

Universidad de Lima

Facultad de Ingeniería y Arquitectura

Carrera de Ingeniería Industrial



ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE ENVASES DE PLÁSTICO BIODEGRADABLES A PARTIR DE ÁCIDO POLILÁCTICO (PLA)

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Yubel Adriano Cueva Collado

Código 20140378

Stephani Nathali Noriega Beltrán

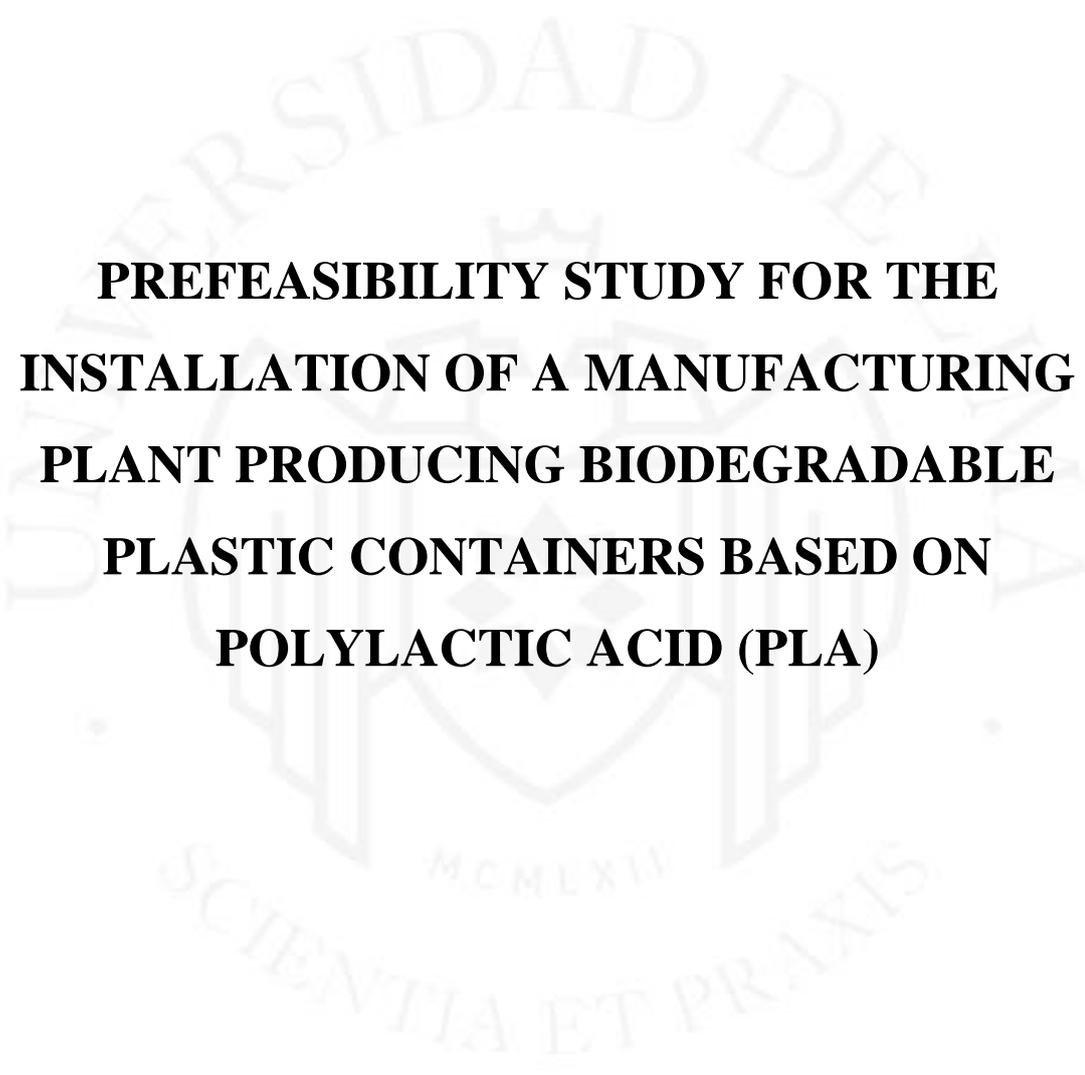
Código 20140914

Asesor

Jorge Antonio Corzo Chávez

Lima – Perú

Agosto del 2021



**PREFEASIBILITY STUDY FOR THE
INSTALLATION OF A MANUFACTURING
PLANT PRODUCING BIODEGRADABLE
PLASTIC CONTAINERS BASED ON
POLYLACTIC ACID (PLA)**

TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xix
ÍNDICE DE ANEXOS	xxi
RESUMEN	xxii
ABSTRACT	xxiii
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
1.3.1. Unidad de análisis.....	3
1.3.2. Población.....	3
1.3.3. Espacio.....	3
1.3.4. Tiempo.....	3
1.3.5. Limitaciones.....	4
1.4. Justificación del tema.....	4
1.4.1. Justificación técnica.....	4
1.4.2. Justificación económica.....	5
1.4.3. Justificación social.....	5
1.5. Hipótesis de trabajo	5
1.6. Marco referencial	5

1.7. Marco conceptual.....	10
CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO	12
2.1. Aspectos generales del estudio de mercado.....	12
2.1.1. Definición comercial del producto	12
2.1.2. Principales características del producto	14
2.1.3. Determinación del área geográfica del estudio de mercado	15
2.1.4. Análisis del sector industrial (cinco fuerzas de Porter)	16
2.1.5. Modelo de negocios (Canvas).....	20
2.2. Metodología a emplear en la investigación de mercado	22
2.2.1. Método.....	22
2.2.2. Técnica e instrumento	22
2.2.3. Recopilación de datos	22
2.3. Demanda potencial	23
2.3.1. Patrones de consumo	23
2.3.2. Determinación de la demanda potencial	24
2.4. Demanda del mercado	24
2.4.1. Demanda histórica	24
2.4.2. Producción	24
2.4.3. Importaciones y exportaciones	26
2.4.4. Demanda Interna Aparente (DIA)	28
2.4.5. Proyección de la demanda	29
2.4.6. Definición del mercado objetivo.....	30
2.4.7. Diseño y aplicación de encuestas (muestreo de mercado).....	30
2.4.8. Resultados de la encuesta	31
2.4.9. Determinación de la demanda del proyecto.....	33
2.5. Análisis de la oferta	34

2.5.1. Empresas productoras, importadoras y comercializadoras	34
2.5.2. Participación de mercado de los competidores actuales	41
2.6. Definición de la estrategia de comercialización	44
2.6.1. Políticas de comercialización y distribución	44
2.6.2. Publicidad y promoción	45
2.6.3. Análisis de precios	46
CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA.....	51
3.1. Identificación y análisis detallado de los factores de localización	51
3.1.1. Cercanía a puertos.....	51
3.1.2. Cercanía a mercado.....	51
3.1.3. Costo de terreno	52
3.1.4. Disponibilidad de mano de obra	53
3.1.5. Costo de agua.....	53
3.1.6. Facilidad de acceso	54
3.1.7. Indicador de inseguridad.....	54
3.1.8. Costo de energía eléctrica	54
3.2. Identificación y descripción de las alternativas de localización	55
3.3. Determinación del modelo de evaluación a emplear	55
3.4. Evaluación y selección de localización	56
3.4.1. Evaluación y selección de la macro localización.....	56
3.4.2. Evaluación y selección de la micro localización	62
CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA.....	67
4.1. Relación tamaño-mercado	67
4.2. Relación tamaño-recursos productivos	67
4.3. Relación tamaño-tecnología	68
4.4. Relación tamaño-punto de equilibrio.....	68

4.5. Selección del tamaño de planta.....	69
CAPÍTULO V:INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	71
5.1. Definición técnica del producto	71
5.1.1. Especificaciones técnicas, composición y diseño del producto.....	72
5.1.2. Marco regulatorio para el producto	79
5.2. Tecnologías existentes y procesos de producción	81
5.2.1. Naturaleza de la tecnología requerida.....	81
5.2.2. Proceso de producción	82
5.3. Características de las instalaciones y equipos.....	90
5.3.1. Selección de la maquinaria y equipos.....	90
5.3.2. Especificaciones de la maquinaria.....	91
5.4. Capacidad instalada	94
5.4.1. Cálculo detallado del número de máquinas y operarios requeridos	94
5.4.2. Cálculo de la capacidad instalada	97
5.5. Resguardo de la calidad del producto	98
5.5.1. Plan de calidad	98
5.5.2. Calidad de la materia prima y de los insumos	98
5.5.3. Calidad en el proceso	103
5.5.4. Calidad del producto.....	104
5.5.5. Calidad sobre el cliente.....	105
5.6. Estudio de Impacto Ambiental	105
5.7. Seguridad y Salud ocupacional.....	109
5.8. Sistema de mantenimiento	117
5.9. Diseño de la cadena de suministro.....	118
5.10. Programa de producción	119
5.10.1. Consideraciones sobre la vida útil sobre el proyecto.....	119

5.10.2. Factores para la programación de la producción	120
5.10.3. Programa de producción	121
5.10.4. Porcentaje de utilización de la capacidad instalada y cálculo del número de turnos.....	122
5.11. Requerimiento de insumos, servicios y personal indirecto.....	123
5.11.1. Materia prima, insumos y otros materiales	123
5.11.2. Servicios: energía eléctrica y agua.....	127
5.11.3. Determinación del número de trabajadores indirectos	133
5.11.4. Servicios de terceros	133
5.12. Disposición de planta.....	134
5.12.1. Características físicas del proyecto.....	134
5.12.2. Determinación de las zonas físicas requeridas	136
5.12.3. Cálculo de áreas para cada zona	138
5.12.4. Dispositivos de seguridad industrial y señalización	154
5.12.5. Disposición de detalle de la zona productiva.....	158
5.12.6. Disposición general.....	162
5.13. Cronograma de implementación del proyecto	164
CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN	166
6.1. Formación de la organización empresarial	166
6.2. Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios, y funciones generales de los principales puestos	167
6.3. Esquema de la estructura organizacional.....	169
CAPÍTULO VII: ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS.....	170
7.1. Inversiones	170
7.1.1. Estimación de las inversiones de largo plazo (tangibles e intangibles).....	170
7.1.2. Estimación de las inversiones de corto plazo (Capital de trabajo)	175

7.2. Costos de producción.....	179
7.2.1. Costos de la materia prima.....	179
7.2.2. Costo de la mano de obra.....	182
7.2.3. Costo indirecto de fabricación	185
7.3. Presupuesto Operativo	194
7.3.1. Presupuesto de ingreso por ventas	194
7.3.2. Presupuesto operativo de costos	197
7.3.3. Presupuesto operativo de gastos	197
7.4. Presupuestos financieros.....	203
7.4.1. Presupuesto de servicio de deuda	203
7.4.2. Presupuesto de estado de resultados	203
7.4.3. Presupuesto de Estado de Situación Financiera.....	206
7.4.4. Flujo de fondos netos	206
7.5. Evaluación económica y financiera	208
7.5.1. Cálculo del costo de oportunidad del inversionista (COK)	208
7.5.2. Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR.....	210
7.5.3. Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR.....	210
7.5.4. Análisis de ratios (liquidez, solvencia, rentabilidad) e indicadores económicos y financieros del proyecto.....	210
7.5.5. Análisis de sensibilidad del proyecto.....	212
CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO	216
8.1. Indicadores Sociales	216
8.2. Interpretación de indicadores Sociales	218
CONCLUSIONES	219
RECOMENDACIONES	221
REFERENCIAS.....	222

BIBLIOGRAFÍA	232
ANEXOS.....	2352



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Cálculo de la demanda potencial.....	24
Tabla 2.2 Consumo de materia prima en la industria plástica en Perú (2008-2018).....	25
Tabla 2.3 Producción estimada de envases de plástico PET sustitutos (2008-2018).....	26
Tabla 2.4 Importaciones y exportaciones de envases de plástico (2008-2018).....	27
Tabla 2.5 Top 10: Países con mayor cantidad de importaciones, según subpartida 3923.10.90.00, al 2018.....	27
Tabla 2.6 Top 10 destinos de exportación, según partida arancelaria 3923.10.90.00, al 2018	28
Tabla 2.7 Demanda Interna Aparente (2008-2018) en kilogramos	28
Tabla 2.8 Análisis de regresión.....	29
Tabla 2.9 Demanda Interna Aparente proyectada en kilogramos.....	30
Tabla 2.10 Criterios de segmentación.....	30
Tabla 2.11 Determinación del tamaño de muestra	31
Tabla 2.12 Cálculo de la intensidad.....	32
Tabla 2.13 Factor de segmentación	34
Tabla 2.14 Demanda del proyecto	34
Tabla 2.15 Importaciones, por empresa (2016)	39
Tabla 2.16 Participación de mercado de los competidores actuales (2017)	42
Tabla 2.17 Precios de envases biodegradables a base de PLA ofrecidos por sitios web (2018).....	47
Tabla 2.18 Precio unitario promedio de envases biodegradables a base de PLA, según dimensiones	48
Tabla 2.19 Precios de envases tipo clamshell a base de resina PET en Perú (2018).....	48

Tabla 2.20 Determinación del precio final unitario del producto del estudio preliminar	50
Tabla 3.1 Escala de calificación de cercanía a puertos para macro localización.....	51
Tabla 3.2 Escala de calificación del factor de cercanía de mercado meta para macro localización	52
Tabla 3.3 Escala de calificación del factor de costo de terreno para macro localización	52
Tabla 3.4 Escala de calificación del factor de disponibilidad de mano de obra para macro localización	53
Tabla 3.5 Escala de calificación del factor de costo de agua para macro localización ..	53
Tabla 3.6 Escala de calificación del factor de costo de energía eléctrica para macro localización	55
Tabla 3.7 Cercanía a puertos para macro localización	56
Tabla 3.8 Distancia al mercado objetivo para macro localización	57
Tabla 3.9 Costo de terreno para macro localización.....	57
Tabla 3.10 Disponibilidad de PEA Desocupada para macro localización	57
Tabla 3.11 Estructura tarifaria por los servicios de agua potable y alcantarillado- SEDAPAL S.A.	58
Tabla 3.12 Estructura tarifaria para las localidades de Trujillo, La Esperanza, Florencia de Mora, El Porvenir, Víctor Larco, Huanchaco y Salaverry	58
Tabla 3.13 Estructura tarifaria para las localidades de Chepén, Puerto Malabrigo, Paiján, Moche, Chocope y Pacanguilla	59
Tabla 3.14 Estructura Tarifaria Vigente–Localidades: Arequipa Metropolitana, La Joya, Camaná, Mollendo, Matarani, Mejía, La Curva, El Arenal, Cocachacra y Punta de Bombón.....	59
Tabla 3.15 Estructura Tarifaria Vigente–Localidades: Aplao, Atico, Yauca, Chala, Caravelí, Chivay y El Pedregal	60
Tabla 3.16 Estructura Tarifaria Vigente–Localidades: Cotahuasi y Chuquibamba	60

Tabla 3.17 Costo por energía eléctrica	61
Tabla 3.18 Matriz de enfrentamiento para los factores de macro localización	61
Tabla 3.19 Ranking de factores entre las alternativas de macro localización	62
Tabla 3.20 Matriz de enfrentamiento para los factores de micro localización	63
Tabla 3.21 Evaluación de los factores de micro localización, según alternativa.....	64
Tabla 3.22 Escalas de calificación para los factores de micro localización	65
Tabla 3.23 Ranking de factores entre las alternativas de micro localización	66
Tabla 4.1 Relación tamaño-mercado	67
Tabla 4.2 Relación tamaño-tecnología	68
Tabla 4.3 Cálculo de la relación tamaño - punto de equilibrio.....	69
Tabla 4.4 Selección de tamaño de planta.....	70
Tabla 5.1 Propiedades físicas y mecánicas típicas de la resina Ingeo 2003D	72
Tabla 5.2 Cuadro de especificaciones técnicas del producto.....	73
Tabla 5.3 Composición del producto final y requerimientos de materia prima.	76
Tabla 5.4 Cálculos para definir las medidas de la caja.....	77
Tabla 5.5 Especificaciones y dimensiones de la maquinaria y equipo.....	91
Tabla 5.6 Cálculo de la cantidad de máquinas.....	95
Tabla 5.7 Cantidad de operarios	96
Tabla 5.8 Capacidad instalada	97
Tabla 5.9 Calidad de la materia prima - Balanza industrial.....	99
Tabla 5.10 Calidad en la materia prima - Deshumidificador de aire	100
Tabla 5.11 Calidad en la materia prima - Analizador de humedad de resinas.....	101
Tabla 5.12 Regulaciones aprobadas para la Resina Ingeo 2003D PLA	102
Tabla 5.13 Relación de documentos expedidos por NatureWorks LLC. a ser usados como guía para el control del proceso.	103

Tabla 5.14 Calidad del producto - Medios de control e instrumentos para especificaciones técnicas	104
Tabla 5.15 Diagrama de caracterización de aspectos e impactos ambientales	106
Tabla 5.16 Análisis preliminar de riesgos	111
Tabla 5.17 Mantenimiento preventivo para cada máquina.....	117
Tabla 5.18 Plan de demanda del proyecto	120
Tabla 5.19 Criterios principales para la política de inventarios	120
Tabla 5.20 Inventarios finales.....	121
Tabla 5.21 Inventario promedio.....	121
Tabla 5.22 Programación de la producción	121
Tabla 5.23 Porcentaje de utilización de la capacidad instalada	122
Tabla 5.24 Cálculo de turnos reales a trabajar por día.....	122
Tabla 5.25 Requerimiento de M.P. e insumos para cajas de 50 envases de PLA	123
Tabla 5.26 Información para el cálculo de cinta requerida para una caja de 50 unidades de PLA	124
Tabla 5.27 Plan de Necesidades brutas de material, por año (NB)	124
Tabla 5.28 Cálculo de Necesidades netas de material (NN) – Datos calculados	125
Tabla 5.29 Cálculo de Necesidades netas de material (NN) – Supuestos válidos.....	126
Tabla 5.30 Cálculo de Necesidades netas de material (NN) – Lote óptimo (Q)	126
Tabla 5.31 Cálculo de Necesidades netas de material (NN) – Stock de seguridad (SS)	127
Tabla 5.32 Cálculo de Necesidades netas de material (NN) – Necesidades netas (NN)	127
Tabla 5.33 Cantidad de horas al año para la maquinaria y planta	128
Tabla 5.34 Detalle de cada turno	128
Tabla 5.35 Cantidad de trabajadores de planta y administrativos	128

Tabla 5.36 Consumo de energía eléctrica de maquinaria en hora punta y fuera de punta	129
Tabla 5.37 Consumo anual de energía eléctrica (fuera de hora punta) de trabajadores por turno.....	130
Tabla 5.38 Consumo anual de energía eléctrica en hora punta) de trabajadores por turno	131
Tabla 5.39 Consumo total de energía eléctrica por año (administrativo).....	131
Tabla 5.40 Consumo total de energía eléctrica por año (planta)	132
Tabla 5.41 Consumo total de energía eléctrica por año (administrativo y de planta) ..	132
Tabla 5.42 Consumo anual de agua	133
Tabla 5.43 Cantidad de trabajadores indirectos.....	133
Tabla 5.44 Trabajadores tercerizados	134
Tabla 5.45 Características físicas del proyecto.....	135
Tabla 5.46 Detalle de personal de oficina del área administrativa	136
Tabla 5.47 Requerimiento de insumos para diseño de almacén de M.P. e insumos	138
Tabla 5.48 Almacén de M.P. - Transpaleta eléctrica CAT.....	140
Tabla 5.49 Requerimiento de P.T. a almacenar para diseño del almacén de P.T.....	144
Tabla 5.50 Método de Guerchet - Análisis de elementos estáticos	148
Tabla 5.51 Método de Guerchet - Análisis de elementos móviles	149
Tabla 5.52 Cálculo del coeficiente de evolución K.	149
Tabla 5.53 Área para cada oficina administrativa	150
Tabla 5.54 Especificaciones de OSHA para los servicios higiénicos.....	151
Tabla 5.55 Cantidad de trabajadores dedicados a la producción, almacenes, área de calidad, mantenimiento, vigilancia y limpieza del área de producción	151
Tabla 5.56 Determinación del área de comedor	152
Tabla 5.57 Determinación de cantidad de duchas	153
Tabla 5.58 Determinación de área de vestuarios	153

Tabla 5.59 Área por zona.....	153
Tabla 5.60 Señalización industrial - Equipos contra incendios	155
Tabla 5.61 Señalización industrial - Señales de prohibición	155
Tabla 5.62 Señalización industrial - Señales de obligación.....	156
Tabla 5.63 Señalización industrial - Señales de advertencia/Riesgos	157
Tabla 5.64 Tabla relacional de actividades - Valores de proximidad y lista de motivos	158
Tabla 5.65 Tabla de símbolos de actividades	159
Tabla 5.66 Tabla relacional de actividades.....	160
Tabla 5.67 Diagrama relacional de actividades - Tabla de pares ordenados según valor de proximidad	161
Tabla 5.68 Cronograma de implementación del proyecto.....	165
Tabla 7.1 Inversión de maquinaria y equipo (S/.).....	171
Tabla 7.2 Inversión en Terreno y Edificaciones (S/.).....	172
Tabla 7.3 Inversión en Muebles y enseres (S/.).....	173
Tabla 7.4 Inversión de intangibles, sin interés preoperativo (S/.)	173
Tabla 7.5 Cálculo de costos de puesta en marcha, y gastos de selección, entrenamiento y capacitación (S/.)	174
Tabla 7.6 Entidades financieras, líneas y tasas de interés (Relación tamaño-inversión)	175
Tabla 7.7 Estimación de Capital de trabajo, en miles de soles (S/.).....	176
Tabla 7.8 Saldo final de Capital de trabajo, en miles de soles (S/.)	177
Tabla 7.9 Inversión total sin IPO (S/.)	178
Tabla 7.10. Cálculo de IPO y montos de financiamiento por banco y aporte propio..	179
Tabla 7.11. Inversión total (S/.)	179
Tabla 7.12 Costo de producción de material directo, en soles (S/.)	180
Tabla 7.13 Costo de ventas de material directo, en soles (S/.)	181

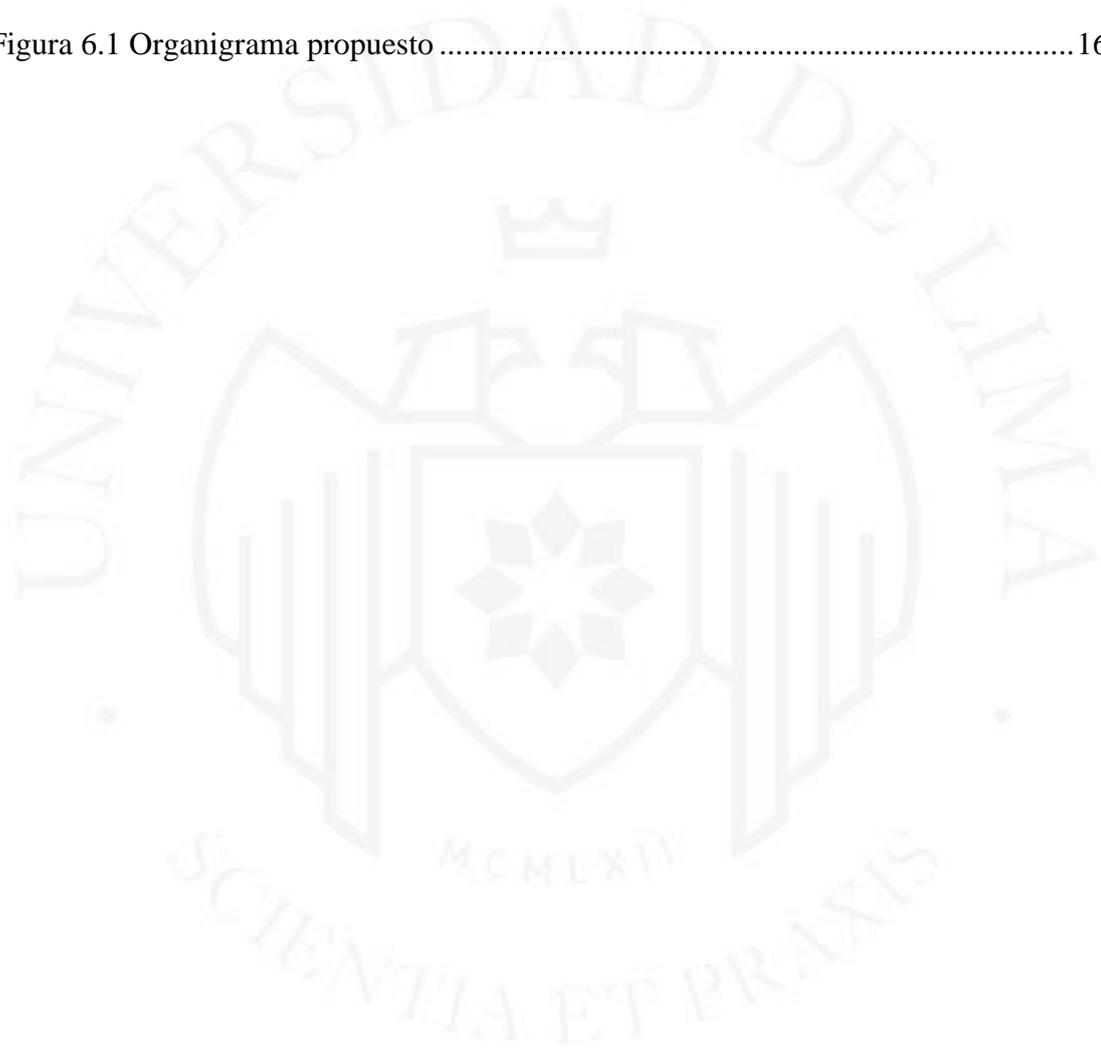
Tabla 7.14. Sueldos de trabajadores del primer turno (S/)	183
Tabla 7.15 Sueldos de trabajadores del segundo y tercer turno (S/)	184
Tabla 7.16. Conceptos asociados a los tipos de costos y gastos	185
Tabla 7.17 Remuneración total anual (S/)	185
Tabla 7.18 Tarifa eléctrica	186
Tabla 7.19 Costos de energía eléctrica de administración (S/)	186
Tabla 7.20. Costos de energía eléctrica de planta (S/)	186
Tabla 7.21 Costo total de energía eléctrica (planta y oficinas) en soles	188
Tabla 7.22 Estructura tarifaria de consumo de agua de categoría Industrial de SEDAPAL	189
Tabla 7.23 Cantidad de trabajadores de planta y administrativos	189
Tabla 7.24 Costo por consumo de agua (administración) en soles	190
Tabla 7.25 Costo por consumo de agua (planta) en soles	190
Tabla 7.26 Costo total de consumo de agua (S/)	190
Tabla 7.27 Depreciación de activos tangibles (fabril y no fabril) detallado (S/)	191
Tabla 7.28 Costo de producción (consolidado, S/)	192
Tabla 7.29 Gastos administrativos (consolidado, S/)	193
Tabla 7.30 Presupuesto de ingreso por ventas (S/)	194
Tabla 7.31 Presupuesto operativo de depreciaciones (S/)	196
Tabla 7.32 Presupuesto operativo de costo de ventas (S/)	197
Tabla 7.33 Presupuesto operativo de gastos de operación (S/)	198
Tabla 7.34 Precio unitario por tipo de merchandising (S/)	198
Tabla 7.35 Gasto anual de merchandising (S/)	199
Tabla 7.36 Presupuesto total de marketing digital en Facebook (S/)	200
Tabla 7.37 Gasto total por compra de estantes (S/)	200
Tabla 7.38 Cantidad de cajas de producto terminado a enviar a cada departamento	201

