bebidas-botellas-de-plastico-que-frena-la-inversion-en-el-reciclaje-economia-circular-plastico-noticia/?ref=ecr>

Werner, A. (2020, 26 de junio). FMI revisa “marcadamente a la baja” PBI de Perú en el 2020: -13.9%. *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/fmi-revisa-sustancialmente-a-la-baja-pbi-de-peru-en-el-2020-14-noticia/?ref=gesr>





ANEXOS

Anexo 1: Cuestionario

Saludos, somos bachilleres de la Universidad de Lima y nos encontramos recolectando información para nuestra tesis. La presente entrevista pretende medir el interés de las instituciones educativas en carpetas unipersonales elaboradas a partir de plástico y madera reciclados. Este proyecto tiene como objetivo aminorar la crisis que actualmente vive la infraestructura educativa a su vez minimizando el impacto de los residuos sólidos, por eso le solicitamos su apoyo respondiendo las siguientes preguntas. Agradecemos de antemano su tiempo.

*¿Pertenece usted a una escuela pública o privada?

*¿Pertenece usted a una escuela que ofrece los servicios de primaria, secundaria o ambos?

¿Cuál cree que fue el mayor efecto que tuvo la pandemia sobre la educación en las escuelas?

¿Al día de hoy, los alumnos matriculados son más, menos o igual cantidad en comparación a la época prepandemia?

¿En general, siente que se incrementaron los costos? ¿o diría lo contrario?

Recientemente, la representante de Unicef en Perú, Ana de Mendoza (2022) señaló que: “Hay un déficit de infraestructura muy grave, que lleva arrastrándose muchísimas décadas. El Minedu calcula que hace falta 111 mil millones de soles para poner al día a las escuelas, 7 de cada 10 no están en las condiciones que deben estar.” Tomando en cuenta esta información es que deseamos inquirir en las siguientes preguntas.

¿Es usted parte del personal que toma decisiones respecto a la adquisición de mobiliario escolar?

¿Qué aspectos considera como los más relevantes al momento de seleccionar un mueble para el salón de clases? ¿Durabilidad, resistencia, diseño, material o algún otro?

Y en el caso de las carpetas, ¿tiene el mismo criterio?

¿Las carpetas las adquieren junto a su silla correspondiente o por separado?

¿Cada cuánto tiempo se compran nuevas carpetas? ¿Se renueva el 100% de ellas o se utiliza algún otro criterio? (Por salones, por grados, solo desgastadas, solo viejas, etc.)

Y aproximadamente, en promedio ¿cuánto es lo que normalmente se paga por unidad?

El producto ofrecido consiste en un juego de carpeta y silla unipersonales elaborados a partir de un compuesto de polietileno de alta densidad (HDPE) y viruta de madera. Lo que trae como beneficios la adquisición de las propiedades mecánicas de ambos materiales y la reducción de la huella de carbono.

Considerando lo detallado, ¿usted estaría dispuesto a comprarlo?

En una escala del 1 al 10, en donde 1 es “definitivamente no lo compraría” y 10 es “definitivamente lo compraría”, ¿qué tan probable es que adquiera este producto?

En el caso que el juego de carpeta y silla tuviera un precio de S/206,50, ¿lo compraría?

Tomando en cuenta la misma escala anterior, ¿cuál es la probabilidad de que lo adquiera?

Muchas gracias por su colaboración.

Mobiliario escolar

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%	18%	2%	%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	14%
2	repositorio.ulima.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	doi.org Fuente de Internet	1%
4	Marco Paul E. Apolinario, Daniel A. Urcia Paredes, Samuel G. Huaman Bustamante. "Open Set Recognition of Timber Species Using Deep Learning for Embedded Systems", IEEE Latin America Transactions, 2019 Publicación	<1%
5	"Indicadores, criterios, herramientas y modelos (con excel), utilizados en la evaluación de inversiones", Universidad Catolica de Pereira, 2012 Publicación	<1%
6	"Proceedings of the 20th Congress of the International Ergonomics Association (IEA 2018)", Springer Nature America, Inc, 2019	<1%