Tabla 7.39 Gasto logístico total por año (S/)	201
Tabla 7.40 Cantidad de residuos no peligrosos en toneladas	202
Tabla 7.41 Gastos anuales por tratamiento de residuos (S/)	202
Tabla 7.42 Presupuesto de servicio de deuda (S/)	203
Tabla 7.43 Presupuesto de Estado de Resultados Financiero, en soles (S/)	204
Tabla 7.44 Presupuesto de Estado de Resultados Económico, en soles (S/)	205
Tabla 7.45 Presupuesto de Estado de Situación Financiera (S/)	206
Tabla 7.46 Flujo de fondos económicos (S/)	207
Tabla 7.47 Flujo de fondos financieros (S/)	208
Tabla 7.48 Valores para el cálculo del COK	209
Tabla 7.49 Cálculo de coeficiente Beta	209
Tabla 7.50 Indicadores de evaluación económica (S/)	210
Tabla 7.51 Indicadores de evaluación financiera (S/)	210
Tabla 8.52 Ratios financieros (EE.FF.) proyectados a cierre del 2019	211
Tabla 7.53 Análisis de sensibilidad – Escenario 1	213
Tabla 7.54 Análisis de sensibilidad del proyecto – Escenario 2	213
Tabla 7.55 Análisis de sensibilidad – Escenario 3	214
Tabla 8.1. Cálculo de CPPC (S/)	217
Tabla 8.2 Cálculo de Valor Agregado (S/)	217
Tabla 8.3 Cálculo de densidad e intensidad de capital (S/)	217

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Modelo Canvas.....	21
Figura 2.2 América Latina: Consumo per cápita anual de plásticos (Kg/hab.....	23
Figura 2.3 Envases Clamshell ofrecidos por San Miguel Industrias Pet S.A.....	35
Figura 2.4 Productos ofrecidos por Industrias San Gabriel S.A.....	36
Figura 2.5 Envases Clamshell producidos y comercializados por Pamolsa.....	37
Figura 2.6 Uso de envases clamshell en “El Pedregal S.A.”.....	38
Figura 2.7 Envases Clamshell a base de PLA vendidos a través de LetsGoGreen.biz ..	41
Figura 5.1 Presentación de un envase tipo clamshell	71
Figura 5.2 Diseño de envase con medidas	77
Figura 5.3 Diseño de caja que contiene 50 envases.....	78
Figura 5.4 Diseño del logo del producto.....	78
Figura 5.5 Rotulado de la parte superior de la caja de 50 unidades	79
Figura 5.6 Funcionamiento de una máquina Resin Dryer por desecación con material adsorbente.	84
Figura 5.7 Esquema de funcionamiento de una extrusora genérica.	85
Figura 5.8 Proceso gráfico de termoformado y cortado.	87
Figura 5.9 D.O.P para la producción de envases de plástico biodegradable a base de PLA.....	88
Figura 5.10 Balance de materia considerando la demanda del proyecto anual	89
Figura 5.11 Diseño de la cadena de suministro	119
Figura 5.12 Gozinto para caja de envases de plástico a base de PLA	123
Figura 5.13 Almacenamiento de cajas de 1 ton. de resina Ingeo 2003D PLA	139
Figura 5.14 Diseño del almacén de M.P. e insumos (Sección Resina).....	141

Figura 5.15 Diseño del almacén de M.P. e insumos (Completo)	143
Figura 5.16 Vista (lado A) de una parihuela cargada de cajas de P.T.	145
Figura 5.17 Diseño del almacén de P.T.	146
Figura 5.18 Diagrama relacional de actividades - Inicial	161
Figura 5.19 Diagrama relacional de actividades - Reordenado	162
Figura 5.20 Disposición general de la planta.....	163
Figura 6.1 Organigrama propuesto	169



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Estructura de la encuesta realizada.....	235
---	-----



RESUMEN

En el presente estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de envases de plástico biodegradable a base de ácido poliláctico, se plantea evaluar la viabilidad técnica, económica, financiera y social del proyecto. El mercado objetivo está compuesto por empresas con actividades de servicios de comidas y bebidas en el Perú, y que se preocupan por el medio ambiente. El precio unitario es de 0,95 soles por envase, los cuales se venden en cajas de 50 unidades. Asimismo, se determinó la demanda del proyecto, la cual para el 2 023 es de 106 779 cajas, de 50 envases cada una.

Respecto a la localización de la planta, empleando el método ranking de factores, se optó por Lima como alternativa de macro localización, y a Villa El Salvador, como el distrito de micro localización, dado principalmente a la cercanía al puerto y al mercado.

Por otro lado, el tamaño de planta se determinó para el proyecto con 5 338 901 envases/año, determinado por la relación tamaño-mercado del último año. Asimismo, la capacidad instalada de la planta se configuró en 186 897,05 kg. de envases al año, propio del proceso de secado, cuello de botella de la producción. El programa de producción será de 107 000 cajas al año, al 2 023, haciendo que la utilización de planta para el último año sea de 85,88%, lo cual resulta en trabajar dos turnos los dos primeros años; y tres turnos, los años restantes.

En lo referente a la evaluación económica y financiera del proyecto, se determinó que se requiere una inversión total de S/ 4 013 536,39, la cual será financiada en un 80% a una tasa de 15,39%. Además, se cuenta con un VAN de S/ 1 228 771,83, y un TIR de 49,73%, además de un COK de 20,93%.

Palabras clave: empaques de plástico, ácido poliláctico, biodegradable, manufactura de plásticos, empaquetado de alimentos.

ABSTRACT

The present study evaluates the pre-feasibility for the installation of a manufacturing plant producing biodegradable plastic containers based on polylactic acid (PLA), evaluating the technical, economic, financial, and social feasibility of the project. Through a market study, it was determined that our target market is composed of companies with food service activities in Peru that have an environment-friendly mindset. The unit selling price is 0,95 soles per container, sold in packages of 50 units. The demand for the project was calculated at 106 779 packages of 50 containers each, by the final year of the project.

After evaluating and ranking pertinent factors, the chosen alternative for the location of the plant was Villa El Salvador, Lima, mainly given its proximity to the market and the port terminal on the coast.

Regarding the plant's size, it was determined at 5 338 901 containers per year, configured by the market-size relationship of the final year of the project. The installed capacity of the manufacturing plant was determined at 186 897,05 kg. of containers per year, determined by the drying stage of the whole manufacturing process, which is also the bottleneck of the production line. Up to 107 000 boxes per year are to be produced by 2 023, resulting in the plant utilization for this final year being 85,88%, for which working in two shifts for the first two years is required; and an additional shift for the remaining years.

Regarding the economic and financial evaluation of the project, a total investment of S/ 4 013 536,39 is required, 80% of which will be financed through a bank at a rate of 15,39%. In addition, the project results in a NPV of S/ 1 228 771,83, and an IRR of 49,73%, while having an investment cost of opportunity of 20.93%.

Key words: Plastic containers, polylactic acid, biodegradable, plastic manufacturing, food packaging.

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. Problemática

El presente proyecto es un trabajo de investigación realizado con la finalidad de evaluar la viabilidad de la instalación de una planta productora de envases biodegradables a base de ácido poliláctico (PLA).

Se sabe que la industria del plástico a nivel global es bastante reciente: ha venido existiendo desde hace aproximadamente 70 años (“Seven charts that explain the plastic pollution problems” [Siete gráficos que explican el problema de la contaminación del plástico], 2017). Sin embargo, los beneficios que este ha traído al mejoramiento de vida a partir de aquel momento no deben ser desdeñados. En un principio, los productos terminados plásticos tenían la gran ventaja de poder tener una vida útil cuasi-ilimitada. Aquella ventaja actualmente se ha convertido en uno de los mayores problemas desde el punto de vista ambiental global, al ser los plásticos una importante fuente de contaminación a los ecosistemas dentro del mundo.

Los plásticos producidos en el mundo utilizan como insumo principal resinas de polímeros derivados del petróleo, y es ampliamente estudiada por la comunidad científica su capacidad de degradación, la cual puede tomar en promedio entre 400 y 500 años (Kershaw, 2015), según el tipo de polímero que conforme el producto.

Según un artículo del diario ScienceMag escrito por Chen, A. (2015), de acuerdo con la AAAS Science Magazine a cierre del 2015, a nivel global se han generado aproximadamente 6,3 trillones de toneladas de residuos plásticos, de los cuales solamente un 21% ha sido tratado de alguna manera (reciclaje, reusado, incinerado). Asimismo, dentro del Perú, según la noticia de Paz, C. para El Comercio (2018), un informe del Ministerio del Ambiente (MINAM) afirma que se generan 3 600 toneladas de desechos de plástico anuales; y Lima y Callao son prácticamente los culpables de aproximadamente la mitad de esa cifra.

Bajo este panorama, se busca cubrir la necesidad de una población consciente del problema ambiental latente respecto a los plásticos y su naturaleza contaminante y poco sostenible. Así, se otorga una opción de envases compostables y a base de recursos

renovables, como lo es el ácido poliláctico, a un sector de la población dispuesto a tomar acción y empoderarse respecto al consumo masivo e indiscriminado de plásticos.

Se considera que este proyecto posee relevancia como tema de investigación de ingeniería industrial debido a que se utilizarán diversas herramientas y conocimientos aprendidos a lo largo de la carrera, tales como el estudio de mercado, el análisis de localización de la planta, el análisis de la capacidad de planta, Guerchet, el diagrama de operaciones del proceso, el balance de materia, entre otros. Asimismo, se llevará a cabo un análisis económico y financiero que permitirán demostrar la viabilidad del proyecto.

1.2. Objetivos de la investigación

El objetivo general de la investigación responde a la necesidad de realizarla, describiendo la situación que se va a lograr una vez culminada la investigación. Desprendiéndose del objetivo general, los objetivos específicos, en cambio, describen situaciones que se alcanzan cuando se culmina un capítulo de la investigación. El presente estudio de prefactibilidad aborda los objetivos presentados a continuación.

1.2.1. Objetivo general

Demostrar la viabilidad comercial, técnica, económica, financiera y social para la instalación de una planta productora de envases de plástico biodegradable a base de ácido poliláctico (PLA), en cuanto la existencia de una demanda, de disponibilidad de materia prima y de tecnología adecuada a costos competitivos en la situación actual del país.

1.2.2. Objetivos específicos

Se presentan los siguientes objetivos específicos para la realización del objetivo general.

- Estimar la magnitud de la demanda de envases biodegradables mediante la ejecución de un estudio de mercado.
- Determinar la ubicación y el tamaño de la planta.
- Definir la tecnología requerida y el proceso productivo de los envases biodegradables a base de PLA.
- Cuantificar la inversión y los costos del proyecto.

- Realizar la evaluación económica, financiera y social del proyecto.

1.3. Alcance de la investigación

1.3.1. Unidad de análisis

La unidad de análisis que abordará el estudio es de un envase de plástico biodegradable elaborado a base de resina de ácido poliláctico (PLA).

1.3.2. Población

Para la investigación, se tomará en cuenta a empresas con actividades de servicio de comidas y bebidas en el Perú. El producto será vendido de negocio a negocio dado que la empresa lo venderá a mayoristas, es por ello que entra dentro de la clasificación negocio a negocio (B2B, por sus siglas en inglés). Este será destinado a ser empleado en el transporte, guardado y empacado simple. Asimismo, será dirigido a empresas de servicios de comidas y bebidas en el Perú que tengan consciencia sobre el cuidado del medio ambiente y, por ende, busquen alternativas distintas y eco amigables de envases.

1.3.3. Espacio

El presente proyecto de investigación abarcará solamente el mercado peruano.

1.3.4. Tiempo

El tiempo establecido para realizar el presente estudio es de Agosto (2018) hasta Abril (2021). Asimismo, se contará con data histórica respecto a la demanda de productos plásticos en el país de hasta diez años (2008 – 2018) para el cálculo de la demanda del proyecto, la cual será proyectada a los siguientes 5 años, hasta el año 2023.

1.3.5. Limitaciones

Las limitaciones del estudio comprenden la disponibilidad de recursos, restricciones de acceso o disponibilidad de información, la posibilidad de realizar el producto a escala industrial, y el tiempo establecido del proyecto. En específico, las limitaciones más significativas incluyen:

- Pocas fuentes de información sobre productos que utilicen la materia prima como insumo principal de una planta o fábrica industrial.
- Las fuentes de información secundarias encontradas son, en gran cantidad, hechas bajo un enfoque científico, mas no industrial. Esto significa que existe cierta incertidumbre sobre el proceso de producción a gran escala.
- No existe un estudio oficial sobre los nuevos enfoques de producción de plásticos biodegradables en el Perú, más allá de cifras estadísticas que reflejen la situación actual de la industria plástica y su impacto ambiental.
- Disponibilidad de tiempo efectivo para la investigación en equipo dadas las horas de trabajo y estudio de los investigadores y de recursos económicos
- Limitaciones y restricciones de movimiento físico de los investigadores dada la coyuntura vivida efecto de la pandemia de SARS-COV 2 durante el año 2 020.

1.4. Justificación del tema

1.4.1. Justificación técnica

Existe la tecnología existente para la elaboración de envases biodegradables. Para ello, se emplea como materia prima la resina de ácido poliláctico (PLA) importado. Este no cuenta con restricciones para su importación.

Después que el PLA haya sido recepcionado y preparado, se procede a la etapa de “Secado” en la cual se emplea una máquina secadora de resinas o Resin dryer. En la Segunda etapa, llamada “Extrusión”, se emplea una máquina extrusora. La tercera etapa, es el “Termoformado”, en la cual se utiliza una máquina termoformadora, que a su vez empleará un molde especial para realizar su labor. A continuación, se procede a cortar, manejando una máquina cortadora separada o integrada a la máquina termoformadora.

Finalmente, la última etapa consiste en empacar una cantidad fija de envases, la cual se realizará manualmente por los operarios.

1.4.2. Justificación económica

En base al precio de venta del mercado en el momento, y al análisis de mercado realizado, se estima un precio unitario de venta de 0,95 soles, con el fin de alcanzar un margen de rentabilidad de máximo 36% (promedio del mercado para el sector).

1.4.3. Justificación social

El proyecto es viable socialmente debido a la cantidad de trabajos generados en las distintas áreas de la empresa, desde el área administrativa hasta la planta de producción. Esto beneficiará a las familias peruanas por los nuevos puestos de trabajo generados cerca de su área de residencia. De igual forma, el proyecto contribuirá a la sostenibilidad de la comunidad ya que el producto que se genera es amigable con el medio ambiente. Sus características de compostabilidad y biodegradabilidad permiten que se degraden de manera más rápida.

1.5. Hipótesis de trabajo

En el país y en la situación económica, financiera y social actual existen las condiciones de mercado, disponibilidad de insumos y de tecnología que permiten instalar y operar con éxito económico una planta productora de envases de plástico biodegradables en base a PLA.

1.6. Marco referencial

1.-

Cuevas, Z. (2017). *Obtención y caracterización de almidones termoplásticos obtenidos a partir de almidones injertados con poliésteres biodegradables* (tesis doctoral, Centro de Investigación Científica de Yucatán, México). Recuperada de https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/466/1/PCM_D_Tesis_2017_Cuevas_Zujey.pdf

Título: Obtención y caracterización de almidones termoplásticos obtenidos a partir de almidones injertados con poliésteres biodegradables

Autor: Zujey Berenice Cuevas Carballo

Fecha: Julio de 2 017

La tesis presenta una propuesta para obtener almidones injertados termoplásticos que puedan utilizarse en distintas aplicaciones industriales. El estudio implicó primeramente obtener almidón con poliésteres injertados de característica biodegradable (PLA, PCL) y obtener almidones termoplásticos a partir de estos. En su elaboración, se estudió asimismo la relación entre almidón injertado, la cantidad de plastificante usado, varios catalizadores entre otros aditivos y su efecto sobre las propiedades mecánicas y de biodegradabilidad de los almidones termoplásticos obtenidos.

Similitudes:

- En ambos trabajos se busca obtener un producto de característica termoplástica a partir de resina básica principal, el PLA, y busca implementar el valor agregado de la biodegradabilidad y compostabilidad de los productos terminados.
- Esta referencia busca estudiar asimismo la relación que puede existir en el procesamiento de almidón termoplástico, PLA o PCL con diferentes injertos químicos en distintas aplicaciones industriales y su viabilidad como proyecto industrial. En nuestro estudio planteado existe una intención similar y esta referencia nos brinda diferentes alternativas de plantear los procesos productivos.

Diferencia:

- Nuestro estudio tiene un enfoque industrial (estudio de prefactibilidad para una planta industrial, buscando la rentabilidad y la viabilidad del negocio) mientras que en el de la referencia se tiene un enfoque más científico-químico para caracterizar una muestra del producto (estudio de investigación científica a nivel de laboratorio, para la caracterización de mezclas de almidón y poliésteres en sus distintos parámetros mecánicos)

2.-

Torres, F., Torres, C., Troncoso, O., Díaz, D., y Amaya, E. (2011). Biodegradability and mechanical properties of starch films from Andean crops. *International Journal of Biological Macromolecules*, 48(4), 603-606. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2011.01.026>.

Título: Biodegradability and mechanical properties of starch films from Andean crops

Autores: F. Torres, O. Troncoso, C. Torres, D. Díaz, E. Amaya

Fecha: Febrero de 2011

El estudio reporta la obtención de doce muestras de films de bioplástico utilizando almidón como materia prima principal para su proceso. Se reporta asimismo los resultados de pruebas de compostaje y espectrometría infrarroja (FTIR) para lograr la medición de las propiedades mecánicas y de biodegradación de los mismos. Los resultados muestran que los films de bioplástico dependen muy fuertemente de la fuente de almidón utilizada para su producción, y por lo tanto, es necesario revisar sus características comerciales antes de someterla a un proceso de fabricación industrializado.

Similitudes:

- Ambos estudios parten de utilizar materia prima natural para la elaboración del plástico (el insumo principal para producir resina de PLA es el almidón).
- El trabajo citado en esta referencia busca servir de apoyo teórico en las características mecánicas y agregadas del producto terminado que nuestro estudio de prefactibilidad busca producir.

Diferencias:

- El trabajo citado busca solamente caracterizar y estudiar los aspectos mecánicos y la biodegradabilidad precisamente del bioplástico planteado a producir, y no su viabilidad como proyecto industrial.
- El estudio no usa producto terminado para sus pruebas, sino distintas muestras de tamaño probeta. Nuestro estudio de prefactibilidad se centra en la producción de un plástico biodegradable terminado y destinado para la venta.

- La materia prima cruda para nuestro proceso es el PLA, mientras que la materia prima cruda para la caracterización del bioplástico en el trabajo citado es almidón comercial adaptado.

3.-

Torres, F. (2 011). *Desarrollo de envases y embalajes biodegradables y compostables para la mejora de la competitividad agroindustrial*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Título: Desarrollo de envases y embalajes biodegradables y compostables para la mejora de la competitividad agroindustrial

Autor: Fernando Gilberto Torres Garcia

Fecha: 2 011

Este proyecto de investigación consiste en la generación de plásticos biodegradables y compostables a base de recursos peruanos, como lo son los tubérculos. Se logró obtener dos tipos de plástico: El TPS (almidón termoplástico) y el PLA (ácido poliláctico). Con ellos, se produjeron bandejas y films, los cuales buscan mejorar la competitividad agroindustrial al ser usados como embalaje para los distintos productos de la agroindustria.

Similitud:

- En la investigación citada, los envases biodegradables se realizaron a base del almidón de diferentes fuentes naturales como la papa y el camote. El resultado es un producto biodegradable y compostable, lo cual es justamente lo que se desea obtener con el estudio preliminar.

Diferencias:

- En la investigación realizada por Torres, se obtuvieron bandejas y films con la finalidad de ser empleados como productos de embalaje para productos agroexportables. En el caso del estudio preliminar a realizar, se plantea un consumidor final diferente (mercado solamente nacional).

- La investigación cubre un proyecto específico a pequeña escala, mientras que en el estudio preliminar a efectuar se desea realizar a nivel industrial y a una escala mucho mayor.

4.-

Castillo, J., y Salman, Y. (2 017). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de envases de plástico termoformados rígidos* (tesis para optar por el título de ingeniero industrial). Recuperada de http://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/ulima/5698/Castillo_%20Castillo_Jos%C3%A9_Gustavo.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Título: Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de envases de plástico termoformados rígidos PET para consumo local

Autores: José Gustavo Castillo Castillo y Yasser Salman Correa

Fecha: 2 017

Se trata de un estudio preliminar para la implementación de una fábrica productora de envases termo formados de tereftalato de polietileno (PET). En este estudio se establece y describe la viabilidad técnica, financiera y económica del proyecto empleando técnicas de ingeniería, como lo son el ranking de factores, diagrama de procesos, Guerchet, entre otros.

Similitudes:

- Tanto nuestro estudio como el de la referencia se centran en la elaboración de envases con procesos comunes como la extrusión, el termoformado y cortado.
- Los productos terminados son sustitutos en el estudio de la referencia, por lo que funciona como referente general.

Diferencias:

- Se emplean materias primas diferentes. En el caso del estudio preliminar realizado por José Gustavo Castillo y Yasser Salman, se empleó tereftalato de polietileno

PET; en cambio, en nuestro estudio se planea emplear ácido poliláctico. Este último será convertido en bioplástico a partir de una secuencia de procesos.

- Se obtienen productos diferentes. El primero, se centrará en producir envases plásticos que contaminan y demoran una cantidad sustancial de años en degradarse. El segundo, se concentrará en la producción de envases biodegradables y compostables, los cuales serán amigables con el medio ambiente y aportarán a la sostenibilidad de la comunidad.

1.7. Marco conceptual

Hablar de la industria plástica, sus capacidades de degradación y la biodegradabilidad requiere de algunas precisiones previas. De acuerdo con Kershaw (2015), existen las siguientes definiciones:

- **Plástico:** Productos comúnmente compuestos de polímeros sintéticos.
- **Bioplástico:** Productos plásticos fabricados con recursos renovables, con materia prima principal de origen natural.
- **Polímeros:** Moléculas orgánicas de cadena larga compuestas de repetidas unidades monoméricas que pueden ser sintetizadas. Diferentes tipos de polímeros tienen diversas características, y por consiguiente, distinto efecto en el medio ambiente.
- **Degradación:** Descomposición parcial o completa de un polímero por efectos de radiación ultravioleta, efectos biológicos o por acción del oxígeno, que explicita decoloración, fragmentación de la superficie y pérdida de otras propiedades físicas.
- **Biodegradación:** Proceso biológico que sufre la materia orgánica, en el cual es parcial o completamente convertida en agua, dióxido de carbono, energía y nueva biomasa por acción de reacciones de hidrólisis, por efecto de la luz o por acción microbiana.
- **Hidrólisis:** Reacción del polímero con el agua que induce a la descomposición del polímero.
- **Biodegradable:** Capaz de sufrir biodegradación

- **Compostable:** Capaz de sufrir biodegradación a temperaturas altas bajo tierra en condiciones y tiempo particulares, usualmente dentro de un proceso industrial de compostaje.
- **Oxodegradable:** Que contiene un oxidante que induce degradación bajo condiciones favorables. Biodegradación o descomposición total de los polímeros aun por probarse.
- **Biopolímeros:** Polímeros naturales producidos a partir de organismos vivos, con alto peso molecular (eg. Celulosa, quitina, lignina)
- **Termoplásticos:** Productos industrialmente elaborados con polímeros los cuales pueden ser repetidamente moldeados o plásticamente deformados al ser sometidos a altas temperaturas. Su contraparte son los termoestables, los cuales se moldean a temperatura una sola vez.
- **Envase Clamshell:** Tipo de envase de plástico utilizado para guardado de alimentos y usos multipropósito, que se abre y se cierra por acción de dos o más dobleces que se pliegan vía una bisagra, simulando el efecto de una concha de almeja cuando se abre y se cierra.

CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO

Para lograr el objetivo de determinar la demanda para el proyecto, a un precio de venta determinado por el mercado, es necesario realizar un estudio de mercado para nuestro producto. Asimismo, este estudio sirve como pilar para la determinación en capítulos posteriores para el tamaño y rentabilidad final de la planta.

2.1. Aspectos generales del estudio de mercado

2.1.1. Definición comercial del producto

Según Kotler y Armstrong (2 007), quienes se encargan de planificar los productos deben definirlos en tres niveles, los cuales cada vez agregan más valor para el cliente. El nivel más básico describe el beneficio principal que los consumidores buscan al adquirir el producto. El siguiente nivel, denominado producto real, implica desarrollar las características, el diseño, el empaque y demás características comerciales del producto, adicional al beneficio principal. Por último, el producto aumentado es el nivel de producto que describe los servicios adicionales que pueden otorgársele al cliente (Kotler & Armstrong, 2 007).

Entonces, para nuestro producto propuesto, se describen los niveles de producto pertinentes.

2.1.1.1. Producto básico

El producto ofrecido será un envase rígido usado para contener, proteger, mover, distribuir o para la presentación de otro producto, que se encontrará resguardado dentro del mismo envase.

2.1.1.2. Producto real

Los envases de plástico biodegradable ofrecidos tendrán un peso unitario de 30 g. con dimensiones de 23,6 cm x 14,8 cm x 8,9 cm. Serán transparentes, para permitir la visibilidad del producto que se encuentra resguardado en su interior, permitirán la inocuidad alimentaria de sus contenidos, y por su diseño tipo Clamshell permitirá facilidad y en su manipuleo. Asimismo, el producto será 100% compostable y más biodegradable que sus similares elaborados a partir de resinas de polímeros derivados del petróleo.

2.1.1.3. Producto aumentado

En el empaque de nuestro producto se informará a nuestros clientes dos formas para poder comunicarse a nuestro servicio al cliente, mediante un número telefónico y redes sociales. Estos contactos se encontrarán tanto en la caja como impregnados en el mismo envase de plástico biodegradable mediante una modificación a los moldes de termoformado de envases tipo Clamshell estándar. Por una parte, a través del número telefónico se brindará servicio de atención al cliente. Este número estará disponible durante todas las etapas de la entrega (tanto en la distribución, como en la postventa). Por otra parte, también en las redes sociales se presentarán encuestas fáciles de contestar para conocer la opinión de nuestros clientes con respecto a producto y conocer maneras de mejorarlo. Se tomarán en cuenta las opiniones y eventuales quejas enviadas como mensaje a la plataforma digital, de tal forma que el cliente sepa que su opinión es tomada siempre en cuenta y es importante para la empresa.

Asimismo, se buscará la colaboración con empresas productoras y recolectoras de plástico, para poder lograr la integración en la producción de mayores cantidades de plástico utilizando escamas procesadas de plástico reciclado. Por otro lado, dado que el producto será vendido a empresas, se les brindará facilidades de pago. Este último será a 30 días, lo cual beneficiará a las empresas mayoristas.

2.1.2. Principales características del producto

Como se mencionó anteriormente, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2 010) este producto se identifica bajo la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) de la siguiente forma:

22 Fabricación de productos de caucho y de plástico

222 Fabricación de productos de plástico

2220 Fabricación de productos de plástico

2.1.2.1. Usos y características

El propósito de estos envases biodegradables es básicamente igual al de los envases hechos a partir de materiales no renovables: su principal uso es la protección, almacenaje y distribución de alimentos.

Con respecto a sus características, estas son diversas. Entre ellas se encuentran:

- Peso unitario de 30 g.
- Dimensiones de 23,6 cm x 14,8 cm x 8,9 cm
- Amigable con el medio ambiente, posee un alto grado de compostabilidad a partir de su materia prima.
- La forma que posee el envase permite que este se abra y cierre de manera fácil
- Transparencia del envase
- Según Amado (2 014), no es tóxico, ni el polímero base ni los componentes de degradación.

2.1.2.2. Propiedades

Los envases hechos a base de PLA tienen una serie de propiedades favorables. Entre ellas, según Alejandra Amado (2 014), se encuentra su alta resistencia a la humedad y a la grasa. Esta propiedad es importante dado que, al ser empleado para contener alimentos, el ser resistente a productos acuosos y grasas le otorga una ventaja significativa. Asimismo, cabe resaltar que tiene buenas propiedades de barrera, por esto se entiende que “tiene características de barrera del sabor y del olor similares al plástico de polietileno tereftalato” (Amado, 2 014).

Cabe resaltar, según Plastics Insight (s.f), que estos envases hechos a base de PLA poseen una baja inflamabilidad y formación de humo. De acuerdo con Amado (2 014), los envases de ácido poliláctico continúan quemándose durante de dos minutos después de haber retirado la llama, lo cual es un tiempo significativamente menor al que le toma a los envases hechos a base de PET (los cuales queman durante seis minutos en el mismo caso). Además, poseen una alta resistencia mecánica, la cual consiste en la capacidad de resistir fuerzas sin romperse, y un módulo de elasticidad comparable con los envases hechos a base de PET.

2.1.2.3. Bienes sustitutos y complementarios

Los bienes sustitutos son aquellos bienes que cuentan con la misma clasificación arancelaria y que además satisfacen las mismas necesidades. Así, los envases hechos a base de ácido poliláctico tienen diversos sustitutos. Entre ellos, se encuentran:

- Envases de tereftalato de polietileno (PET)
- Envases de almidón termoplástico (TPS)
- Envases de vidrio
- Envases de poliestireno expandido
- Bolsas plásticas

Por otro lado, los productos complementarios son aquellos que complementan el consumo del otro. De esta forma, corresponden a esta clasificación:

- La comida rápida de los restaurantes que hacen delivery.
- Postres y dulces de restaurantes o supermercados.

2.1.3. Determinación del área geográfica del estudio de mercado

El estudio de mercado será destinado a las empresas con actividades de servicio de comidas y bebidas que se preocupan por el medio ambiente, ubicadas en el Perú. Es un producto que entra bajo la clasificación Business to Business (B2B) dado que la empresa se lo venderá a mayoristas, quienes se encargarán de vender el producto al consumidor final.

2.1.4. Análisis del sector industrial (cinco fuerzas de Porter)

El análisis del sector de envases de plástico en el país se realiza tomando como base al análisis de las 5 fuerzas competitivas en el sector según Michael Porter.

2.1.4.1. Amenaza de nuevos participantes

Las barreras de entrada son múltiples. En primer lugar, se encuentra el requerimiento de capital. Este es considerable debido a la maquinaria necesaria para elaborar el producto terminado a la escala que se desea. En segundo lugar, se encuentra la curva de aprendizaje necesaria para elaborar productos a base de bioplásticos en el mercado peruano. En el Perú, la industria dedicada a la elaboración de envases bioplásticos a partir de este tipo de resinas o insumos ecoamigables es incipiente y poco difundida, por lo que el proceso de aprendizaje e investigación requerirá de un tiempo de importante.

En el Perú no existe una industria petroquímica que posibilite la fabricación del plástico desde las fases iniciales del proceso productivo (obtención de resinas derivadas del petróleo). Nuestro país produce principalmente bienes intermedios y se encarga de transformar en productos finales los plásticos elaborados por la industria petroquímica de otros países. En tal sentido, la fabricación de plásticos biodegradables de origen natural se encuentra aún en la fase de investigación. La información existente al respecto da cuenta de estudios empíricos y procesos experimentales de la utilización del almidón de la papa para la obtención del plástico biodegradable. (Congreso de la República, 2 012)

En este sentido, el sector industrial será medianamente vulnerable al ingreso de competidores potenciales. Las barreras ya mencionadas generan que la amenaza de ingreso de nuevos competidores no sea alta, ya sea por los requisitos de capital como de experiencia necesarios para ser altamente competitivos en este mercado.

2.1.4.2. Poder de negociación de los proveedores

El poder de negociación de un proveedor está directamente relacionado con la capacidad de este último de vender grandes cantidades de un producto que sea difícil de ser sustituido. Así, un proveedor tendrá mayor poder si es que existen pocas empresas que provean el producto deseado, si es que existen pocos o ningún sustituto o si es que se

requiere de altos costos en caso se desee cambiar de proveedor. Además, que el proveedor tenga la oportunidad de integrarse hacia adelante y/o que cuente con un producto diferenciado frente a la competencia, también contribuye a aumentar su poder.

De esta manera, en el caso de la industria de fabricación de envases compostables hechos a partir de ácido poliláctico (PLA), los proveedores tienen un poder de negociación medianamente alto debido a que esta resina no se produce en el país. Como se mencionó anteriormente, no existe una industria petroquímica que posibilite la fabricación del plástico desde las fases iniciales del proceso productivo, esta industria se encuentra aún en etapa experimental y de investigación en el Perú (Congreso de la República, 2012). Por consiguiente, es necesario importar este insumo para iniciar con el proceso productivo de los envases plásticos biodegradables deseados.

Según Plastics Insight (s.f), el país que lidera la exportación de ácido poliláctico, es Estados Unidos. Este país tuvo un valor de 116,47 millones de dólares en exportación de PLA en el año 2016. Así, se puede importar esta materia prima de dicho país a través de fabricantes líderes como NatureWorks, cuya capacidad de producción fue la más alta en el año 2014 (150 kilotoneladas al año). Asimismo, existen otras empresas líderes en el rubro como lo son “Pyramid Technologies”, que reside en Estados Unidos, o “WeforYou”, la cual se localiza en Austria. De esta forma, los proveedores de PLA contarían con un poder medianamente alto, al poseer un producto que es difícil de ser sustituido debido a los estándares de calidad demandados, y cuyo costo de cambiar de proveedor sería considerable si se toma en cuenta que requeriría de unos diferentes, y probablemente mayores, CIF y FOB, además de mayores impuestos. Asimismo, al ya contar con la materia prima para el plástico biodegradable, tienen la posibilidad de integrarse hacia adelante y exportar, en lugar de solo la materia prima, el producto terminado al país.

2.1.4.3. Poder de negociación de los compradores

Los clientes de un sector industrial tendrán poder de negociación sobre el sector si están concentrados o compran grandes volúmenes, si los productos del sector industrial no son diferenciados, o si los mismos no son importante para la calidad de los productos del comprador (Porter, 1997).

Para la industria de envases en el Perú, los compradores de los productos terminados son empresas que se encuentran en diversos sectores industriales, así como la población en general. Asimismo, existe una gran cantidad de ofertantes en forma de empresas medianas y pequeñas productoras de envases de plástico respecto a las grandes empresas que compran estos productos (Collantes et al., 2017). Entonces, si bien los clientes en sí no se concentran en un solo clúster de grandes compradores, es lógico pensar que el poder de negociación de estos es alto dada la capacidad de estas de tener acceso a mejores precios por medio de su capacidad de negociación, o la importación a gran escala de estos envases.

Según un estudio realizado por el Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX) para el mercado de envases para agroindustria en Perú, el material más demandado durante el período 2012-2016 fue el plástico, y sus presentaciones más solicitadas para dicho mercado fueron las bolsas plásticas, envases flexibles y botellas (ICEX, 2018). Si bien estos productos plásticos son importantes para mantener la calidad de los productos del comprador (deben garantizar la inocuidad de los alimentos, o la protección y transporte de sus contenidos, por ejemplo), y no existe un producto “estándar” para cada uno de estos productos dado que los envases pueden variar en forma, capacidad y presentación, se debe tener presente que los compradores están adquiriendo más poder y son más exigentes al requerir envases que cumplan necesidades de sostenibilidad ambiental (Balarezo et al., 2012).

En suma, el poder de negociación de los compradores es relativamente alto, y se puede inferir que está en continuo incremento en el país debido a la actual coyuntura nacional que busca reducir el uso de plásticos convencionales.

2.1.4.4. Amenaza de los sustitutos

Los productos sustitutos son aquellos que desempeñan la misma función y resuelven una misma necesidad para el mismo grupo de consumidores, pero en su fabricación se considera una tecnología diferente. Estos representan una amenaza en cuanto la sustitución del producto se haga en mayor probabilidad (Porter, 1997). Puesto que nuestro producto satisface la necesidad básica de envase, protección y transporte, consideramos que los productos sustitutos al nuestro corresponden a los envases realizados con otros materiales (acero inoxidable, vidrio, papel, cartón, entre otros), así

como los otros envases de plástico fabricados a partir de polímeros derivados del petróleo (PET, polipropileno, poliestireno, entre otros.).

Con respecto a los envases de material distinto del plástico, se prevé que a comparación de los envases de vidrio o de papel, el cambio a la producción de envases de material plástico consistió en buscar reducir costos. No obstante, a partir del 2 012 existe la tendencia mundial a volver a utilizar el papel y el cartón como material más amigable con el ecosistema y el medio ambiente (Balarezo et.al., 2 012). En este sentido, la amenaza de envases de otros materiales que no son plásticos como productos sustitutos es media, y puede inferirse que está en incremento.

Con respecto a los envases de plástico convencional, la Asociación Peruana de la Industria Plástica (APIPLAST) sostiene que la producción de envases sostenibles con el medio ambiente ocupa un mayor costo, que se reflejaría en un precio mayor para los clientes (APIPLAST, s.f.). Asimismo, en el país la tendencia de usar envases con materiales más amigables con el medio ambiente aún no tiene mayor impacto en el cambio de la matriz de producción de envases. En efecto, la existencia de estos productos no es desconocida en el país, y su tendencia a ser más conocidos está en incremento, mas su producción y comercialización se encuentra muy poco desarrollada (Congreso de la República, 2 012). Así, la amenaza de envases de plástico convencional como productos sustitutos es mayor, mas no debe dejarse de tomar en cuenta el aspecto mitigante de la tendencia del consumidor peruano a optar por alternativas sostenibles de envasado.

2.1.4.5. Rivalidad entre los competidores

La rivalidad entre los competidores se presenta en un conjunto de acciones y reacciones de las diferentes empresas del sector industrial para aprovechar oportunidades para mejorar sus posiciones y modificar el estado del sector en su conjunto. De acuerdo con Porter (1 997), esta rivalidad tiene alta probabilidad de ser intensa si la industria presenta los siguientes factores estructurales de entre otros: un gran número o gran diversidad de competidores, si existen fuertes intereses estratégicos de por medio, si existe lento crecimiento en el sector o si hay falta de diferenciación del producto terminado.

La industria del envase plástico convencional posee una gran diversidad de fabricación de productos terminados a disposición de la mayoría de sectores de la industria peruana, mas estos productos no tienden a diferenciarse unos de otros mediante

un significativo valor agregado más allá de la forma o la capacidad del envase de plástico (Santiago & Quispe, 2014). Esto origina una intensa competencia en precios, mediante el cual se busca la producción cada vez más en economías de escala y buscar la rentabilidad mediante la venta en grandes volúmenes de productos. Según Porter, esta situación tiende a dejar a todo un sector industrial peor, ya que esta competencia en precios tiende a definir márgenes de utilidad cada vez más pequeños.

Asimismo, dado que las empresas buscan vender cada vez más en más volumen de productos, los competidores cada vez más están en búsqueda de nuevos mercados. En efecto, puesto que según APIPLAST, el sector ha llegado a tener una utilización de su capacidad total instalada cerca del 90% al 2012, con una tendencia creciente, entonces las empresas de la industria tendrán, tarde o temprano, que buscar diferenciarse y no buscar el liderazgo en costos.

En suma, actualmente la rivalidad entre los competidores en la industria del envase plástico es intensa, pero en el caso del producto ofrecido en este estudio preliminar, existe la característica mitigante de ser un producto diferenciado debido a su capacidad de biodegradación en comparación a los plásticos convencionales.

2.1.5. Modelo de negocios (Canvas)

A continuación, se presenta el modelo Canvas del presente estudio preliminar para la instalación de una planta que fabrique envases de ácido poliláctico:

Figura 2.1

Modelo Canvas

<p align="center"><u>Aliados Clave</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Proveedores de resinas de ácido poliláctico (PLA) - Proveedores de cajas de cartón, las cuales serán empleadas como empaque de los envases. - Distribuidores del producto terminado - Influenciadores con gran credibilidad en el campo del cuidado del medio ambiente: <p>a) Marino Morikawa: Científico peruano que emplea nanotecnología para descontaminar lagos y humedales en el Perú.</p> <p>b) Emma Tupullima: Presidenta de la Comunidad Nativa de Puerto Prado y ganadora del Premio Nacional de Ciudadanía Ambiental por su labor de conservación de la amazonía ^a.</p>	<p align="center"><u>Actividades Clave</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Producción de envases biodegradables a base de ácido poliláctico (PLA). - Control de calidad de la materia prima. - Control de calidad del producto terminado. 	<p align="center"><u>Propuesta de valor</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Alternativa innovadora, ecoamigable y biodegradable de envases plásticos desechables ^b. - Producto resistente a productos acuosos y grasas ^c. - Alto grado de compostabilidad. 	<p align="center"><u>Relaciones con los clientes</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Trato rápido y eficaz - Integración y difusión por medio de redes sociales - Servicio post venta eficiente 	<p align="center"><u>Segmentos de Clientes</u></p> <p>Empresas con actividades de servicio de comidas y bebidas en el Perú que se preocupan por el cuidado del medio ambiente.</p>
<p align="center"><u>Estructura de Costos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Costos variables:</u> Costos de insumos y materia prima para el producto y costo de mano de obra por operarios directos. • <u>Costos fijos:</u> Costo de mano de obra indirecta y costo del servicio de suministro de agua y energía eléctrica. 	<p align="center"><u>Flujo de Ingresos</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - El precio de unitario de cada envase será de S/ 0,76 al mayorista. - La fuente de ingresos provendrá de la venta de envases biodegradables. - Los pagos por dicha compra serán a crédito a 30 días. 			

Nota: De ^aSociedad Peruana de Derecho Ambiental (2 016). ^bCastro-Aguirre et al. (2 016). ^cAmado (2 014).

2.2. Metodología a emplear en la investigación de mercado

2.2.1. Método

Para la investigación de mercado, se empleará el método analítico para evaluar e interpretar la información histórica para determinar la demanda del proyecto, recoger y analizar los precios, la competencia existente y latente; y definir las estrategias de comercialización.

2.2.2. Técnica e instrumento

Como fuentes primarias, se emplearán encuestas para recopilar información relevante como la intención y la intensidad de compra, así como los canales de distribución preferidos y precio que estaría dispuesto a pagar por el valor agregado añadido.

Como instrumento, se emplearán cuestionarios virtuales y en físico para el desarrollo de las encuestas, de manera que se logre una mayor difusión y alcance de población, tanto de manera presencial como por internet.

2.2.3. Recopilación de datos

Para la obtención de la data necesaria para la investigación, como fuentes secundarias se emplearán diversas bases de datos de acceso público, o suscritas por la biblioteca de la Universidad de Lima.

Para la obtención de información estadística pertinentes para producción, comercio exterior, consumo, demanda e información sectorial, resaltan Euromonitor, Veritrade, el servicio de descarga de información aduanera de la SUNAT, los anuarios estadísticos del PRODUCE, reportes sectoriales de la Sociedad Nacional de Industrias (SNI) e informes de riesgos de mercado del Club de Análisis Estratégico de Riesgos (CASER) publicados por Maximixe Consult.

De igual forma, se emplearán diversos estudios de prefactibilidad encontrados en el repositorio de la Universidad de Lima y en el del Acceso Libre a Información Científica para la Innovación (ALICIA) del Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

tecnológica (CONCYTEC). Asimismo, se dispondrá de información estadística del INEI para cuantificar la población objetivo del estudio.

2.3. Demanda potencial

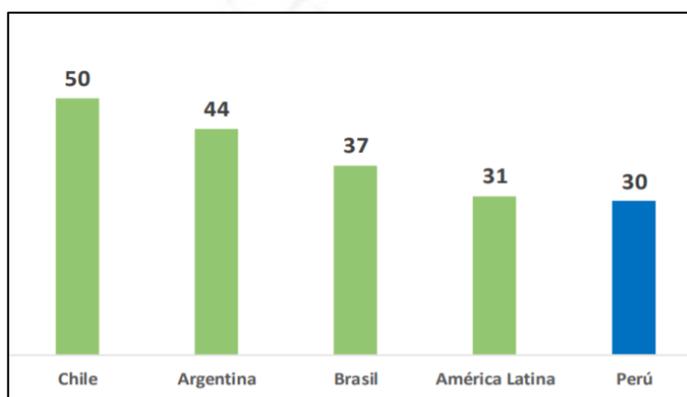
2.3.1. Patrones de consumo

Como se puede observar en la figura 2.2, Chile se caracteriza por ser el país con mayor consumo per cápita anual de plástico en Latinoamérica. Su consumo anual de plástico ha ido incrementándose a lo largo de los años, hasta llegar a ser 50 kg/habitante al año 2 018. Dicha cifra, a comparación del consumo per cápita del Perú (30 kg/habitante) es evidencia del gran potencial que este país tiene para crecer, así como lograr un mayor porcentaje de este rubro en las exportaciones nacionales. Esta última, según ASIPLA (2 014), fue de US\$549 millones al año 2 013, como se detalla en la siguiente cita:

Del 27% de exportaciones de bienes No Cobre (\$US 36,526 millones en 2013), un 5,5% corresponde a la industria del plástico. Un 21% de la torta de la industria exportadora del plástico (US\$549 millones, 15% del valor IP, para 2013) corresponde a envases plásticos (ASIPLA, 2 014)

Figura 2.2

América Latina: Consumo per cápita anual de plásticos (Kg/hab.)



Nota. De Reporte Sectorial-Febrero 2018- Fabricación de productos de plásticos, por Sociedad Nacional de Industrias, 2 018 (http://www.sni.org.pe/wp-content/uploads/2018/08/Resumen_reporte-sectorial-pl%C3%A1sticos.pdf).

2.3.2. Determinación de la demanda potencial

Para efectos del cálculo de esta demanda, como se observa en la tabla 2.1, se toma en cuenta el consumo per cápita de plástico de Chile, una realidad parecida a la peruana. Este consumo es multiplicado por la población peruana de ese mismo año (2 018). De esta forma, se calcula la demanda potencial, la cual es el tope que puede alcanzar la categoría de un producto con el esfuerzo de toda la industria.

Tabla 2.1

Cálculo de la demanda potencial

Año	A: Consumo per cápita Chile (kg/hab.) del 2 018	B: Población peruana del 2 018 (habitantes)	A*B: Demanda potencial (Kg.)	A*B/1 000: Demanda potencial (ton)
2 018	50	30 814 175	1 602 337 100	1 602 337,10

Nota. El consumo per cápita de Chile fue obtenido de Sociedad Nacional de Industrias (2 018), y la población peruana del Instituto Nacional de Estadística e Informática (2 015).

2.4. Demanda del mercado

2.4.1. Demanda histórica

Como base preliminar para el proyecto, es necesario entender el comportamiento de la demanda de los envases de plástico en el país. Esta se ha obtenido mediante el cálculo de la Demanda Interna Aparente (DIA), para el cual fue necesario obtener los datos históricos respecto a la producción, importaciones y exportaciones del producto. Dado que no existen partidas arancelarias y registros de producción específicos para envases de plástico biodegradables, el enfoque va en averiguar la demanda histórica de los sustitutos.

2.4.2. Producción

Existen datos concretos brindados por el Ministerio de la Producción (PRODUCE) en sus Anuarios Estadísticos respecto al consumo en kilogramos de las principales materias primas en la industria peruana del plástico. Estos datos dejaron de ser explícitos a partir del Anuario Estadístico del año 2 013, en tanto se comenzó a utilizar el método del Índice de Volumen Físico (IVF) de la producción manufacturera para describir el

comportamiento de la producción en la industria plástica. Por ello, se ha tomado los datos de consumo de materia prima para los años 2 008-2 012, y se ha estimado su consumo en los siguientes años utilizando un cálculo simple de proporcionalidad tomando como base los IVF de los años correspondientes según PRODUCE.

Tabla 2.2

Consumo de materia prima en la industria plástica en Perú (2008-2018)

	IVF	PE	PS	PP	PVC	PET
2 008	-	36 653 816,1	1 827 728,5	46 589 022,5	50 379 509,5	77 880 668,0
2 009	-	34 949 014,5	904 332,9	37 151 824,8	50 714 240,1	78 815 112,4
2 010	-	42 688 121,7	1 083 703,5	40 956 920,1	69 437 689,6	84 830 154,1
2 011	-	46 939 342,1	1 310 017,0	42 196 003,1	69 919 305,4	87 963 680,7
2 012	100,0	38 682 651,3	1 088 827,4	41 003 510,2	77 955 797,2	89 928 292,7
2 013	117,3	45 374 750,0	1 277 194,5	48 097 117,5	91 442 150,1	105 485 887,3
2 014	126,6	48 972 236,5	1 378 455,5	51 910 443,9	98 692 039,3	113 849 218,6
2 015	124,3	48 082 535,6	1 353 412,5	50 967 363,2	96 899 055,9	111 780 867,8
2 016	123,3	47 695 709,1	1 342 524,2	50 557 328,1	96 119 497,9	110 881 584,9
2 017	124,9	48 314 631,5	1 359 945,4	51 213 384,2	97 366 790,7	112 320 437,6
2 018	130,5	50 480 859,9	1 420 919,8	53 509 580,8	101 732 315,3	117 356 422,0

Nota. El dato de IVF fue obtenido del Ministerio de Producción (2018); y la materia prima, de PRODUCE (2 016).

En efecto, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) indica que la industria del plástico posee una diversidad alta de productos finales y, por lo tanto, se puede tomar el consumo de los principales insumos para estimar la producción de estos bienes finales. No obstante, no hay que dejar de tomar en cuenta que el consumo de materia prima no representa teóricamente una medida de demanda.

Revisando la literatura existente en la industria de plástico en el país y su mercado, se destaca que la gran parte de los envases de plástico que no son botellas para refrescos, agua embotellada, o gaseosas, se fabrican asimismo con resina de tereftalato de polietileno (PET) y en menor medida con resina de polietileno (PE). De igual manera, los sectores dentro de la industria de bebidas, especialmente en el sector gaseosas, utilizan en alrededor del 100% de su producción, envases de plástico PET. (Maximixe Consult S.A., 2 017). Entonces, si bien aproximadamente el 96% del plástico PET que utiliza el mercado peruano es destinado a la producción de botellas, según Gallo (2 015), un 1,5% del total es utilizado para la fabricación de envases plásticos. De esta forma, se tomó en

cuenta este porcentaje como una proporción prudente del consumo de PET en el país para la producción de envases que sean sustitutos al producto en estudio.

Luego de realizar el balance de materia para la ingeniería del proyecto, se ha llegado a una relación aproximada de producción de envases respecto al consumo de la resina inicial de 0,675. Utilizando este factor, así como el de la proporción estimada del 1,5% identificada anteriormente, se logra estimar la producción de envases de plástico PET, que son sustitutos para nuestro objeto de estudio.

Tabla 2.3

Producción estimada de envases de plástico PET sustitutos (2 008-2 018)

	Materia prima PET (Kg.)	Factor	Productos PET (Kg.)	Proporción	Producción de envases PET (Kg.)
2 008	77 880 668,00	0,67533	52 595 003,86	1,5%	788 925,06
2 009	78 815 112,40		53 226 060,42		798 390,91
2 010	84 830 154,10		57 288 187,13		859 322,81
2 011	87 963 680,70		59 404 345,71		891 065,19
2 012	89 928 292,70		60 731 103,41		910 966,55
2 013	105 485 887,3		71 237 584,29		1 068 563,76
2 014	113 849 218,6		76 885 576,91		1 153 283,65
2 015	111 780 867,8		75 488 761,53		1 132 331,42
2 016	110 881 584,9		74 881 450,50		1 123 221,76
2 017	112 320 437,6		75 853 148,15		1 137 797,22
2 018	117 356 422,0		79 254 089,94		1 188 811,35

Nota. La materia prima es del Ministerio de Producción (2 018); y la proporción, de Gallo (2 015).

2.4.3. Importaciones y exportaciones

Según la clasificación arancelaria de la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT), en base a la Nomenclatura Común de los Países Miembros de la Comunidad Andina (NANDINA), nuestro producto puede ser buscado en los registros de operatividad aduanera para los años 2008-2018 bajo la partida:

39 Plástico y sus manufacturas

39.23 Artículos para el transporte o envasado, de plástico; tapones, tapas, cápsulas y demás dispositivos de cierre, de plástico.

3923.10.90.00 -- Los demás.

Cabe resaltar que, para efectos del cálculo de las importaciones y las exportaciones en Kg., se han tomado en cuenta los envases plásticos de esta partida, es decir, se excluyeron otros productos como tapas o tapones.

Tabla 2.4

Importaciones y exportaciones de envases de plástico (2 008-2 018)

Año	Importaciones	Exportaciones
2 008	103 403,78	7 883,0
2 009	157 362,22	6 901,0
2 010	365 129,89	7 312,0
2 011	418 911,26	7 104,0
2 012	683 933,77	5 138,0
2 013	1 108 644,07	14 119,0
2 014	1 357 025,70	20 541,0
2 015	1 385 988,36	38 206,0
2 016	861 041,28	98 086,0
2 017	971 896,14	125 915,0
2 018	1 462 312,15	176 785,00

Nota. Adaptado de *Operatividad Aduanera*, por Superintendencia Nacional de Administración Tributaria, 2 018 (<http://www.sunat.gob.pe/operatividadaduanera/index.html>).

Es importante mencionar que, según la SUNAT (2 018), estos son los diez países con mayor cantidad de importaciones. Esta lista fue calculada tomando en cuenta la partida arancelaria mencionada anteriormente, bajo la cual está el producto de este estudio.

Tabla 2.5

Top 10: Países con mayor cantidad de importaciones, según subpartida 3923.10.90.00, al 2 018

País de Origen	Valor FOB(dólares)	Valor CIF(dólares)	Peso Neto(Kilos)	Peso Bruto(Kilos)	Porcentaje CIF
Chile	5 229 553,39	5 514 199,43	1 838 267,67	1 974 165,36	34,35
EEUU	2 073 381,22	2 545 267,74	660 963,84	684 708,71	15,85
España	1 969 325,26	2 148 790,20	441 851,50	492 490,76	13,38
Colombia	1 487 258,01	1 577 617,08	456 254,61	504 699,67	9,83
China	879 755,98	964 140,15	285 287,75	303 655,78	6,01
Italia	865 946,54	995 588,84	308 161,35	321 310,97	6,20
México	415 548,19	472 785,00	157 431,14	162 890,49	2,94
Ecuador	246 084,63	265 851,23	72 328,08	75 167,25	1,66
Países Bajos	231 084,93	269 958,07	149 079,26	159 080,58	1,68
Bélgica	201 934,86	225 377,19	85 256,04	88 800,78	1,40

Nota. Adaptado de *Acumulado anual subpartida nacional/país*, por Superintendencia Nacional de Administración Tributaria, 2 018 (<http://www.aduanet.gob.pe/cl-ad-itestadispartida/resumenPPaisS01Alias>).

Durante los últimos cinco años (2 014-2 018), Chile, Estados Unidos, Colombia y China se han mantenido entre los cinco países que encabezan la lista, según la SUNAT (2 018), siendo Chile el país que encabeza la lista en todo este periodo de tiempo.

Por otro lado, respecto a las exportaciones, en la siguiente tabla se podrá observar una lista con el top 10 de los países destinos de exportación. Al igual que con las importaciones, se tomó en cuenta la partida arancelaria a la que pertenece el producto, la cual es 3923.10.90.00. Además, según la SUNAT (2 018), Estados Unidos, Chile y México se han mantenido en el top 3 de esta lista durante los últimos cinco años (2 014-2 018), siendo Estados Unidos el país que ocupa el primer lugar en todo este periodo.

Tabla 2.6

Top 10 destinos de exportación, según partida arancelaria 3923.10.90.00, al 2018

País de Destino	Valor FOB(dólares)	Peso Neto(Kg.)	Peso Bruto(Kg.)	Porcentaje FOB
Estados Unidos	15 494 153,87	4 916 991,16	5 221 025,75	47,78
Chile	3 708 454,12	1 248 957,84	1 315 685,66	11,44
México	3 372 147,48	1 194 066,20	1 279 861,28	10,40
Honduras	2 607 589,34	952 751,30	967 691,82	8,04
Bolivia	1 689 432,36	439 618,49	454 448,32	5,21
Guatemala	1 570 610,56	591 154,51	600 718,10	4,84
Ecuador	1 214 789,18	318 851,45	332 565,35	3,75
Colombia	791 389,06	240 731,43	249 981,13	2,44
Nicaragua	673 331,02	248 598,46	249 730,19	2,08
Canadá	561 810,72	174 911,00	184 240,00	1,73

Nota. Adaptado de *Acumulado anual subpartida nacional/país*, por Superintendencia Nacional de Administración Tributaria, 2 018 (<http://www.aduanet.gob.pe/cl-ad-itestadispartida/resumenPPaisSO1Alias>).

2.4.4. Demanda Interna Aparente (DIA)

El cálculo de la DIA se realiza sustrayendo las exportaciones de la suma de la producción local y las importaciones. El cálculo se realiza para los años 2008 – 2018:

Tabla 2.7

Demanda Interna Aparente (2008-2018) en kilogramos

	(+)Producción	(+)Importaciones	(-)Exportaciones	DIA (Kg.)
2 008	788 925,06	103 403,78	7 883,0	884 445,84
2 009	798 390,91	157 362,22	6 901,0	948 852,13

(continúa)

(continuación)

	(+)Producción	(+)Importaciones	(-)Exportaciones	DIA (Kg.)
2 010	859 322,81	365 129,89	7 312,0	1 217 140,70
2 011	891 065,19	418 911,26	7 104,0	1 302 872,45
2 012	910 966,55	683 933,77	5 138,0	1 589 762,32
2 013	1 068 563,76	1 108 644,07	14 119,0	2 163 088,83
2 014	1 153 283,65	1 357 025,70	20 541,0	2 489 768,35
2 015	1 132 331,42	1 385 988,36	38 206,0	2 480 113,78
2 016	1 123 221,76	861 041,28	98 086,0	1 886 177,04
2 017	1 137 797,22	971 896,14	125 915,0	1 983 778,36
2 018	1 188 811,35	1 462 312,15	176 785,00	2 474 338,50

Nota. Los datos de importaciones y exportaciones fueron obtenidos de la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (2 018). Adaptado de *Acumulado anual subpartida nacional/país*, por Superintendencia Nacional de Administración Tributaria, 2 018 (<http://www.aduanet.gob.pe/cl-ad-itestadispartida/resumenPPaisS01Alias>).

2.4.5. Proyección de la demanda

Con el objetivo de conocer la demanda actual y futura del producto, se proyectó la demanda interna aparente, hallada previamente, hasta el año 2 023. Para ello, se realizó un análisis de regresión con el fin de conocer a qué función se ajustan los datos.

Tabla 2.8

Análisis de regresión

	Ecuación	R ²
Lineal	$y = 157734x + 819080$	0,7304
Exponencial	$y = 903233e^{0,1013x}$	0,7685
Logarítmica	$y = 717379\ln(x) + 624050$	0,7626

De esta forma, se emplea la ecuación exponencial para proyectar los datos de la demanda interna aparente (DIA), debido a que esta ecuación es la que posee el mayor R². A continuación, se muestra la demanda del mercado proyectada desde el año 2 019 al 2 023:

Tabla 2.9*Demanda Interna Aparente proyectada en kilogramos*

Año	DIA proyectada (Kg.)
2 019	3 045 988
2 020	3 370 716
2 021	3 730 064
2 022	4 127 720
2 023	4 567 771

2.4.6. Definición del mercado objetivo

Se define como mercado objetivo a las empresas con actividades de servicio de comidas y bebidas en el Perú, que se preocupan por el medio ambiente. De esta forma, se tomarán en cuenta los siguientes criterios y porcentajes de segmentación:

Tabla 2.10*Criterios de segmentación*

Segmentación	Porcentajes
Porcentaje de empresas con actividades de servicio de comidas y bebidas en el Perú	8,03%
Porcentaje de empresas con actividades de servicio de comidas y bebidas que se preocupan por el medio ambiente en el Perú	78,6%
	6,31%

Nota. El porcentaje de empresas con actividades de servicio de comidas y bebidas en el Perú fue obtenido del Instituto Nacional de Estadística e Informática (2 019); y el porcentaje de empresas con actividades de servicio de comidas y bebidas que se preocupan por el medio ambiente en el Perú, de las encuestas realizadas.

2.4.7. Diseño y aplicación de encuestas (muestreo de mercado)

Para el cálculo del tamaño de muestra, se tomó en cuenta la ecuación señalada a continuación:

$$n = \frac{N * p * q}{\frac{(N - 1) * E^2}{Z^2} + p * q}$$

En la tabla 2.11, se puede observar tanto el significado de cada variable como el valor de cada una. De esta forma, se determinará el tamaño de muestra de este proyecto. Cabe resaltar que se toma un tamaño de población de 197 412, debido a que esta es la

cantidad de empresas dedicadas a actividades de servicio de comidas y bebidas en el Perú a finales del año 2018.

Tabla 2.11

Determinación del tamaño de muestra

Variables	Valor
Probabilidad de fracaso (p)	0,5
Probabilidad de éxito (q)	0,5
Tamaño de población 2018 (N)	197 412
Nivel de confianza (Z) para 95%	1,96
Error (e)	0,05
Tamaño de muestra (n)	384

Nota. El tamaño de la población fue obtenido del Instituto Nacional de Estadística e Informática (2019).

2.4.8. Resultados de la encuesta

En el presente trabajo, se emplea el método de procedimiento no probabilístico con muestra por conveniencia. Asimismo, los detalles de la encuesta se encuentran en el Anexo 1. A continuación, se presentará los resultados obtenidos a partir de ella:

- **Intención de compra:** Según la pregunta N°6 de la encuesta respecto a la intención, un 91,67% de empresas con actividades de servicio de comidas y bebidas estarían dispuestas a comprar los envases plásticos biodegradables y amigables con el medio ambiente.
- **Intensidad de compra (comportamiento real):** Se determinó que un 60,6% de empresas con actividades de servicio de comidas y bebidas estarían seguras de comprar el producto. Este resultado fue obtenido por medio de la pregunta N°7 de la encuesta: “En una escala del 1 al 10, ¿qué tan seguro estaría de comprar el producto en mención, siendo: (1), muy poco probable; y (10), definitivamente sí lo compraría”. La cantidad de personas que respondieron esta pregunta fueron 352. Esto se debe a que el resto de personas encuestadas respondieron previamente que no estarían dispuestos a comprar envases plásticos

biodegradables (en la pregunta N°6 de intensidad) y terminaron la encuesta en ese momento.

Para efectos del cálculo de la intensidad, solamente se tomó en cuenta los puntajes mayores o iguales a 7, como se puede observar en la siguiente tabla. De esta forma, se logra calcular una intensidad de 60,6%, como se mencionó en el párrafo anterior.

Tabla 2.12

Cálculo de la intensidad

Puntaje	Frecuencia	Puntaje*frecuencia
1	0	0
2	13	26
3	32	96
4	21	84
5	10	50
6	28	168
7	51	357
8	56	448
9	82	738
10	59	590
	352	2557

$$\frac{(7 * 51 + 8 * 56 + 9 * 82 + 10 * 59)}{352} * 10 = 60,6\%$$

- **Frecuencia:** Según la pregunta N°10 de la encuesta realizada, la mayor cantidad de empresas con actividades de servicio de comidas y bebidas (44,32%) realiza sus compras de envases plásticos descartables semanalmente. Asimismo, cabe resaltar que un 30,4% lo hace mensualmente. Mientras que el resto compra sus envases de manera trimestral. De esta forma, se determina los hábitos de consumo de los consumidores finales.
- **Tipo de establecimiento de compra preferido:** Como se puede evidenciar, se prefiere obtener los envases por medio de mayoristas (83,52%), por lo que ese será el canal de distribución.
- **Porcentaje de preocupación por el medio ambiente de las empresas con actividades de servicio de comidas y bebidas:** Según las encuestas, el grado de preocupación por el medio ambiente de estas empresas es de 78,62%. Este

porcentaje es alto, y es evidencia de la consciencia ambiental que estas empresas poseen, por lo que tendrían predisposición a comprar los envases plásticos amigables con el medio ambiente.

- **Tamaño de envase:** El tamaño preferido por casi el total de empresas con actividades de servicio de comidas y bebidas (96,88%) fue el mediano, el cual se caracteriza por tener 23,6 cm de largo, 14,8 cm de ancho y 8,9 cm de alto.
- **Unidades por paquete:** La cantidad de unidades por paquete preferida por los encuestados (70,17%) fue de 50 envases por paquete, mientras que el resto (29,83%) prefirió comprar paquetes de 25 envases cada uno.
- **Medios publicitarios:** Los medios preferidos, empleados para la publicidad del producto, son las redes sociales. Esto se evidencia con el resultado de la encuesta, el cual señala que aproximadamente el 80% de empresas con actividades de servicio de comidas y bebidas prefieren que la publicidad sea a través de las plataformas de Facebook e Instagram. Cabe resaltar que Facebook es la plataforma favorita entre los encuestados, abarcando casi la totalidad del 80% ya mencionado.
- **Precio:** Más del 50% de los restaurantes señalaron que estarían dispuestos a pagar hasta 20% más por la compra de un envase biodegradable y compostable que sea amigable con el medio ambiente. Asimismo, aproximadamente un 30% de los restaurantes limeños está dispuesto a pagar 40% más por obtener dichos productos. Por último, el resto no estaría dispuesto a pagar más por el producto en mención (8,52%).

2.4.9. Determinación de la demanda del proyecto

Con el objetivo de delimitar la demanda del proyecto, se tendrá en cuenta un factor de segmentación. Este último, está conformado por los criterios, de tal manera que se ajuste el DIA al mercado objetivo del proyecto:

Tabla 2.13*Factor de segmentación*

Segmentación	Porcentaje
Porcentaje de empresas con actividades de servicio de comidas y bebidas en el Perú	8,03%
Porcentaje de empresas con actividades de servicio de comidas y bebidas que se preocupan por el medio ambiente en el Perú	78,6%
	6,31%

Nota. El porcentaje de empresas con actividades de servicio de comidas y bebidas en el Perú fue obtenido del Instituto Nacional de Estadística e Informática (2 019); y el porcentaje de empresas con actividades de servicio de comidas y bebidas que se preocupan por el medio ambiente en el Perú, de las encuestas realizadas.

A continuación, se multiplicará este factor de segmentación (6,31%) por la intención (91,67%) e intensidad de compra (60,6%) resultantes de la encuesta realizada. Como resultado, se tendrá el factor final (3,51%). Este será el factor por el que se multiplicará el DIA proyectado. De esta forma, se determina la demanda del proyecto hasta el año 2 023.

Cabe resaltar que, para hallar la demanda del proyecto en cantidad de envases, se divide los kilogramos de producto entre 0,03 kilogramos (peso aproximado de un envase plástico).

Tabla 2.14*Demanda del proyecto*

Año	Demanda proyectada (Kg.)	Factor	Demanda del proyecto (Kg.)	Demanda del proyecto (envases)	Demanda del proyecto (cajas de 50 unidades)
2 019	3 045 987,86	3,51%	106 806,32	3 560 211	71 205
2 020	3 370 716,29	3,51%	118 192,79	3 939 760	78 796
2 021	3 730 063,55	3,51%	130 793,16	4 359 773	87 196
2 022	4 127 720,30	3,51%	144 736,83	4 824 562	96 492
2 023	4 567 770,68	3,51%	160 167,02	5 338 901	106 779

2.5. Análisis de la oferta**2.5.1. Empresas productoras, importadoras y comercializadoras**

El análisis de la oferta actual se refiere a aquellas empresas que ofrecen el producto y se encuentran a disposición de ser adquirido por el mercado peruano. Las empresas productoras de bienes sustitutos de envases biodegradables a base de PLA que se

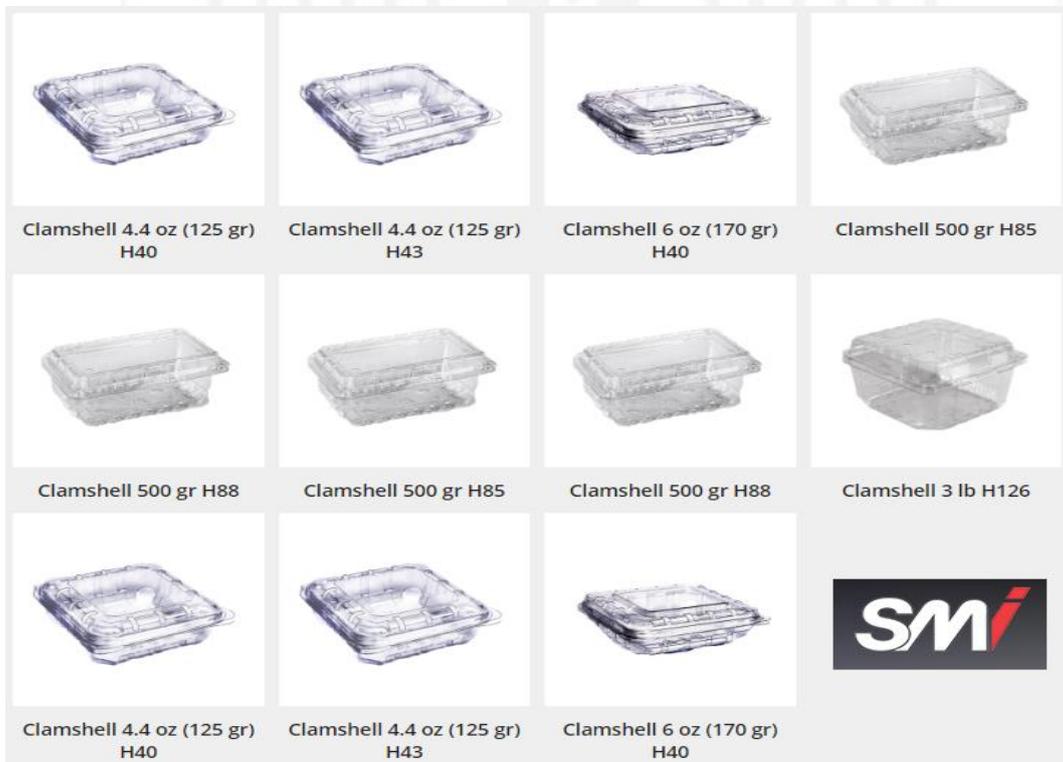
encuentran en el Perú corresponden a aquellas empresas que producen envases termoformados a base de resinas convencionales. Dado que el mercado en el sector de plásticos se encuentra bastante fragmentado en grandes, medianas y pequeñas empresas, se elaborará la descripción de tres empresas productoras y comercializadoras.

San Miguel Industrias Pet S.A. (SMI)

Se promocionan como líderes en el mercado de empaques rígidos en la región andina, en el Caribe y Centroamérica. Poseen un amplio portafolio de soluciones en empaque y envasado conformado por botellas de diversas capacidades, preformas PET, tapas, bandejas y envases transparentes de la forma clamshell. La empresa utiliza materiales reciclados para producir los envases, a base de scraps de tereftalato de polietileno (PET), justificando en cierta manera su condición de ofrecer productos con responsabilidad por el medio ambiente en su fabricación. Estos productos se utilizan mayormente para agroindustrias, en el empaque de aguaymanto, uvas, fresas y arándanos (SMI, s.f.).

Figura 2.3

Envases Clamshell ofrecidos por San Miguel Industrias Pet S.A.



Nota. De San Miguel Industrias Pet. Catalog, por SMI, s.f. (<http://www.smi.com.pe/en/Catalog>).

Inversiones San Gabriel S.A.(ISG)

ISG es empresa peruana dedicada a la producción y distribución de productos plásticos descartables, atendiendo múltiples fines contando con productos de distintos materiales, formas y capacidades (Inversiones San Gabriel, s.f.). La empresa atiende tanto el mercado nacional como extranjero, produciendo bandejas, cajas, charolas, cajas de plástico corrugado, gelatineros, cajas térmicas y envases que, si bien no son de la forma Clamshell, funcionarían como productos sustitutos. La compañía trabaja con poliestireno de alto impacto, espumado, poliestireno expandido y polipropileno.

Figura 2.4

Productos ofrecidos por Industrias San Gabriel S.A.



Nota. De Catálogo. Inversiones San Gabriel, por Inversiones San Gabriel, s.f. (<https://www.isgperu.com/catalogo/>).

Peruana de moldeados S.A. (Pamolsa)

Pamolsa es una empresa peruana productora de varios productos plásticos descartables, elaborados a base de poliestireno espumado (PS-Espumado), aluminio, PET, polipropileno (PP), poliestireno rígido (PS-Rígido) y policloruro de vinilo (PVC). La empresa fabrica y comercializa, de entre todos sus tipos de productos, envases Clamshell de PET, así como otros estilos de envases rígidos tipo bisagra, por lo que es competidor directo, utilizado para agroindustria, servicios de alimentación y otros.

Figura 2.5

Envases Clamshell producidos y comercializados por Pamolsa



Nota. De Productos: Peruana de Moldeados S.A., por Pamolsa, s.f. (<http://www.pamolsa.com.pe/>)

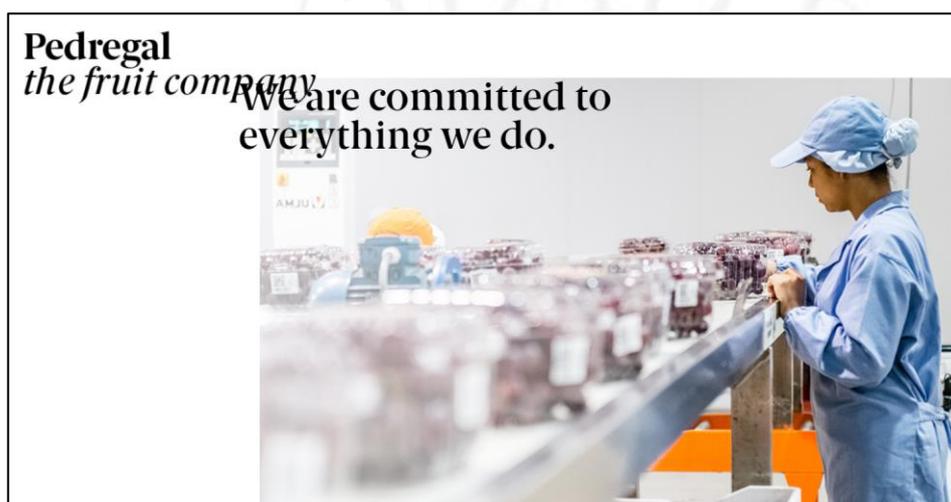
Estas empresas mencionadas anteriormente atienden a mercados destinados principalmente para agroindustria y para servicios de alimentación personales o para mercados de negocios. En efecto, Castillo y Salman Correa (2 017) afirman que las principales empresas importadoras de envases termoformados PET, según su partida arancelaria, corresponde a empresas dedicadas a la agroexportación y la comercialización de frutas y productos agrícolas. Las principales empresas agroexportadoras que importaron envases plásticos termoformados incluyen a las siguientes.

- TAL S.A.: Empresa productora de hortalizas y legumbres en Trujillo, La Libertad (UniversidadPeru, 2 018)
- El Pedregal S.A.: Empresa productora de fruta fresca (uvas, paltas y cítricos).

- Sociedad Agrícola Drokasa: Agroexportadora de espárragos frescos y uvas pertenecientes a Corp. Drokasa (Castillo y Salman, 2 017).
- Complejo Agroindustrial Beta S.A.: Empresa agroindustrial peruana con fundos y plantas en Piura, Lambayeque e Ica productora de granada, arándano, espárrago, palta y uva (Complejo Agroindustrial Beta, s.f.).

Figura 2.6

Uso de envases clamshell en “El Pedregal S.A.”



Nota. De Pedregal, the fruit Company, por El Pedregal S.A., s.f. (<http://www.elpedregalsa.com/en/>).

Asimismo, existen empresas netamente comerciales que importan envases plásticos termoformados para venderlos en el mercado peruano. Las empresas no pertenecen al sector plástico en el país, puesto que son importadoras netamente. Entre las empresas que corresponden a esta descripción se encuentran las siguientes.

- Darnel Perú S.A.C.: Empresa comercializadora de productos plásticos para empaque (bandejas hondas, envases para sellado con film de plástico, contenedores multipropósito de diferentes formas, envases rígidos tipo Clamshell) y de uso doméstico en alimentación, como utensilios, platos, entre otros (Darnel Perú, s.f.).
- Colca del Perú S.A.: Importador y comercializador de termoformados, así como distribuidor de resinas y envases varios para el sector agroindustrial. (Castillo y Salman, 2 017)

Dado que el producto en cuestión es de uso multipropósito en general, también se encuentran grandes compañías como AMBEV PERÚ S.A.C., ALICORP S.A.A. o CENCOSUD RETAIL PERÚ S.A. en la importación de estos productos. De acuerdo a la SUNAT, con la partida arancelaria identificada en el capítulo 2.4.3., se muestran las empresas que importaron una mayor cantidad de kilogramos, así como USD FOB, en el año 2 016.

Tabla 2.15

Importaciones, por empresa (2016)

Razón Social	Importaciones (USD FOB)	Importaciones (Kg.)
DARNEL PERU S.A.C.	924 567,3	308 572,9
TAL S.A.	884 702,4	310 781,7
COMPAÑIA CERVECERA AMBEV PERU S.A.C.	668 464,0	202 573,0
SOCIEDAD AGRICOLA RAPEL S.A.C.	570 147,6	206 805,0
LINEA PLASTICA PERU S.A.	526 833,9	151 756,9
EL PEDREGAL S.A	486 542,3	207 289,0
ALICORP SAA	371 660,0	36 965,6
COMPLEJO AGROINDUSTRIAL BETA S.A.	370 079,4	237 514,5
COLCA DEL PERU S A	298 425,9	128 854,4
HORTIFRUT-TAL S.A.C.	267 400,8	91 153,4
NEW TRADE PERU S.A.C.	244 930,6	78 626,2
HASS PERU S.A.	223 344,9	68 491,0
CENCOSUD RETAIL PERU S.A.	198 811,5	72 950,6
SOCIEDAD AGRICOLA DROKASA S.A.	198 234,1	88 979,4
El resto	4 967 793,2	1 362 892,2
Total	11 201 937,9	3 554 205,7

Nota. Adaptado de *Operatividad Aduanera*, por Superintendencia Nacional de Administración Tributaria, 2 018 (<http://www.sunat.gob.pe/operatividadaduanera/index.html>).

Es importante mencionar que el aumento de las agroexportaciones en los últimos años en el país haga incluso mayor la tendencia de incrementar las importaciones de envases del exterior. En efecto, esto debido a la lógica demanda creciente de envases para la exportación de alimentos frescos, en conserva o congelados que estas empresas agroexportadoras requieran como empaque para exportación (ICEX, 2 018).

En conclusión, identificamos que la fabricación de envases clamshell a base de resinas convencionales en el país abunda, y sí existe una cantidad importante de empresas que comercializan y producen bienes sustitutos de nuestro objeto de análisis.

No obstante, fuera del territorio nacional, ya existe la venta de envases por exportación e importación de envases tipo clamshell elaborados con plástico biodegradable a base de PLA u otras resinas naturales. Estas ventas se pueden realizar a través de contacto con las empresas comercializadoras extranjeras por medio de sus páginas web. Estas empresas se encargan de transmitir el pedido y realizar la entrega del producto tras un pago electrónico. Las empresas en Estados Unidos que realizan este tipo de servicios más conocidas corresponden a las siguientes:

- LetsGoGreen.biz: Página web de ventas de productos eco-amigables. Se especializa en platos, vasos, utensilios, envases y bolsas compostables y biodegradables, con certificaciones asegurando estas características. Asimismo, dentro de sus catálogos ofrece la venta de envases tipo clamshell a base de resina PLA elaborada a partir de almidón de maíz norteamericano (LetsGoGreen, 2018).
- Good Start Packaging: Empresa dedicada en elaborar empaques sostenibles con el medio ambiente utilizados en servicios de alimentación, a partir de resinas naturales y de otras materias primas principales (papel, salvado de trigo, cartón). Estos productos incluyen vasos, sorbetes, utensilios, botellas, platos y envases en los que todos tienen la característica de ser compostables y biodegradables. Al igual que en el anterior caso, también comercializa envases tipo clamshell elaborados a base de resina PLA, por medio de su página web (GoodStartPackaging, s.f.).
- WorldCentric.org: Página web perteneciente a World Centric dedicada a la venta en línea de productos 100% compostables al por mayor. Al igual que en los otros dos casos, se dedica a vender productos para uso en alimentación (vasos, platos, bandejas, envases), dentro de los cuales existe la venta de envases tipo clamshell de PLA (WorldCentric.org, s.f.).

Entonces, si bien la producción de estos tipos de envases biodegradables en el país no existe, es bastante fácil acceder a estas páginas y contactarse con estas empresas para poder comprar estos envases al por mayor. Dado que estos productos

son bienes idénticos a los que nuestro estudio preliminar busca producir, consideramos esta oferta como competencia potencial dado que todavía en nuestro país no es conocida la compra de estos mismos por la SUNAT y, por tanto, no es posible cuantificar las entradas de estos productos para calcular las participaciones de mercado en el capítulo siguiente.

Figura 2.7

Envases Clamshell a base de PLA vendidos a través de LetsGoGreen.biz

Eco Products™ Sustainable Disposable Single Use Clear Corn Clamshell Containers

Great for displaying cold food — meets ASTM standards for compostability

These hinged PLA clamshells from Eco Products® are made from 100% U.S. grown corn. With the same look and feel as clear plastic clamshells, these PLA clamshells will completely compost in just 45-60 days. PLA is fully biodegradable, with a heat tolerance of up to 110 degrees (F).

Why put your food in containers made from petroleum-based plastic? Your food comes from nature and now so can its packaging. **NOT MICROWAVE SAFE.**

INGEO™
BIOPLASTIC

COLD FOOD
FRIENDLY

DO NOT
MICROWAVE

COMPOSTABLE
IN COMMERCIAL
FACILITIES*

6"x6"x3" Clear Hinged Clamshell Container

PLA Plastic Clamshell. 100% Compostable.

<p>40-ct pack</p> <p>\$23.40</p> <p><input type="text" value="1"/> <input type="button" value="Add"/></p>	<p>240-ct case</p> <p>\$120.77</p> <p><input type="text" value="1"/> <input type="button" value="Add"/></p>
---	---

8"x8"x3" Clear Hinged Clamshell Container

PLA Plastic Clamshell. 100% Compostable.

<p>40-ct pack</p> <p>\$37.25</p> <p><input type="text" value="1"/> <input type="button" value="Add"/></p>	<p>160-ct pack</p> <p>\$128.42</p> <p><input type="text" value="1"/> <input type="button" value="Add"/></p>
---	---

Nota. De LetsGoGreen. Green products. Great everyday low prices, por LetsGoGreen.biz, s.f. (<http://letsogreen.biz/>)

2.5.2. Participación de mercado de los competidores actuales

Como se mencionó anteriormente, la industria plástica en el país posee de mucha competencia, dada la vasta cantidad de competidores de varios tamaños que existen.

41

Asimismo, se considera que la barrera de entrada para nuevos competidores del producto es bastante baja, de igual manera que esta competencia va a seguir agudizándose gracias al crecimiento del sector agroexportador que requieren estos envases de plástico como insumos para la exportación. Es por esto que se perfila un ambiente muy difícil para esta empresa para lograr captar la participación de mercado de otras empresas en el sector.

Entonces, se muestra la participación de mercado de los competidores actuales, la cual se ha calculado en base a la facturación total de las empresas que aparecen en la base de datos de Perú: The Top 10'000. No obstante, como es de suponerse, en la base de datos no aparecen las facturaciones de todas las empresas calificadas como pequeñas empresas en el sector. Notar que la empresa con menor participación de mercado en la base (0,14%), ya es bastante baja, si bien el cálculo ya es sesgado de todas las empresas pequeñas en la industria.

Tabla 2.16

Participación de mercado de los competidores actuales (2017)

Razón Social	Facturación (Miles PEN)	Participación Facturación	Exportacione s (USD)	Importacione s (USD)
SAN MIGUEL INDUSTRIAS PET S.A.	669 999 999,00	9,14%	27 700 191,00	121 281 812,00
PERUANA DE MOLDEADOS S.A.	419 999 999,00	5,73%	11 907 962,19	41 790 130,60
TIGRE PERU TUBOS Y CONEXIONES S.A.	116 999 999,00	1,60%	472 466,00	24 066 864,00
AMCOR RIGID PLASTICS DEL PERU S.A.	125 999 999,00	1,72%	4 696 142,00	23 392 622,00

(continúa)

(continuación)

Razón Social	Facturación (Miles PEN)	Participación Facturación	Exportaciones (USD)	Importaciones (USD)
IBEROAMERICAN A DE PLASTICOS S.A.C.	284 999 999,00	3,89%	16 060 799,00	22 849 389,00
CORPORACION DE INDUSTRIAS PLASTICAS S.A.	161 999 999 00	2,21%	2 652 640,00	20 657 464,00
INDUSTRIAS DEL ENVASE S.A.	123 999 999,00	1,69%	4 844 956,00	18 597 582,00
INDUSTRIA PROCESADORA DEL PLASTICO S.A.C.	75 999 999,00	1,04%	1 267 578,00	13 842 465,00
CORPLAST CORPORACION PLASTICA E.I.R.L.	31 999 999,00	0,44%	-	9 394 974,00
RESINPLAST S.A.	116 999 999,00	1,60%	3 231 624,00	7 124 368,00
INVERSIONES SAN GABRIEL S.A.	61 999 999,00	0,85%	2 770 556,00	6 401 262,00
IBEROPLAST S.A.C.	16 799 999,00	0,23%	833 386,00	-
TUBERIAS PLASTICAS S.A.C.	12 999 999,00	0,18%	-	-
COMPUESTOS SINTETICOS S.A.	9 899 999,00	0,14%	-	-
El resto (aprox. 90 empresas)	4 816 599 907,00	65,96%	60 521 487,00	564 295 966,00
Total	7 332 299 892,00	100,00%	336 960 447,19	893 087 621,60

Nota. Adaptado de *Peru: The Top 10,000 Companies*, por Peru: Top Publications, 2 018
(<http://www.toponlineapp.com>).

2.6. Definición de la estrategia de comercialización

2.6.1. Políticas de comercialización y distribución

Los envases de plástico biodegradable serán comercializados en cajas de 50 envases con dimensiones de 23,6 cm x 14,8 cm x 8,9 cm., lo cual fue decidido tomando en cuenta los resultados y preferencias de las encuestas realizadas, tal como se evidencia en el capítulo 2.4.8. Además, el segmento de clientes será conformado por empresas con actividades de servicio de comidas y bebidas que se preocupan por el medio ambiente, ubicadas en el Perú. Estos criterios de segmentación fueron establecidos en el capítulo 2.4.6.

Las transacciones comerciales serán a través de mayoristas, quienes serán los intermediarios. Asimismo, el pago a la empresa será a crédito a 30 días, para darle facilidades a los mayoristas. Adicionalmente, la distribución será por vía terrestre, por medio de la contratación de un servicio de tercerización de envío por camiones, dada su flexibilidad para llegar a varios puntos del territorio. Cabe resaltar que, entre los principales mayoristas a contactar, se encuentran compañías como Makro, Mayorsa y Favel.

Respecto a la cantidad de vendedores a contratar, se contratará a tres vendedores para la región de la costa, dos para la sierra y uno para la selva. La razón por la que se asignarán tres vendedores para la costa, a diferencia del resto de regiones, es porque según INEI (2 018), en Lima se concentra la mayor cantidad de empresas de servicios de comidas y bebidas (casi el 40%). Además, según INEI (2 014), “los departamentos donde más se concentraron las nuevas empresas de servicios de comidas y bebidas fueron Lima (34,5%) y La Libertad (7,6%)”. Por otro lado, Madre de Dios (1,0%) y Amazonas (1,0%) son los departamentos que registraron una menor proporción de este tipo de empresas creadas. Si bien la empresa tendrá como intermediarios a los mayoristas, se toma en cuenta el volumen de ventas estimado al público objetivo por departamento para asignar la cantidad de vendedores, dado que el si el porcentaje de ventas en esta región es mayor, se requerirá un mayor tiempo y esfuerzo. Por ende, si Lima representa casi el 40% del mercado objetivo de la empresa, se deberá dedicar más vendedores a cubrir la región a la que pertenece.

2.6.2. Publicidad y promoción

El producto se dará a conocer por medio de una página oficial en redes sociales (Facebook e Instagram), las cuales serán administradas por un coordinador de marketing, quien realizará la función de community manager. Además, se contará con un correo electrónico oficial para contactos con el cliente. Por otro lado, se creará una página en LinkedIn donde se realizarán publicaciones sobre los logros obtenidos como empresa, así como los beneficios del producto y su importancia en la conservación del medio ambiente.

Respecto a las promociones de fidelización, se realizarán sorteos en redes sociales para lograr que las personas compartan publicaciones sobre la marca y el producto en sus historias, tanto de Instagram como de Facebook. De esta forma, se logrará un mayor alcance y que las personas conozcan mejor la marca y sus beneficios medio ambientales. De igual manera, se agregará un código QR en la caja que contiene el producto. Así, este código los podrá redirigir a la página web de la compañía, donde podrán encontrar más información sobre el producto como promociones, redes sociales, características técnicas y beneficios.

Adicionalmente, se realizarán concursos al intermediario, en donde se le dará estantes gratis a las tiendas mayoristas que realicen mayores ventas, de tal forma que estas puedan realizar promociones utilizando dichos estantes. Los mayoristas podrán realizar promociones para la venta del producto regalando estos estantes por cada millar de cajas que se venda, diferenciándose así de la competencia y generando una mayor fidelización con sus clientes. Además, esto generaría mayores ventas dado que las empresas objetivo se verían incentivadas a comprar los envases ya que obtendrían estantes gratis, en donde podrían colocar el producto en sus locales. De esta manera mantendrían los envases siempre en un lugar limpio y ordenado, así como evitarían que estos estén en contacto con el suelo.

Por otra parte, se regalará merchandising a los distribuidores para afianzar el relacionamiento entre empresas. Este merchandising será variado, por lo que se entregará flyers publicitarios (volantes), libretas ecológicas y tazas.

Finalmente, se contará con un equipo de fuerza de ventas capacitado para realizar visitas a los mayoristas (quienes serán los intermediarios), promocionar el producto,

lograr efectuar la venta en coordinación con los contactos internos de la empresa, y ofrecer los servicios postventa.

2.6.3. Análisis de precios

El análisis de precios se centrará en revisar los precios de mercado que ofrecen las diversas compañías para productos sustitutos en el ámbito nacional, y para productos idénticos en el ámbito internacional.

2.6.3.1. Tendencia histórica de los precios

El Informe de riesgos de mercado CASER indica que el índice de precios al por mayor (IPM) de productos plásticos nacionales e importados han presentado evoluciones similares durante los últimos cuatro años y no han seguido la tendencia de precios del petróleo, materia prima base para la producción de los plásticos.

Al cierre del 2016, el IPM de los productos importados presentó un crecimiento de 3,5% anual resultando mayor frente al incremento de 0,2% anual de los productos nacionales. Para el primer bimestre del 2017, el precio de los plásticos nacionales presentó un retroceso de 3,4% interanual respecto al similar periodo del año anterior. Del mismo modo, los productos importados reflejan una tasa negativa de mayor magnitud (-5,7%) indicando un mayor dinamismo en los precios de este rubro. (Maximixe Consult S.A., 2 017)

Esto da a entender que los precios, si bien son algo estables, la tendencia indica que en los años siguientes pueden seguir a la baja, teniendo un mayor impacto en los precios de productos plásticos importados que en los productos plásticos nacionales.

2.6.3.2. Precios actuales

Los precios que actualmente se manejan para los envases biodegradables tipo clamshell a base de PLA se pueden obtener de las páginas web de las empresas extranjeras que las ofrecen en venta en línea. Estas empresas ofrecen los productos por paquetes desde 40,

hasta 240 unidades por paquete. Los precios se detallan según los productos que cada sitio ofrece, los cuales difieren únicamente por las dimensiones en pulgadas de las mismas, y, por tanto, en su volumen de guardado. Se muestran entonces los precios:

Tabla 2.17

Precios de envases biodegradables a base de PLA ofrecidos por sitios web (2018)

Sitio de venta	Producto (Desc. Comercial)	Und. / paquete	Precio / paquete (USD)	Precio / und (USD)
^a LetsGoGreen.biz	6"x6"x3" Clear Hinged Clamshell Container	40	23,40	0,59
	PLA	240	120,77	0,50
	8"x8"x3" Clear Hinged Clamshell Container	40	27,35	0,68
	PLA	240	128,42	0,54
	9"x5"x3.5" Hoagie Clear Clamshell Container	40	23,89	0,60
	PLA	240	128,82	0,54
^b GoodStartPackaging	Clear Clamshell PLA 9 x 5 x 3 250 count	250	71,99	0,29
	Clear Clamshell PLA 6 x 6 x 3 250 count	250	58,83	0,24
	Clear Clamshell PLA 8 x 8 x 3 250 count	250	103,17	0,41
	Clear Clamshell PLA 7 x 7 x 3 250 count	250	68,69	0,27
^c WorldCentric.org	6x6x3 - Clear Ingeo™ Hinged Clamshell	125	41,36	0,33
	PLA	250	70,32	0,28
	6.75x6.75x3 - Clear Ingeo™ Hinged Clamshell	50	18,03	0,36
	PLA	250	76,67	0,31
	8x8x3 - Clear Ingeo™ Hinged Clamshell	125	68,87	0,55
	PLA	250	117,08	0,47
	9x5x3 - Clear Ingeo™ Hinged Clamshell	125	48,64	0,39
PLA	250	82,70	0,33	

^aLetsGoGreen.biz (s.f.). ^bGoodStartPackaging (s.f.). ^cWorldCentric.org (s.f.).

Se perfila, entonces, que el precio promedio por unidad de envase, en general, es de 0,43 \$/ unidad, o aproximadamente 1,43 S/ por unidad. No obstante, es importante también determinar el precio unitario promedio de los envases con respecto a las dimensiones de estas, dado que ese es uno de los principales factores que los clientes toman en cuenta a la hora de comprar estos envases.

Tabla 2.18

Precio unitario promedio de envases biodegradables a base de PLA, según dimensiones

Dimensiones Largo x Ancho x Alto (pulgadas)	Dimensiones Largo x Ancho x Alto (cm.)	Precio unitario promedio (USD)	Tipo de cambio (PEN/USD)	Precio unitario promedio (PEN)
6" x 6" x 3"	15,2 cm, x 15,2 cm, x 7,6 cm	0,39	3,33	1,29
8" x 8" x 3"	20,3 cm, x 20,3 cm, x 7,6 cm,	0,53	3,33	1,77
9" x 5" x 3"	22,9 cm, x 12,7 cm, x 7,6 cm,	0,43	3,33	1,43

Por otro lado, los precios actuales de envases tipo clamshell elaborados a base de PET, presentan precios bastante menores por unidad gracias al menor costo de la materia prima para producirlos. Por medio de la página web de comercialización de productos para uso en agroindustria Agromarket.pe (2 018), se han obtenido precios para productos tipo clamshell elaborados por PAMOLSA, empresa contendiente a ser líder en la industria como vimos en capítulos anteriores, los cuales se muestran a continuación.

Tabla 2.19

Precios de envases tipo clamshell a base de resina PET en Perú (2 018)

Descripción comercial	Unidades por empaque	Precio por empaque (PEN)	Dimensiones (Largo x Alto x Ancho en cm.)	Precio unitario (PEN)
Clamshell H40 Pet 125g	1 000	260,00	10,7 x 10,7 x 4	0,26
Clamshell 11oz 5x7 H4A	1 000	285,00	18,3 x 12,2 x 4,1	0,29
Clamshell 18oz 5x7 H44	1 000	612,00	18,3 x 12,2 x 4,4	0,61

(continúa)

(continuación)

Descripción comercial	Unidades por empaque	Precio por empaque (PEN)	Dimensiones (Largo x Alto x Ancho en cm.)	Precio unitario (PEN)
Clamshell 18oz 5x7 H65	380	240,00	18,3 x 12,2 x 6,6	0,63
Clamshell 500g H90 TR	480	365,00	18,6 x 11,0 x 9	0,76
Clamshell 3lb H126 TR PET	225	625,00	19,0 x 18,6 x 12,6	2,78
Clamshell 4lb H110 TR PET	166	855,00	29,0 x 19,0 x 11,0	5,15

Nota. Los datos son de unidades, precio por empaque y dimensiones son de Agromarket.pe (2 018).

Notar que, a comparación de envases de similares dimensiones hechos a base de PLA, los envases PET pueden llegar a tener un costo menor que el de la mitad. Sin embargo, los precios suben a medida que el envase tiene más capacidad de carga.

2.6.3.3. Estrategia de precio

Vemos entonces que, a comparación de los envases convencionales, los envases de plástico biodegradables pueden llegar a costar más del doble, según los precios estudiados. Esto implica afirmar que el cliente va a tener que pagar más por el factor medioambiental que ofrece nuestro producto. Por lo tanto, la estrategia de precio que se va a aplicar para nuestro producto será de buscar la fijación de precios basada en el valor, es decir, fijar precios en base al valor percibido por los clientes y no en el costo de quien vende (Kotler, 2 007).

Los resultados de las encuestas realizadas denotan que, más del 50% de las empresas que fueron parte del estudio de mercado para recopilar datos primarios prefieren pagar hasta 20% más por envases de plástico biodegradable, respecto a envases convencionales que demoran años en descomponerse. La opción más preferida, después de esta, fue la de pagar hasta un 40% más. Si bien los resultados pueden estar sesgados por el inevitable deseo de las empresas por obtener un mejor producto con mayor valor al menor precio posible, son resultados que no hay que dejar de tomar en cuenta, ya que es el mercado quien define el precio.

Por lo tanto, tomando como base al precio del envase Clamshell 18oz 5x7 H65 y Clamshell 500g H90 TR de Pamolsa, cuyas dimensiones se asemejan más al de nuestro

producto ofrecido, se realiza el cálculo del precio de nuestro producto. El cálculo consiste en hallar un factor de ponderación de los resultados de la encuesta para determinar el incremento final máximo respecto al precio base. Entonces, dado que el 56,53% de los encuestados dijo que pagaría hasta 20% más; el 34,94% pagaría hasta 40% más, y el resto dijo que no pagaría más por este producto, el incremento final tendría como resultado un precio final del producto de 0,95 S/ por unidad.

Tabla 2.20

Determinación del precio final unitario del producto del estudio preliminar

	Precio Base unitario	Precio Base promedio	Incremento de precio determinado por el mercado (Resultado de la encuesta)			Precio final unitario
			56,53%	34,94%	8,52%	
Clamshell 18oz 5x7 H65	0,63	0,7	20%	40%	0%	0,9521
Clamshell 500g H90 TR	0,76					

Nota. Los precios base son de Agromarket.pe (2 018).

CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA

3.1. Identificación y análisis detallado de los factores de localización

3.1.1. Cercanía a puertos

Debido a que la resina de ácido poliláctico, materia prima del producto, no es procesada en el Perú, deberá ser importada en su totalidad. En este sentido, la cercanía a los puertos es relevante debido a que los tiempos y costos invertidos en la obtención de PLA, esencial para el proceso, dependerán de este factor.

Asimismo, este factor se tendrá en consideración para la micro localización de la planta, al calcular el tiempo de llegada del distrito hacia el puerto principal del departamento elegido.

Tabla 3.1

Escala de calificación de cercanía a puertos para macro localización

Calificación	Rango (Km.)	Rango (horas)	Puntaje
Excelente	[0; 50>	[0;1>	7
Bueno	[50; 100>	[1;2>	5
Regular	[100; 150>	[2; 3>	3
Malo	[150; 200]	[3;4]	1

3.1.2. Cercanía a mercado

Si bien el mercado objetivo es todo el Perú, se tomará como principal destino a Lima debido a que según INEI (2 018), en Lima se concentra la mayor cantidad de empresas de servicios de comidas y bebidas (casi el 40%). Además, según INEI (2 014), el departamento donde más se concentraron las nuevas empresas de servicios de comidas y bebidas es Lima (34,5%). De esta manera debido a que la mayor cantidad de ventas se centraría en Lima, la distancia a este departamento influirá de forma determinante en los costos y tiempos empleados para la distribución del producto.

Por otro lado, en la micro localización, la cercanía a los mercados pueden ser medidas a través de la densidad empresarial en cada distrito, dado que a mayor cantidad de empresas por km² que haya en el distrito, habrá mayor probabilidad de encontrar empresas de servicios que puedan ser clientes de nuestro negocio.

Tabla 3.2

Escala de calificación del factor de cercanía de mercado meta para macro localización

Calificación	Rango (Km.)	Rango (horas)	Puntaje
Excelente	[0;500>	[0; 7,5>	7
Bueno	[500; 1 000>	[7,5; 15>	5
Regular	[1 000; 1 500>	[15; 22,5>	3
Malo	[1 500; 2 000>	[22,5; 30]	1

3.1.3. Costo de terreno

Este factor consiste en el costo de venta de terrenos industriales (USD/m²), el cual está directamente relacionado con una ubicación en específica. En el caso del este proyecto, se decidió comprar el terreno dado que, al hacerlo, se adquiere un activo que sube de valor con el tiempo. Además, al comprarlo, se le puede hacer todo tipo de modificaciones para adaptarlo a las características específicas de producción y capacidad. Por otro lado, la empresa ya no estaría sujeta al alza de precios por alquiler.

Para la micro localización, se elaboró otra escala de calificación:

Tabla 3.3

Escala de calificación del factor de costo de terreno para macro localización

Calificación	Rango (USD)	Puntaje
Excelente	[1; 100>	7
Bueno	[100; 200>	5
Regular	[200; 300>	3
Malo	[300; 400]	1

3.1.4. Disponibilidad de mano de obra

Se requiere de personal técnico capacitado para operar o supervisar las máquinas indispensables en el proceso productivo. Es por ello, que se toma en consideración el dato de población económicamente activa desocupada. Esta población engloba a las personas que no tienen ocupación y que buscan activamente empleo.

Tabla 3.4

Escala de calificación del factor de disponibilidad de mano de obra para macro localización

Calificación	Rango (USD)	Puntaje
Excelente	[225 000;300 000>	7
Bueno	[150 000; 225 000>	5
Regular	[75 000;150 000>	3
Malo	[0;75 000>	1

3.1.5. Costo de agua

El costo de agua (soles/m³) se divide en cargo fijo y cargo por volumen. Este último varía según el rango de consumo, por localidad del departamento y según categoría (la cual es industrial, en este caso). Asimismo, la tarifa es diferente para agua potable y alcantarillado. Para efectos del análisis de este factor, se tomará en consideración el cargo por volumen, tanto del agua potable como del alcantarillado, del mayor rango de la categoría industrial.

Cabe resaltar que el agua en las instalaciones básicamente será empleada para temas de limpieza, alcantarillado y desagüe en la planta.

Tabla 3.5

Escala de calificación del factor de costo de agua para macro localización

Calificación	Rango de agua potable (soles/ m ³)	Rango de alcantarillado (soles/ m ³)	Puntaje
Excelente	[0;1,5>	[0;0,5>	7
Bueno	[1,5;3>	[0,5;1>	5
Regular	[3;4,5>	[1;2>	3
Malo	[4,5;6]	[2;3,5]	1

3.1.6. Facilidad de acceso

Este factor se refiere al tiempo promedio de la ruta desde la alternativa de micro localización (distrito) hacia el punto estratégico más cercano para la distribución del producto. Según Colliers International (2 018), para Lima solamente existen más de 6 puntos estratégicos importantes, entre los cuales destacan el acceso a la Carretera central, al Peaje Evitamiento, a la Panamericana Sur, entre otros.

Este factor indica qué tan estratégica es la ubicación de la planta para realizar la distribución terrestre con mayor eficiencia en tiempos y rutas. La escala de calificación se detallará en el análisis de micro localización.

3.1.7. Indicador de inseguridad

Es importante, asimismo, tener en cuenta un indicador de inseguridad a la hora del análisis de la micro localización dado que este refleja la probabilidad de que la empresa, a nivel patrimonio, capital humano o de activo fijo, pueda sufrir distintos tipos de percances que puedan ocasionar daños importantes, los cuales se tendrían como consecuencia altas cantidades de gastos extraordinarios. De esta forma, se usará este indicador que refleja el número de denuncias por comisión de delitos, de acuerdo al distrito, según la INEI (2 018).

La escala de calificación de este factor se detallará en el análisis de micro localización dado que, según departamento, los distintos indicadores son variados entre sí.

3.1.8. Costo de energía eléctrica

Para efectos de la evaluación de macro localización, es importante considerar el costo de energía eléctrica. Esta última se consume en gran medida debido al empleo de máquinas y equipos eléctricos para la fabricación de los envases. Para esta evaluación, se empleará la Tarifa BT5A (tarifa con doble medición de energía 2E) para efectos comparativos entre

las diferentes opciones de localización de la planta. A continuación, se muestra la escala de calificación de este factor:

Tabla 3.6

Escala de calificación del factor de costo de energía eléctrica para macro localización

Calificación	Rango (soles/ kW.h)	Puntaje
Excelente	[0,50>	7
Bueno	[50; 100>	5
Regular	[100; 150>	3
Malo	[150; 200>	1

3.2. Identificación y descripción de las alternativas de localización

Para la identificación de las alternativas de macro localización, se consideraron dos importantes criterios. El primero fue la cercanía a los puertos, dado que se necesita importar la materia prima, como se mencionó anteriormente. Y el segundo, fue la cercanía al principal mercado objetivo (Lima). Así, tomando en cuenta los criterios anteriormente mencionados, se evaluó ciudades que estuvieran en la costa, y por consiguiente cerca a Lima. Seguidamente, se seleccionó como alternativas a Lima, Arequipa y La Libertad.

La distancia desde dichas ubicaciones al puerto más cercano varía. En el caso de Lima, se consideró relevante su cercanía al puerto del Callao, el cual es el puerto de mayor envergadura en el país. En el caso de Arequipa, su cercanía al puerto Matarani fue decisiva. Este último es “el puerto más importante del sur” (“Matarani: El puerto más importante del sur”, 2 017). Por último, la proximidad de La Libertad al puerto de Salaverry, ubicado en Trujillo, fue de gran importancia.

3.3. Determinación del modelo de evaluación a emplear

El modelo de evaluación empleado es el método de ranking de factores debido a que se analiza de manera cuantitativa la localización de la planta, tomando en cuenta distintos factores considerados relevantes. A cada uno de estos factores se le otorgará un nivel de importancia, en comparación a los otros. Posteriormente, a cada alternativa de

localización se le otorgará un puntaje, dependiendo de cada factor, y de acuerdo con los criterios señalados en la sección 3.1.

3.4. Evaluación y selección de localización

3.4.1. Evaluación y selección de la macro localización

Para efectos de evaluar la macrolocalización de la planta se toman en cuenta los siguientes factores:

- **Cercanía a puertos:** En el caso de Lima, se mide la distancia en kilómetros y en horas al puerto del Callao; en el de Arequipa, se mide la distancia entre el departamento y el puerto Matarani; y finalmente en el caso de La Libertad, se mide la distancia entre el departamento y el puerto Salaverry.

Tabla 3.7

Cercanía a puertos para macro localización

Departamento	Distancia a puerto más cercano	
	En kilómetros	En horas
Lima	12	0,5
Arequipa	115	2,1
La Libertad	128	3,3

Nota. Adaptado de *Calculadora de distancias*, Entfernungsrechner, s.f. (<https://www.entfernungsrechner.net/es/>)

- **Cercanía al mercado:** Tal como se mencionó anteriormente, se evaluará tanto la distancia en kilómetros al departamento de Lima, como las horas que tomaría este trayecto.

Tabla 3.8*Distancia al mercado objetivo para macro localización*

Departamento	Distancia al mercado meta	
	En kilómetros	En horas
Lima	0	0
Arequipa	1 009	15,5
La Libertad	561	8

Nota. La distancia en kilómetros fue obtenida del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (s.f.); y en horas, de Entfernungsrechner (s.f.).

- **Costo de terreno:** Como se mencionó anteriormente, se evalúa el costo de venta promedio de terrenos según Valia (2 018).

Tabla 3.9*Costo de terreno para macro localización*

Departamento	Costo de venta (USD/m ²)
Lima	250
Arequipa	300
La Libertad	173

Nota. El costo de venta fue obtenido de Valia (2 018).

- **Disponibilidad de mano de obra:** Medida por la cantidad de personas que forman parte de la población económicamente activa desocupada según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) al año 2 015.

Tabla 3.10*Disponibilidad de PEA Desocupada para macro localización*

Departamento	PEA desocupada (personas) en el año 2 015
Lima	257 353
Arequipa	27 158
La Libertad	33 875

Nota. Adaptado de *Sistema de información integral para la toma de decisiones*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2 015 (<http://webinei.inei.gob.pe:8080/SIRTOD/inicio.html#app=8d5c&d4a2-selectedIndex=0&d9ef-selectedIndex=1>).

- **Costo de agua:** El costo de agua (soles/m³) varía por departamento. En el caso de Lima, según el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (2 015), al año 2 015 el cargo fijo es de 4,89 soles al mes. Adicionalmente, se deberá pagar un cargo por volumen, el cual será, para el rango más alto, de 5,212 soles/ m³ por agua potable; y 2,352, por alcantarillado. Ambas tarifas no incluyen I.G.V.

Tabla 3.11

Estructura tarifaria por los servicios de agua potable y alcantarillado- SEDAPAL S.A.

Categoría	Rango de Consumo (soles/ m ³)	Tarifa	
		Agua potable	Alcantarillado
Industrial	0 a 1 000	4,858	2,193
	1 000 a más	5,212	2,352

Nota. Adaptado de *Estructura tarifaria aprobada mediante resolución del consejo directivo N° 022-2015-SUNASS-CD*, por Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima, 2 015 (http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=e52230b3-8b48-4f56-8af4-10e7fcb849e8&groupId=29544).

Por otro lado, según la Superintendencia Nacional de Servicios y Saneamiento (SUNASS, 2 014), la estructura tarifaria de La Libertad depende del grupo de localidades en la que se encuentra. De esta forma, existen dos grupos de localidades que tienen una misma carga fija de 3,04 soles, pero cuentan con diferentes cargas variables. Se tomará la tarifa mayor del segundo rango de consumo para efectos de evaluación. Así, se cuenta con una tarifa de 5,755 soles /m³ por agua potable; y 3,138 soles por alcantarillado.

Tabla 3.12

Estructura tarifaria para las localidades de Trujillo, La Esperanza, Florencia de Mora, El Porvenir, Víctor Larco, Huanchaco y Salaverry

Categoría	Rango de consumo (soles/ m ³)	Tarifa	
		Agua potable	Alcantarillado
Industrial	0 a 100	5,002	2,727
	100 a más	5,755	3,138

Nota. Adaptado de *Estudio Tarifario EPS SEDALIB S.A.*, por Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, 2 014 (<http://www.sedalib.com.pe/upload/drive/42015/20150429-1243707520.pdf>).

Tabla 3.13

Estructura tarifaria para las localidades de Chepén, Puerto Malabrigo, Paiján, Moche, Chocope y Pacanguilla

Categoría	Rango de consumo (soles/m ³)	Tarifa	
		Agua potable	Alcantarillado
Industrial	0 a 100	4,115	2,019
	100 a más	4,758	2,334

Nota. Adaptado de *Estudio Tarifario EPS SEDALIB S.A.*, por Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, 2 014 (<http://www.sedalib.com.pe/upload/drive/42015/20150429-1243707520.pdf>).

Por último, en el caso de Arequipa, según la SUNASS (2 014), se cuenta con un cargo fijo de 2,78 soles mensuales. Además, para efectos de evaluación, se toma la tarifa variable más alta de los tres grupos de localidades, la cual es 3,302 soles /m³ por agua potable; y 1,356 soles por alcantarillado.

Tabla 3.14

Estructura Tarifaria Vigente—Localidades: Arequipa Metropolitana, La Joya, Camaná, Mollendo, Matarani, Mejía, La Curva, El Arenal, Cocachacra y Punta de Bombón

Categoría	Rango de Consumo (soles/m ³)	Tarifa	
		Agua potable	Alcantarillado
Industrial	0 a más	3,302	1,356

Nota. Adaptado de *Servicio de agua potable y alcantarillado de Arequipa*, por Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, 2 014 (https://www.sunass.gob.pe/websunass/index.php/sunass/regulacion-tarifaria/estudios-tarifarios/cat_view/419-regulacion-tarifaria/28-estudios-tarifarios/301-finales/460-arequipa-sedapar-s-a)

Tabla 3.15

Estructura Tarifaria Vigente–Localidades: Aplao, Atico, Yauca, Chala, Caravelí, Chivay y El Pedregal

Categoría	Rango de Consumo (soles/m ³)	Tarifa	
		Agua potable	Alcantarillado
Industrial	0 a más	2,146	1,142

Nota. Adaptado de Servicio de agua potable y alcantarillado de Arequipa, por Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, 2 014

(https://www.sunass.gob.pe/websunass/index.php/sunass/regulacion-tarifaria/estudios-tarifarios/cat_view/419-regulacion-tarifaria/28-estudios-tarifarios/301-finales/460-arequipa-sedapar-s-a).

Tabla 3.16

Estructura Tarifaria Vigente–Localidades: Cotahuasi y Chuquibamba

Categoría	Rango de Consumo (soles/m ³)	Tarifa	
		Agua potable	Alcantarillado
Industrial	0 a más	1,116	0,544

Nota. Adaptado de Servicio de agua potable y alcantarillado de Arequipa, por Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, 2 014

(https://www.sunass.gob.pe/websunass/index.php/sunass/regulacion-tarifaria/estudios-tarifarios/cat_view/419-regulacion-tarifaria/28-estudios-tarifarios/301-finales/460-arequipa-sedapar-s-a).

- **Costo de energía eléctrica:** Como se mencionó anteriormente, se evaluará la tarifa BT5A (Tarifa con doble medición de energía 2E), con cargo por energía activa en punta para los tres departamentos, como se puede observar en el siguiente cuadro:

Tabla 3.17*Costo por energía eléctrica*

Media Tensión	ctm. S//kW.h	Departamento	Pliego	Empresa
Costo de energía activa en punta	123,63	Lima	Lima norte	Enel Distribución (ex-Edelnor)
	147,85	Arequipa	Arequipa	Seal
	155,73	La Libertad	Trujillo	Seal

Nota. Adaptado de *Pliegos Tarifarios aplicables al cliente final*, por Organismo Supervisor de la Inversión en Energía, 2 019 (<http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/regulacion-tarifaria/pliegos-tarifarios/electricidad/pliegos-tarifarios-cliente-final>).

Con el objetivo de otorgarle un peso a cada factor en la tabla de enfrentamiento, se determina el orden de importancia de cada uno de estos factores. Así, se define la cercanía al mercado como el factor más importante debido a que se desea ahorrar costos relacionados al transporte y distribución del producto terminado, así como optimizar el tiempo invertido en dichas actividades. En segundo lugar, está la cercanía a los puertos. En tercer lugar, se encuentra el costo del terreno. Y, por último, se encuentran el costo de agua y la disponibilidad de mano de obra.

Para efectos de la evaluación, se deberá tener en consideración la siguiente leyenda:

- F1. Cercanía a puertos
- F2. Cercanía a mercado
- F3. Costo de terreno
- F4. Disponibilidad de mano de obra
- F5. Costo de agua
- F6. Costo de energía eléctrica

Tabla 3.18*Matriz de enfrentamiento para los factores de macro localización*

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	Conteo	Peso (%)
F1: Cercanía a puertos	X	0	1	1	1	1	4	25,00%
F2: Cercanía a mercado	1	X	1	1	1	1	5	31,25%
F3: Costo de terreno	0	0	X	1	1	0	2	12,50%
F4: Disponibilidad de m.o.	0	0	0	X	1	0	1	6,25%
F5: Costo de agua	0	0	0	1	X	0	1	6,25%
F6: Costo de electricidad	0	0	1	1	1	X	3	18,75%
							16	100%

De acuerdo con los puntajes y criterios asignados por cada factor en el capítulo 3.1, se le asigna un puntaje determinado a cada departamento. Una vez asignados los puntajes establecidos según las escalas de calificación, se realiza entonces el ranking de factores para elegir la opción más acertada de macro localización.

Tabla 3.19

Ranking de factores entre las alternativas de macro localización

Factores	Ponderación	<i>Lima</i>		<i>Arequipa</i>		<i>La Libertad</i>	
		Calificación	Total	Calificación	Total	Calificación	Total
F1	25,00%	7	1,75	3	0,75	3	0,75
F2	31,25%	7	2,19	3	0,94	5	1,56
F3	12,50%	3	0,38	1	0,13	5	0,63
F4	6,25%	7	0,44	1	0,06	1	0,06
F5	6,25%	1	0,06	3	0,19	1	0,06
F6	18,75%	3	0,56	3	0,56	1	0,19
			4,81		2,06		3,06

En definitiva, se escoge a Lima como ubicación de macro localización a dado que obtuvo el mayor puntaje en el ranking de factores. Así, se llega a la conclusión que es la ubicación más favorable para la ubicación de la planta.

3.4.2. Evaluación y selección de la micro localización

De acuerdo al reporte industrial al primer semestre del 2 018 de Colliers International (2 018), dentro de Lima se pueden identificar 8 grandes zonas de concentración de actividad industrial: Centro, Norte 1 y 2, Este 1 y 2, Sur 1 y 2, y Oeste.

Dado que nuestro estudio preliminar busca como factores más importantes la cercanía al mercado y la cercanía a la materia prima, estos factores permanecieron para la micro localización del proyecto, y por tanto se eligieron distritos ubicados en la Zona Sur 1 como alternativas de micro localización principalmente por mantenerse en la costa del departamento y tener facilidad de acceso a la carretera como principal medio estratégico de distribución. Entonces, los distritos elegidos son:

- Chorrillos
- Villa El Salvador
- Lurín

Puesto que OSINERGMIN (2 019) reporta que Lima Sur posee un solo tarifario de electricidad para todos sus distritos, con empresa proveedora “Luz del Sur”, el factor relacionado al costo de energía eléctrica puede ser omitido en la micro localización. Por lo tanto, los factores que se tomaron en consideración por ser pertinentes para la evaluación de micro localización son:

F1. Cercanía al puerto (tiempo promedio de llegada a APM Terminals Callao)

F2. Cercanía al mercado (densidad empresarial en el distrito correspondiente)

F3. Costo de terreno industrial por metro cuadrado (USD)

F4. Facilidades de acceso a puntos estratégicos (tiempo promedio de ruta hacia el Peaje Evitamiento, u otros accesos a carreteras más cercanos)

F5. Indicador de inseguridad (número de denuncias por comisión de delitos en el distrito)

Se muestra entonces, la matriz de enfrentamiento entre los factores seleccionados, para determinar el peso relativo que cada uno tendrá en el análisis, seguido de la evaluación de los factores de micro localización, según cada alternativa.

Tabla 3.20

Matriz de enfrentamiento para los factores de micro localización

Factores	F1	F2	F3	F4	F5	Conteo	Peso (%)
F1	X	1	1	1	1	4	28,57%
F2	1	X	1	1	1	4	28,57%
F3	0	1	X	1	1	3	21,43%
F4	0	1	0	X	1	2	14,29%
F5	0	0	0	1	X	1	7,14%
						14	100%

Tabla 3.21*Evaluación de los factores de micro localización, según alternativa*

Factor	Indicador	Alternativas de micro localización		
		Chorrillos	Villa El Salvador	Lurín
F1	Tiempo promedio a APM Terminals (Callao) ^a	1h 50 min	2h	2h 20 min
F2	Densidad empresarial en el distrito (Empresas por Km ²) ^b	645,8	875,1	39,5
F3	USD / m ² ^c	600	377	182
F4	Tiempo promedio hacia el Peaje Evitamiento ^a	55 min	50 min	1h 5 min
F5	Número de denuncias por comisión de delitos al 2017 ^d	6 958	4 143	1 476

^a Entfernungsrechner (s.f.). ^b Instituto Nacional de Estadística e Informática (2 017). ^c Colliers International (2 018). ^d Instituto Nacional de Estadística e Informática (2 018).

Para asignar el puntaje adecuado para cada alternativa de micro localización según el factor empleado, se han elaborado cinco escalas de calificación de puntaje proporcional a los indicadores utilizados, a partir de datos recopilados para las tres alternativas junto con otros distritos de Lima, así como se hizo en el análisis de macro localización.

Tabla 3.22*Escalas de calificación para los factores de micro localización*

Distrito	Tiempo a APM Terminals (min)^a		Calif.	Rango (min)	Puntaje
San Juan de Lurigancho	75		Excelente	[0; 45>	7
Chorrillos	110	F1	Bueno	[45; 90>	5
Villa El Salvador	120		Regular	[90; 135>	3
Lurín	140		Malo	[135; +>	1
Puente Piedra	210				
Distrito	Densidad empresarial empresas por Km²_b		Calif.	Rango (Empresas por Km²)	Puntaje
La Victoria	7 167,7		Excelente	[1500; +>	7
Los Olivos	2 152,4	F2	Bueno	[1000; 1500>	5
Santiago de Surco	1 343,5		Regular	[500; 1000>	3
Villa El Salvador	875,1		Malo	[0; 500>	1
Chorrillos	645,8				
Lurín	39,5				
Distrito	Costo por m² (USD)^c		Calif.	Rango (USD)	Puntaje
Cercado de Lima	1 043		Excelente	[0; 250>	7
Chorrillos	600	F3	Bueno	[250; 500>	5
Villa El Salvador	377		Regular	[500; 750>	3
Comas	322		Malo	[750; +>	1
Lurín	182				
Distrito	Tiempo a punto estratégico más cercano (min)^a		Calif.	Rango (min)	Puntaje
Cercado de Lima	23		Excelente	[0; 30>	7
Villa El Salvador	50	F4	Bueno	[30; 60>	5
Chorrillos	55		Regular	[60; 90>	3
Lurín	65		Malo	[90; +>	1
San Juan de Lur.	75				
Puente Piedra	100				

(continúa)

(continuación)

Distrito	Denuncias por comisión de delitos ^d	% Denuncias respecto al total		Calif.	Rango (%)	Puntaje
Lima	13 948	7,80%		Excelente	[0; 1>	7
Callao	8 027	4,49%		Bueno	[1; 2>	5
Chorrillos	6 958	3,89%	F5	Regular	[2; 3>	3
Santiago de Surco	6 380	3,57%		Malo	[3; +>	1
Villa El Salvador	4 143	2,32%				
Ventanilla	3 594	2,01%				
Lurín	1 476	0,83%				
Total	178 766	100%				

^a Entfernungsrechner (s.f.). ^b Instituto Nacional de Estadística e Informática (2 017). ^c Colliers International (2 018). ^d Instituto Nacional de Estadística e Informática (2 018).

Entonces, una vez realizada la asignación de puntajes establecidos anteriormente, para cada alternativa de micro localización se calcula el ponderado total y se hace la sumatoria de puntajes para obtener la alternativa ganadora mediante otro ranking de factores mostrado a continuación:

Tabla 3.23

Ranking de factores entre las alternativas de micro localización

Factor	Ponderación	Chorrillos		Villa El Salvador		Lurín	
		Calificación	Total	Calificación	Total	Calificación	Total
F1	28,57%	3	0,857	3	0,857	1	0,286
F2	28,57%	3	0,857	3	0,857	1	0,286
F3	21,43%	3	0,643	5	1,071	7	1,50
F4	14,29%	5	0,714	5	0,714	3	0,429
F5	7,14%	1	0,071	3	0,214	7	0,50
			3,14		3,71		3,00

Se observa, entonces, que la alternativa de micro localización ganadora fue Villa El Salvador, distrito perteneciente a la Zona Sur 1 de Lima.

CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA

4.1. Relación tamaño-mercado

La relación tamaño-mercado se tomó de la demanda del proyecto. En la siguiente tabla se podrá observar la demanda proyectada para el horizonte de vida del proyecto, tanto en kilogramos como en envases por año:

Tabla 4.1

Relación tamaño-mercado

Año	Demanda del proyecto (Kg./año)	Demanda del proyecto (envases/año)
2 019	106 806,32	3 560 211
2 020	118 192,79	3 939 760
2 021	130 793,16	4 359 773
2 022	144 736,83	4 824 562
2 023	160 167,02	5 338 901

De esta manera se determina que el tamaño-mercado para el último año del proyecto es de 160 167,02 Kg./año o 5 338 901 envases/año.

4.2. Relación tamaño-recursos productivos

En lo referente a la resina de ácido poliláctico, como materia prima principal del proceso, no es considerado como un factor limitante. Como se mencionó en el capítulo II, la resina es un componente producido en diversos países y puede ser exportado sin mayor problema.

Según Plastics Insight (s.f), el país que lidera la exportación de ácido poliláctico es Estados Unidos, el cual tuvo un valor de 116,47 millones de dólares en valor de exportación de PLA en el año 2 016; seguido de Países Bajos, con 32,8 millones de dólares. Se plantea entonces que la disponibilidad de materia prima que puede captarse

para nuestro proyecto no es limitante para el tamaño de planta, al tener una vasta cantidad de insumo a nivel global.

4.3. Relación tamaño-tecnología

La relación tamaño-tecnología es determinada por la capacidad de procesamiento general de los equipos en la planta, traducida a kilogramos de producto terminado por hora. Dado que el proceso de producción de los envases clamshell de PLA constituye principalmente procesos de extrusión y termoformado, previo secado de la resina bruta de PLA, las máquinas involucradas determinan entonces la capacidad de procesamiento del material.

Para la determinación de este tamaño se calcula la capacidad teórica, la cual es la capacidad instalada, hallada en el capítulo 5.4.2., sin los ajustes del factor de utilización ni de eficiencia.

Tabla 4.2

Relación tamaño-tecnología

Año	Tamaño-tecnología (kg/año)	Tamaño-tecnología (envase/año)
Secado	243 118,12	8 103 937,25
Extrusión	491 147,71	16 371 590,40
Termoformado y corte	372 081,60	12 402 720,00

Se observa entonces que, el proceso cuello de botella es el de secado, con una capacidad de producción teórica de 243 118,12 Kg./año o 8 103 937,25 envases/año, determinando entonces la relación tamaño-tecnología.

4.4. Relación tamaño-punto de equilibrio

El punto de equilibrio es el punto en donde el ingreso bruto es igual a los gastos que se incurren en el proyecto.

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costo fijo}}{\text{Precio} - \text{Costo variable}}$$

Se entiende que es lo mínimo que se necesitaría producir para no contar con pérdidas. Así, se hallará considerando el costo fijo, costo variable y el precio unitario sin contar la ganancia del canal, la cual consiste en el 20% del precio definido según British Columbia (2 017).

Tabla 4.3

Cálculo de la relación tamaño - punto de equilibrio

	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023
Cto. fijo	877 940,78	895 728,68	1 018 404,96	1 041 345,87	1 072 263,58
Cto. variable	0,1496	0,1396	0,1722	0,1600	0,1491
Precio unitario	0,76	0,76	0,76	0,76	0,76
Pto. equilibrio (envases/año)	1 438 267,77	1 443 846,36	1 732 494,51	1 735 683,81	1 755 129,91
Pto. equilibrio (kg/h)	8,99	9,02	7,22	7,23	7,31

Así, se determina que el tamaño-punto de equilibrio del último año es de 1 755 129,91 envases/año.

4.5. Selección del tamaño de planta

En el siguiente cuadro, se encuentra el resumen de los tamaños de planta encontrados para el último año del proyecto:

Tabla 4.4*Selección de tamaño de planta*

	Relación tamaño–mercado (envases/año)	Relación tamaño–recursos productivos	Relación tamaño–tecnología (envases/año)	Relación tamaño–punto de equilibrio (envases/año)	Tamaño de planta (envases/año)
2 019	3 560 211,00		8 103 937,25	1 438 267,77	3 560 211,00
2 020	3 939 760,00		8 103 937,25	1 443 846,36	3 939 760,00
2 021	4 359 773,00	No limitante (materia prima se va a importar)	8 103 937,25	1 732 494,51	4 359 773,00
2 022	4 824 562,00		8 103 937,25	1 735 683,81	4 824 562,00
2 023	5 338 901,00		8 103 937,25	1 755 129,91	5 338 901,00

Entonces, el tamaño de planta, viene a ser determinado por la relación tamaño-mercado del último año, con una capacidad de 5 338 901 envases/año. De esta forma, el tamaño tecnología se deberá adecuar a este tamaño.

CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1. Definición técnica del producto

Se presentará, entonces, la definición técnica del producto según su tipo y según la materia prima con la que fabricará.

Tipo: El producto a fabricar es un envase tipo clamshell, un contenedor de una pieza a menudo transparente y de plástico que consiste de dos mitades articuladas mediante una pequeña superficie similar a una bisagra. Esta misma estructura permite encerrar dentro otros productos en un compartimiento cuya capacidad está en función del diseño y dimensiones de las dos mitades del envase, simulando el efecto que tienen las conchas en moluscos bivalvos, como las ostras o las almejas (Andex Thermoforming & Printing, s.f.).

Figura 5.1

Presentación de un envase tipo clamshell



Nota. De *Catalog: Our Packaging Portfolio*, por Sonoco, s.f. (<https://www.sonoco.com/market/produce>).

Materia prima: El insumo principal para la elaboración del producto es la resina de biopolímero de PLA, elaborada por la compañía NatureWorks LLC, bajo la marca Ingeo. La empresa elabora diferentes grados de resinas PLA para diversos tipos de tecnologías de plástico, incluyendo para su uso en moldeo por inyección, para fabricación

de films y láminas, para procesos de fibras y filamentos, y para extrusión y termoformado. Se utilizará resina Ingeo, entonces, de la serie “2000 Series – Extrusion/Thermoforming”, del grado 2003D, para su uso total o como parte de una mezcla formulada en procesos convencionales de extrusión, dado que resinas de otros grados de esta serie se diseñan para otros productos cuyos procesos requieran alta viscosidad y cristalización durante el procesamiento. Las propiedades mecánicas que la resina Ingeo 2003D de PLA le otorga al producto, según el proveedor, se muestran a continuación. Es necesario recalcar que estas no son las especificaciones que se le dará al producto, ya que son propiedades típicas de los productos en los que se transforma la resina.

Tabla 5.1

Propiedades físicas y mecánicas típicas de la resina Ingeo 2003D

Material típico y propiedades de aplicación		
Propiedades físicas	Ingeo 2003D	Método ASTM
Gravedad específica	1,24	D792
Claridad	Transparente	
Propiedades mecánicas		
Fuerza de tensión en la rotura, psi (MPa)	7 700 (53)	D882
Límite elástico, psi (MPa)	8 700 (60)	D882
Módulo de elasticidad, kpsi (Gpa)	500 (3,5)	D882
Elongación por tensión, %	6	D882
Temperatura de distorsión por calor (°C)	55	E2092

Nota. De *Ingeo Biopolymer 2003D Technical data sheet for fresh food packaging and food serviceware*, por Natureworks LLC, 2 018 (https://www.natureworksllc.com/~media/Files/NatureWorks/Technical-Documents/Technical-Data-Sheets/TechnicalDataSheet_2003D_FFP-FSW_pdf.pdf?la=en).

5.1.1. Especificaciones técnicas, composición y diseño del producto

Las especificaciones técnicas del producto incluyen aquellas que buscan que el producto sea de las dimensiones exactas, con el espesor adecuado, y con las propiedades mecánicas y físicas que cumple un producto similar, elaborado por NatureWorks LLC. Se muestra a continuación el cuadro de especificaciones de producto, con sus valores, nivel de criticidad y medios de control según las Normas Técnicas Peruanas del Instituto Nacional de Calidad (INACAL) en Perú, y el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), que se verán más adelante a detalle.

Tabla 5.2

Cuadro de especificaciones técnicas del producto.

Nombre del producto:	Envasados tipo clamshell a base de ácido poliláctico (PLA)		Desarrollado y verificado por:	Cueva, Noriega			
Función:	Envasado, almacenado, transporte, distribución de alimentos		Insumos requeridos:	Resina Ingeo 2003D PLA, Cajas, Cinta			
Costos del producto:	S/ 0,95 por unidad		Fecha:	28/04/2019			
Características del producto	Tipo de característica		Norma técnica o especificación	Proceso: muestra	Medio de control	Técnica de Inspección	Nivel de calidad aceptable (NCA)
	Variable / Atributo	Nivel de Criticidad	V.N. ±Tol	Medición (Valor promedio)			
Peso	V	Mayor	30 g.	No medido	Balanza con precisión 0.1 g (Establecido en NTP 311.207)	Muestreo	1%
Ancho	V	Mayor	23,6 cm. ± 5 mm.	No medido	Vernier o Pie de rey	Muestreo	1%
Largo	V	Mayor	14,8 cm. ± 5 mm.	No medido	Micrómetro de precisión	Muestreo	1%
Altura	V	Mayor	8,9 cm. ± 5 mm.	No medido	Regla metálica milimetrada (Establecido en NTP 311.219)	Muestreo	1%
Espesor	V	Mayor	1 ± 0,1 mm	No medido		Muestreo	1%
Claridad	A	Mayor	Transparente	No medido	Método de transmitancia de luz (Establecido en NTE INEN-ISO 13468-1)	Muestreo	1%
Densidad	V	Mayor	1,25 g/cm ³	No medido	Método de igualación de densidades (Establecido en NTP 311.221)	Muestreo	1%

(continuación)

(continúa)

Características del producto	Tipo de característica		Norma técnica o especificación	Proceso: muestra		Medio de control	Técnica de Inspección	Nivel de calidad aceptable (NCA)
	Variable / Atributo	Nivel de Criticidad	V.N. ±Tol	Medición (Valor promedio)				
Capacidad	V	Mayor	500 g.	No medido		Método gravimétrico de determinación de capacidad (Establecido en NTP 311.270)	Muestreo	1%
Aluminio	V	Crítico	Máximo 1 mg./kg. Establecido en NTP 399.163-1	No medido		Método de ensayo (Establecido en NTP 399.163-6)	Muestreo	0%
Bario	V	Crítico	Máximo 1 mg./kg. Establecido en NTP 399.163-1	No medido		Método de ensayo (Establecido en NTP 399.163-5)	Muestreo	0%
Zinc	V	Crítico	Máximo 5 mg./kg. Establecido en NTP 399.163-1	No medido		Método de ensayo (Establecido en NTP 399.163-5)	Muestreo	0%
Cobre	V	Crítico	Máximo 5 mg./kg. Establecido en NTP 399.163-1	No medido		Método de ensayo (Establecido en NTP 399.163-5)	Muestreo	0%
Cobalto	V	Crítico	Máximo 0.05 mg./kg. Establecido en NTP 399.163-1	No medido		Método de ensayo (Establecido en NTP 399.163-5)	Muestreo	0%

(continúa)

Características del producto	Tipo de característica		Norma técnica o especificación	Proceso: muestra		Técnica de Inspección	Nivel de calidad aceptable (NCA)
	Variable / Atributo	V.N. ±Tol	V.N. ±Tol	Medición (Valor promedio)	Medio de control		
Hierro	V	Crítico	Máximo 48 mg./kg. Establecido en NTP 399.163-1	No medido	Método de ensayo (Establecido en NTP 399.163-5)	Muestreo	0%
Litio	V	Crítico	Máximo 0,6 mg./kg. Establecido en NTP 399.163-1	No medido	Método de ensayo (Establecido en NTP 399.163-5)	Muestreo	0%
Manganeso	V	Crítico	Máximo 0,6 mg./kg. Establecido en NTP 399.163-1	No medido	Método de ensayo (Establecido en NTP 399.163-5)	Muestreo	0%
Niquel	V	Crítico	Máximo 0.02 mg./kg. Establecido en NTP 399.163-1	No medido	Método de ensayo (Establecido en NTP 399.163-5)	Muestreo	0%
Migración global	V	Crítico	Máximo 50 mg/kg Establecido en NTP 399.163-1	No medido	Método de ensayo (Establecido en NTP 399.163-5)	Muestreo	0%

Nota. Las características del producto y especificaciones fueron obtenidas de Certificaciones del Perú S.A. (2 017); y la norma técnica como el medio de control, del Instituto Ecuatoriano de Normalización (2 014) y del Instituto Nacional de Calidad (s.f.).

Composición: La resina Ingeo 2003D de PLA de NatureWorks LLC. se encuentra compuesta en un 98% por ácido poliláctico. El resto de la composición permanece como información interna del proveedor, pero según la hoja técnica de seguridad del material, aprobada por la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA), es un porcentaje no dañino para la salud del operario. Dado que sólo se utilizará la materia prima principal como único insumo para el producto final, este incluiría una caja sellada con cinta, solamente, por un lado, que contiene 50 unidades de los mismos envases apilados. El cuadro de composición del producto final, así como los requerimientos de materia prima para una caja de 50 envases se muestra a continuación.

Tabla 5.3

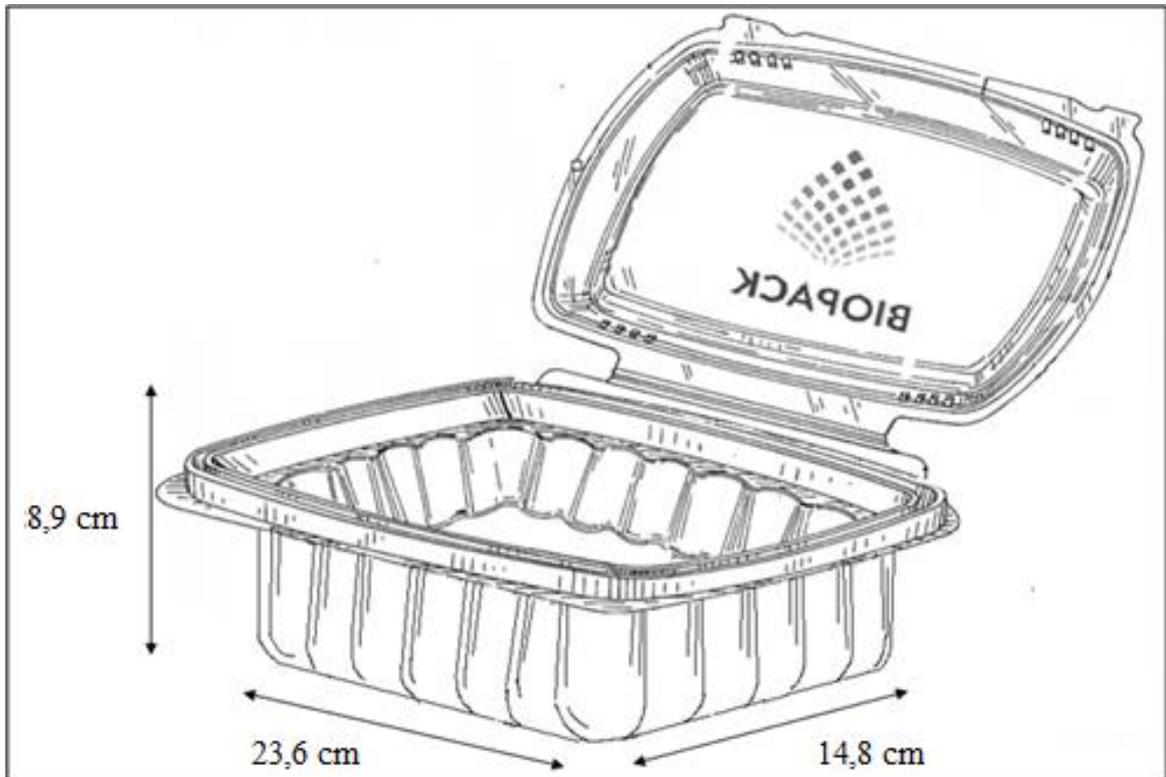
Composición del producto final y requerimientos de materia prima.

Requerimiento de insumos para:	1	Caja de 50 envases
2,22 kg		Ingeo 2003D PLA Resina
0,30 kg		Caja
1 und,		
0,0008 kg		Cinta
30 cm		
Composición (PT) para:	1	Caja de 50 envases
1,50 kg		Envases
0,30 kg		Caja
0,0008 kg		Cinta
1,8008 kg		Total

Diseño: El diseño del producto final fue definido en base a los datos y preferencias de los consumidores. Esta información se obtuvo gracias a las encuestas realizadas.

Figura 5.2

Diseño de envase con medidas



Nota. Adaptado de *Clamshell container with tear-away lid*, por Brilliant y McCumber, 1999 (<https://patentimages.storage.googleapis.com/6a/98/bf/09e4c1456b8a30/US5897011.pdf>).

Con el objetivo de definir las medidas de la caja de PLA (producto final), se realizaron una serie de cálculos detallados a continuación, tomando en cuenta las medidas de un envase, que una caja contendrá cincuenta envases de PLA y que el espesor de la lámina termoformada es de un milímetro.

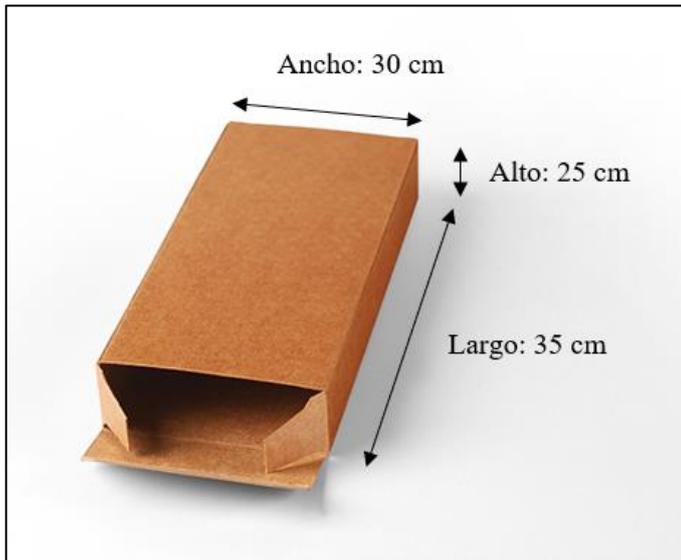
Tabla 5.4

Cálculos para definir las medidas de la caja

Caja	Cálculo	Medida inexacta (cm)	Medida exacta (cm)
Largo	$14,8 \cdot 2 + 2$	31,6	35
Ancho	$23,6 + (1/10 \cdot 1) \cdot 50$	28,6	30
Alto	$8,9 + (1/10) \cdot 2 \cdot 50$	18,9	25

Figura 5.3

Diseño de caja que contiene 50 envases



Nota. Adaptado de *Tipos de cajas de cartón ¿Qué tipo de cierre necesitas para tu caja?*, por Selfpackaging Blog, 2 019 (<https://selfpackaging.es/blog/tipos-de-cajas-las-cajas-de-carton/>).

Asimismo, se definió el logo de la empresa, el cual estará en la parte superior de la caja, así como en la tapa del mismo envase.

Figura 5.4

Diseño del logo del producto



Se definió el rotulado tomando en cuenta los requisitos de rotulado de productos plásticos degradables de la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE) INEN 2654:2012, por parte del Instituto Ecuatoriano de Normalización (2 012). Se debe tener en cuenta que el logo estará impregnado en la parte superior de la caja, de color blanco, y el resto de información estará de color negro. Este diseño se coordinará con el proveedor de las cajas de cartón:

Figura 5.5

Rotulado de la parte superior de la caja de 50 unidades



5.1.2. Marco regulatorio para el producto

El marco regulatorio para el producto se concentra básicamente en el uso de normas técnicas peruanas (NTP) y ecuatorianas (NTE), elaboradas por el INACAL y el INEN, respectivamente. No obstante, existe una regulación peruana que, si bien no afecta a nuestro producto, es importante tomarla en cuenta por motivos de coyuntura del tipo de productos plásticos que contaminen menos.

Normas técnicas peruanas relacionadas a requisitos para envases y accesorios plásticos en contacto con alimentos:

- **NTP 399.163-1:2016/ CT1: 2018. ENVASES Y ACCESORIOS PLÁSTICOS EN CONTACTO CON ALIMENTOS.** Parte 1: Disposiciones generales y requisitos.

- **NTP 399.163-5:2017.** ENVASES Y ACCESORIOS PLÁSTICOS EN CONTACTO CON ALIMENTOS. Parte 5: Determinación del contenido y migración específica de metales en colorantes y pigmentos.
- **NTP 399.163-6:2016.** ENVASES Y ACCESORIOS PLÁSTICOS EN CONTACTO CON ALIMENTOS. Parte 6: Ensayos de migración total en envases.

Normas técnicas relacionadas a especificaciones técnicas a cumplirse en envases plásticos y otros accesorios plásticos, junto a su respectivo método de control:

- **NTE INEN 2654:2012.** Rotulado de productos plásticos degradables. Requisitos
- **NTP 311.207:2008 (Revisada el 2015).** ENVASES PLÁSTICOS. Determinación de la masa.
- **NTP 311.209:2008 (Revisada el 2015).** ENVASES PLÁSTICOS. Determinación de las dimensiones y espesor.
- **NTP 311.221:1982 (Revisada el 2015).** PLÁSTICOS. Determinación de la densidad.
- **NTP 311.270:2010 (Revisada el 2015).** ENVASE Y EMBALAJES. Envases plásticos. Determinación de la capacidad.
- **NTP 900.080:2015.** ENVASES Y EMBALAJES. Requisitos de los envases y embalajes. Programa de ensayo y criterios de evaluación de biodegradabilidad
- **NTP-ISO 17088:2015.** Especificaciones para plásticos compostables.
- **NTE INEN-ISO 13468-1:1996.** PLÁSTICOS. Determinación de la transmitancia luminosa total de materiales transparentes. Parte 1: Instrumento de un solo haz.

Ley N°30884 que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables

La ley N° 30884 tiene como objeto establecer un marco regulatorio sobre los plásticos de un solo uso, no reutilizables y envases de poliestireno expandido utilizados para contener alimentos y bebidas para el consumo humano. Según esta ley (“Ley N° 30884, Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables”, 2018):

La fabricación para el consumo interno, importación, distribución, entrega, comercialización y uso de recipientes o envases y vasos de poliestireno expandido (tecnopor) para alimentos y bebidas de consumo humano. El reglamento establece la progresividad y los mecanismos necesarios para no afectar las actividades de los micro y pequeños empresarios.

Esta ley fue aprobada el 19 de diciembre del año 2 018, y a los 120 días a partir de la entrada en vigor de esta ley, se hizo efectiva dicha prohibición. Esta última incentiva la compra y fabricación de envases descartables en base a materiales amigables con el medio ambiente.

5.2. Tecnologías existentes y procesos de producción

5.2.1. Naturaleza de la tecnología requerida

Convencionalmente, la tecnología requerida para la fabricación de envases, u otros contenedores de plástico, parte del procesamiento de polímeros sintéticos, en la mayoría de los casos dentro de resinas PET, PP, PS, PVC o PE (Collantes, Leyva, Mejía, & Ruíz, 2 017). Los polímeros pueden ser termoplásticos y termoestables, siendo materia de este trabajo un polímero termoplástico, cuya característica principal es ser capaz de volver a ser fundido y reprocesado sin mayor deterioro en sus propiedades, luego de un primer fundido por calor, moldeado y solidificado mediante enfriamiento.

La tecnología requerida respecto a la fabricación bruta del producto debe buscar y permitir el fundido por calor del polímero, permitir moldearlo para con la forma deseada, y acondicionarlo para su venta. Esto es lo que normalmente sucede en la industria de plásticos en el país, que es una industria en la que la presencia de resinas bioplásticas en la producción es prácticamente inexistente.

5.2.1.1. Descripción de las tecnologías existentes

Sin embargo, la fabricación de envases de bioplástico no requiere más complejidad tecnológica en términos de la industria del plástico convencional: la resina Ingeo 2003D de PLA está diseñada para poder funcionar en equipos de extrusión convencionales, por lo que orientarnos hacia tecnologías del plástico diferentes de los convencionales, exclusivamente destinados para polímeros bioplásticos, resultaría innecesario (Castro-

Aguirre et al. 2 016). Por tanto, la tecnología requerida para el proceso de resinas de bioplástico no va más allá de ser diferente, a excepción de mantener controlados los parámetros de operación técnicos de las máquinas y poner en práctica las recomendaciones del proveedor para el procesamiento del bioplástico.

Por otro lado, fabricar un envase tipo Clamshell, teniendo una forma y dimensiones establecidas, debe requerir tecnología que permita fabricar dicha estructura mediante un molde. Dentro de las tecnologías de procesamiento de plásticos disponibles que puedan fabricar este producto mediante el uso de un molde son la extrusión-termoformado, o el moldeo por inyección. El proceso estándar mundial en fabricación de productos de plástico para uso en alimentos es el primero, dado que posee la característica de integrar procesos posteriores en la fabricación, mejorando la eficiencia general. (Castro-Aguirre et al. 2 016). En cambio, el moldeo por inyección se usa más en productos cuya forma requiera un molde más especializado en su diseño, que tengan como parte final de su estructura una boquilla o agujero pequeño, como por ejemplo botellas o preformas. Por tanto, la naturaleza del producto demanda utilizar el proceso de extrusión y termoformado en su fabricación.

Asimismo, debido a la naturaleza higroscópica de la resina, denotado por la investigación de Castro-Aguirre (2 016) sobre el ácido poliláctico y por la misma empresa proveedora de la resina NatureWorks LLC. (2 016), es altamente recomendable que ésta pase por un proceso de secado controlado de cualquiera de las tecnologías disponibles, como puede ser el secado en contacto directo con aire caliente, por ondas microondas, con aire seco, con aire comprimido, o con un elemento adsorbente regenerado por aire caliente en un circuito cerrado (FarragTech, 2 009).

5.2.2. Proceso de producción

Habiendo establecido las tecnologías existentes y recomendables para el procesamiento de la resina Ingeo 2003D PLA, la producción de envases de plástico biodegradable a base de la misma consta de las etapas que se describirán a continuación. El proceso de producción es de tipo continuo, dado que tanto el secado, extrusión y termoformado, las etapas de transformación clave de materia prima, son automáticas y requieren un operario especializado en cada etapa simplemente para verificar parámetros.

Recepción y preparación de la resina: La resina Ingeo2003D en forma de pellets se puede obtener comercialmente en sacos de 25 kg. o de 50 kg., o en cajas envasadas a granel de 1 ton. a través de páginas comercializadoras de resina extranjeras (China.cn, s.f.), o por contacto a la misma proveedora NatureWorks LLC. La materia prima, almacenada en el área de M.P., es recibida por un operario y la pesa en una balanza industrial, la cual determinará qué cantidad de resina se cargará en el siguiente proceso de secado de la resina. Habiendo hecho esto, el operario carga en un recipiente auxiliar que alimenta a la Resin Dryer por medio de presión neumática, calculando cuánto tiempo debe pasar para que regrese de nuevo por otra carga que llene este recipiente. Durante estos tiempos muertos en los que el operario espera a que el recipiente esté al 20% de su capacidad, puede dedicarse a otros trabajos en el almacén de M.P.

Secado con humedad y temperatura controlada: Se debe asegurar que el PLA no tenga un contenido de agua mayor a 100 ppm. El PLA es un material bastante higroscópico, por lo que está sujeto a ser sensible en altas temperaturas y humedades relativas. Las posibles reacciones de hidrólisis dentro de la extrusión podrían afectar el rendimiento del proceso al reducir el peso molar del poliéster (Castro-Aguirre et al., 2 016). Como resultado, las propiedades mecánicas del producto final pueden verse afectadas y la calidad final del producto puede verse comprometida (NatureWorks LLC., 2 016). Es por esto que la resina debe ser primero llevada a una máquina secadora de resinas o Resin dryer.

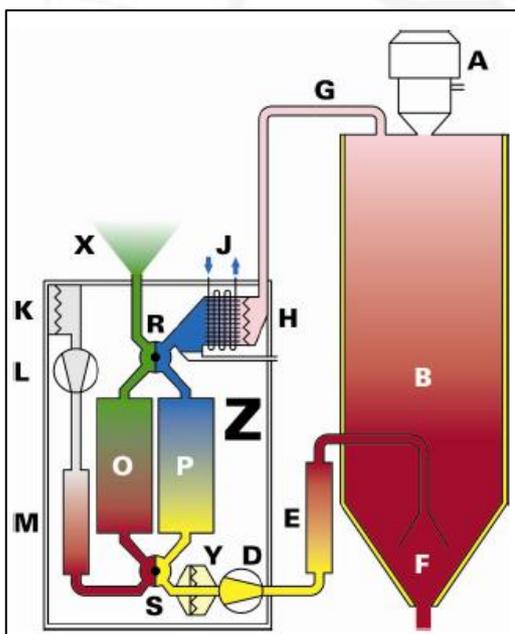
El recipiente auxiliar de la Resin Dryer alimenta a esta máquina, que continuamente procesa los pellets de resina Ingeo 2003D PLA, realizando el secado del material por la acción de remover la humedad de la resina, depositarla dentro de una cámara de desecación con material adsorbente, por medio de un flujo cerrado de aire, antes de que el aire húmedo sea liberado al ambiente (FarragTech, 2 009). La máquina se compone de dos unidades principales, la unidad de secado de aire y la tolva que contiene el material.

Hacia la parte inferior de la tolva, donde se acumula la mayor cantidad de la resina a secarse, un compresor a través de un calentador por resistencias sopla aire seco desde la unidad de secado. Este aire fluye hasta la parte superior de la tolva, reteniendo la humedad de la resina en el proceso, el cual es captada de nuevo por otro compresor hacia la unidad de secado. Dentro, existe un aparato distribuidor que puede dirigir el aire húmedo hacia una de dos cámaras de desecación, dentro de las cuales existe material

altamente higroscópico que pueda adsorber la humedad del aire, para luego enviarla por medio de otro distribuidor, hacia la compresora que da inicio al proceso. Una vez que el material adsorbente de una de las cámaras de desecación no pueda adsorber más humedad, éste pasa por un proceso de regeneración en la cual un calentador por resistencias calienta aire del ambiente a temperaturas de hasta 300°C, que se lleva la humedad del material adsorbente, para ser liberado de nuevo al ambiente. Durante el proceso de regeneración de una cámara de desecación, la otra cámara continúa trabajando en el proceso de secado principal de la resina, por lo que el operario a cargo debe estar pendiente de los parámetros de humedad (del aire, y del material adsorbente de las cámaras de desecación) y temperatura de la máquina (FarragTech, 2 009). La Resin Dryer trabaja continuamente, y alimenta directamente la tolva principal de la extrusora.

Figura 5.6

Funcionamiento de una máquina Resin Dryer por desecación con material adsorbente.



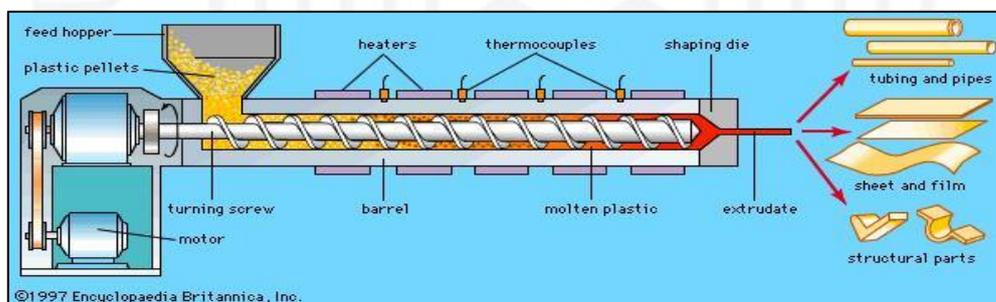
Nota. De Resin Drying, por FarragTech, 2 009

(https://www.farragtech.com/media/145/download/CARD_Background_2009-08-25.pdf?v=1).

Extrusión con temperatura controlada: La resina de PLA ya secada puede ser procesada en una extrusora de simple tornillo diseñada para procesar poliésteres o poliestireno convencionales, como se mencionó en un inicio. En este proceso, el polímero se calienta y se funde dentro de la máquina por medio de bandas térmicas dentro de la cámara de fundición de la extrusora luego de ingresar la resina a través de la tolva de alimentación, y mediante la rotación del tornillo al interior de la máquina, éste es expulsado por una boquilla en forma gelatinosa y caliente (Castro-Aguirre et al., 2016). Este proceso pasa inmediatamente hacia un **enfriado** mediante contacto indirecto con agua a través de un circuito cerrado auxiliado por una torre de enfriamiento, en el cual el polímero es ya más manejable para su paso por rodillos o calandrias que permiten dar a la línea de resina enfriada una forma de lámina o film continuo. La extrusora puede estar íntegramente diseñada para pasar este film para su termoformado, o puede adaptarse con una máquina de rodillos o calandrias por separado. Para nuestro proceso, el film va a alimentar directamente a la máquina de termoformado.

Figura 5.7

Esquema de funcionamiento de una extrusora genérica.



Nota. De *Screw-type extruder*, por Encyclopædia Britannica, 1997 (<https://www.britannica.com/technology/materials-processing>).

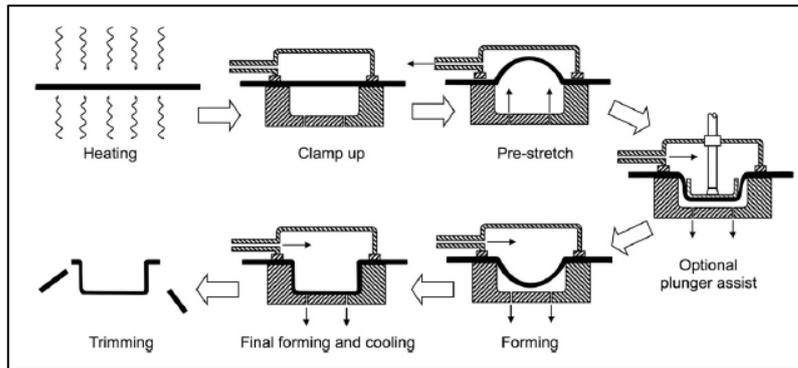
Como se mencionó anteriormente, una temperatura mayor a la especificada de trabajo para la resina PLA podría causar degradación térmica de la misma. Ésta también puede deberse a la presencia de agua en la misma resina (reacciones de hidrólisis por un mal secado previo de la resina) o por la despolimerización del ácido poliláctico en su monómero (ácido láctico) causada por las temperaturas mismas o de manera aleatoria en pequeñas cantidades. (Castro-Aguirre et al., 2016) La presencia del monómero en el producto final hace que éste no tenga la apariencia transparente que se desea lograr. Por

ello, se suele operar a temperaturas no mayores a los 200°C para evitar cualquier degradación por cualquier tipo. No obstante, las pérdidas del material procesado por degradación térmica son difícilmente evitable al 100%, por lo que se considera un porcentaje perdido menor en este proceso de 4% según varias empresas en el sector (Castillo y Salman, 2 017). En la inspección posterior se observa si el material es uniforme y no tiene fallas ni roturas, estimando pérdidas de este tipo del 1%.

Termoformado con temperatura y presión controlada: Dado que el producto que se quiere llegar a producir es un envase, el procedimiento estándar para su fabricación se lograría usando un molde especial para termoformado en una máquina termoformadora. El proceso consiste en el calentamiento de la lámina continua de plástico saliente de la extrusora mediante lámparas infrarrojas, mientras que se introduce en un molde donde se estira, se forma mediante presión y calor, y finalmente se corta mediante una máquina continua de corte. La máquina de corte puede estar acoplada o integrada en la máquina termoformadora (Castro-Aguirre et al., 2 016). Para nuestro proceso, la termoformadora integra tanto los procesos de termoformado, enfriado, troquelado o corte, y apilado, la cual puede ser parametrizada para facilidad de los operarios que van a empacar las cajas de envases. Según la consultora APT Machinery Group, la merma en este proceso puede llegar a ser en promedio del 27,5%, dado a que no todo el film continuo se va a transformar 100% en envases debido a la posición de los moldes en la termoformadora (Castillo y Salman, 2 017). El proceso se muestra gráficamente en la figura 5.8.

Figura 5.8

Proceso gráfico de termoformado y cortado.



Nota. De “Poly(lactic acid)—Mass production, processing, industrial applications, and end of life”, por Castro-Aguirre, Iñiguez-Franco, Samsudin, Fang y Auras, 2 016, *Advanced Drug Delivery Reviews*, 107, 333-366 (<https://doi.org/10.1016/j.addr.2016.03.010>)

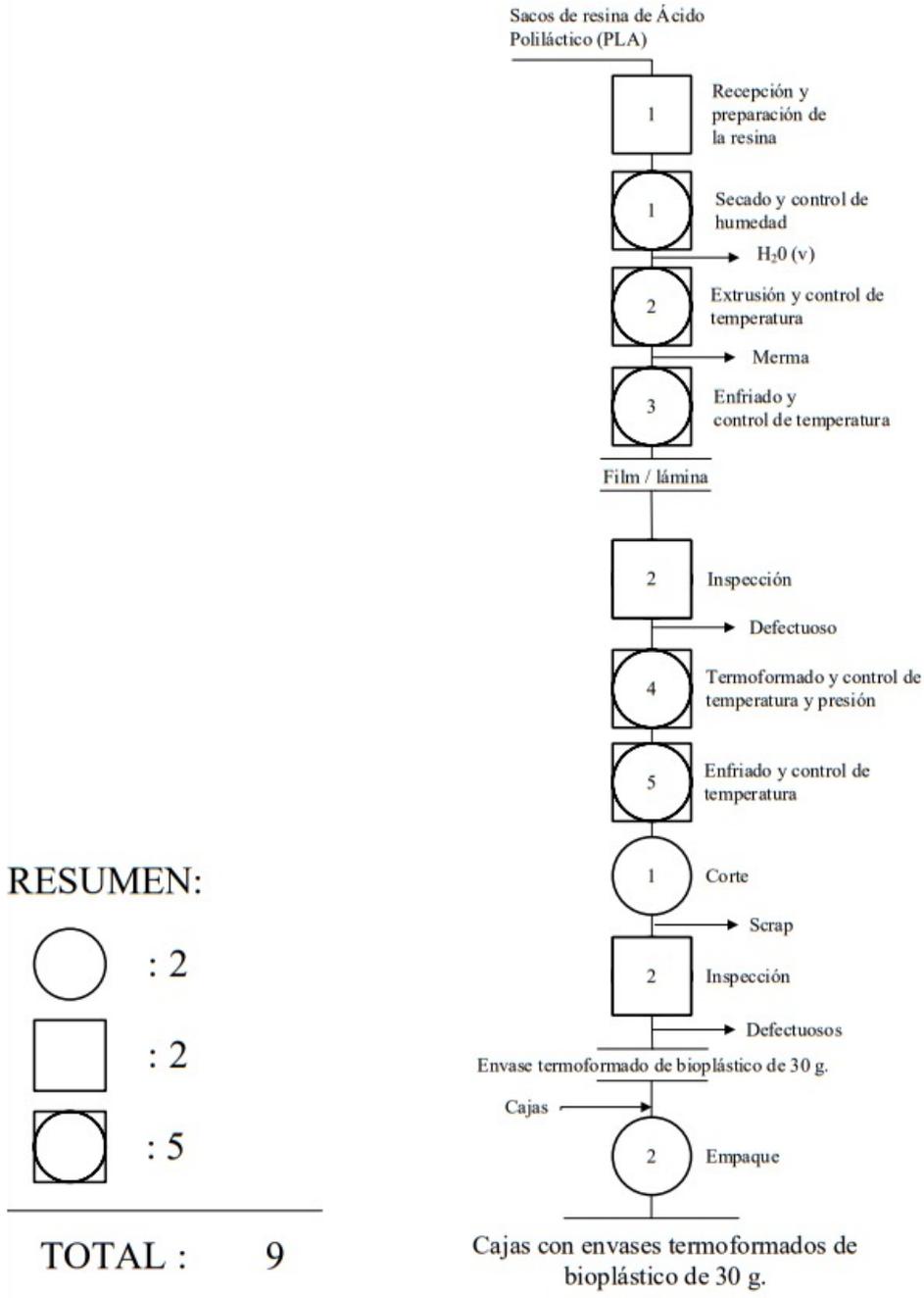
Inspección, empaclado y sellado: Luego de inspeccionar los envases, estimando una pérdida del 1% por este concepto, los operarios realizan la tarea manual de empaclar y sellar con cinta, cajas de 50 unidades de envases biodegradables a base de PLA. Las cajas y la cinta son traídas desde el espacio de insumos dentro del almacén de M.P., de haber necesidad de más aparte de las disponibles al lado de las mesas de empaclado y sellado. Finalmente, los productos terminados se llevan entonces en parihuelas y se trasladan al almacén de P.T. para su despacho posterior al cliente.

Para presentar un esbozo de diagramación del proceso de producción, se muestra a continuación el diagrama de operaciones de proceso correspondiente.

Figura 5.9

D.O.P para la producción de envases de plástico biodegradable a base de PLA.

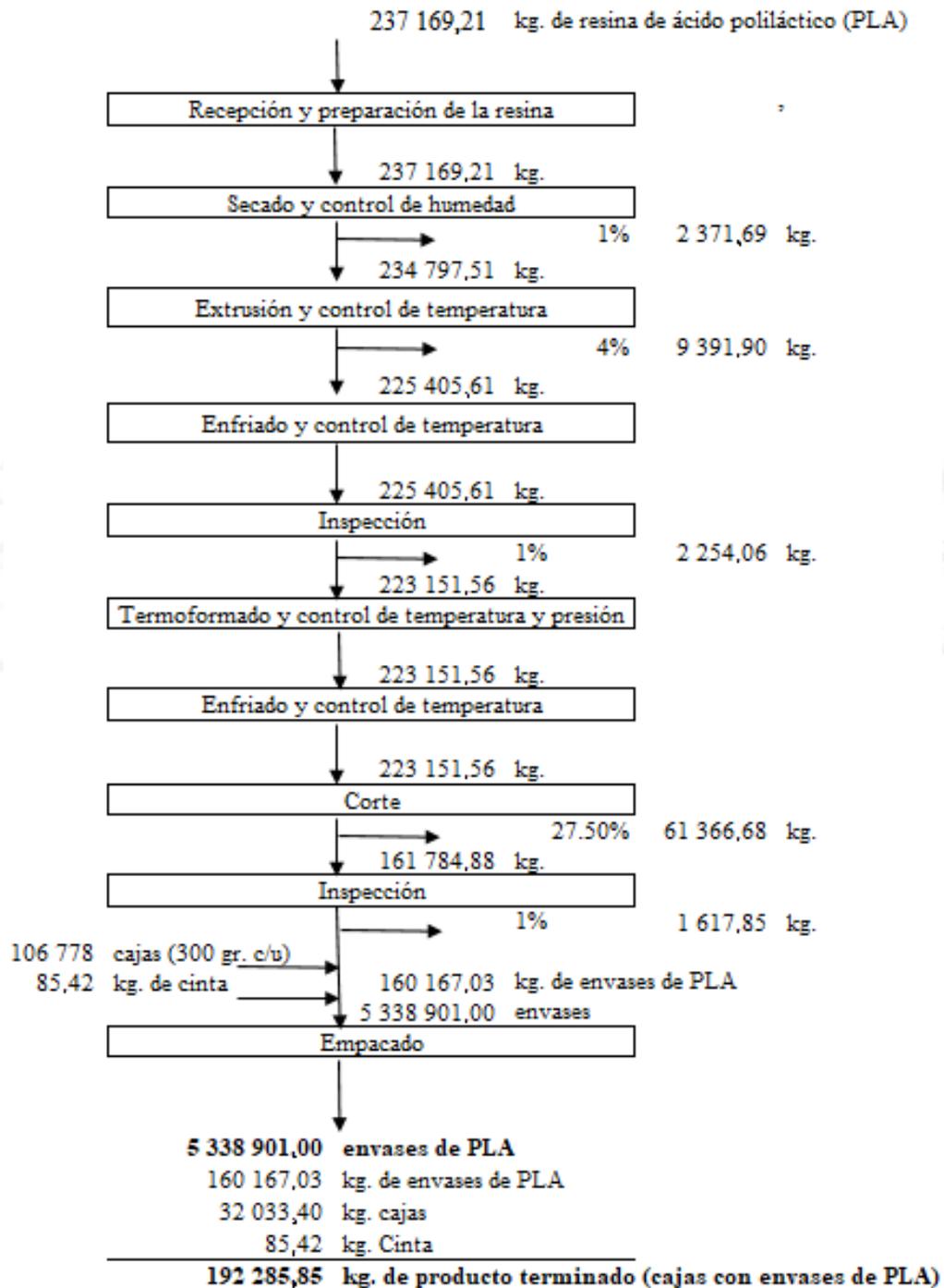
**DIAGRAMA DE OPERACIONES DE
PROCESO PARA LA PRODUCCIÓN DE
ENVASES DE PLÁSTICO BIODEGRADABLE
A BASE DE PLA**



Asimismo, tomando en cuenta la demanda del proyecto (en envases) al último año del proyecto, se realizó el balance de materia mostrado a continuación:

Figura 5.10

Balance de materia considerando la demanda del proyecto anual



Nota. Los porcentajes de merma se obtuvieron de Mora et al. (s.f); y de Garcia (2 014).

5.3. Características de las instalaciones y equipos

5.3.1. Selección de la maquinaria y equipos

Se seleccionaron distintos proveedores (KINGGLE, ZHEJIANG FUXINLONG MACHINERY CO., SHANGHAI BLUE MACHINERY TECH. CO., entre otros) para el abastecimiento de maquinaria. Estos fueron escogidos en función al precio, capacidad y calidad de las máquinas requeridas.

Respecto a la maquinaria principal, como se vio en el proceso de producción, en la primera etapa de secado, se empleará una máquina secadora de resina con cámaras de desecación por material adsorbente, para garantizar el buen rendimiento de la resina en los posteriores procesos. En la segunda etapa, de extrusión, se empleará una máquina extrusora, la cual da como resultado una lámina de resina ya enfriada. En la tercera etapa, se empleará una máquina termoformadora, la cual posee integrada una cortadora. Esta máquina moldeará los envases con presión y calor, para dar como resultado el producto terminado.

Por otro lado, respecto a la maquinaria y equipos necesarios adicionalmente, se requerirá de una torre de enfriamiento para almacenar el agua fría del circuito cerrado que regula la temperatura en el proceso de extrusión, así como una bomba para impulsar la circulación de dicho componente, y un chiller que enfríe nuevamente el agua para controlar la temperatura de dicho proceso. Asimismo, se requerirá de compresoras, para proporcionar el aire comprimido de la termoformadora, por la presión neumática que emplea para moldear a presión los envases a termoformar.

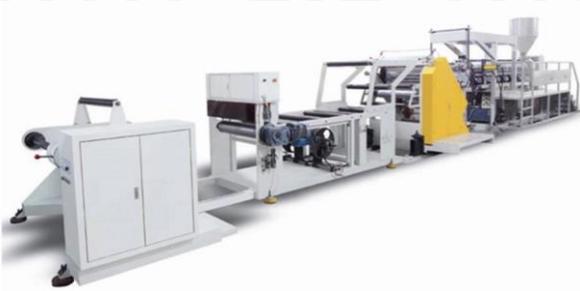
Cabe resaltar, respecto a las instalaciones, que éstas tendrán que ser suficientemente grande para contener maquinarias y equipos mencionados, considerando sus dimensiones y el espacio de tránsito para los operarios. La temperatura de las instalaciones deberá ser la adecuada para no afectar el proceso productivo, donde es determinante para mantener la calidad de la resina. Asimismo, deberá tener conexiones eléctricas para el mismo empleo de máquinas.

5.3.2. Especificaciones de la maquinaria

A continuación, se procederá a detallar las especificaciones de las maquinarias seleccionadas anteriormente.

Tabla 5.5

Especificaciones y dimensiones de la maquinaria y equipo

Máquina	Imagen	Características
Secadora (Resin Dryer)		<ul style="list-style-type: none"> - Modelo: ZDE-50 - Dimensiones (ancho x alto x largo): 0,85 m x 0,5 m x 1,05 m - Capacidad: 50 kg/h - Costo: \$360,00 - Peso: 75 - Potencia: 5 kW
Extrusora		<ul style="list-style-type: none"> - Modelo: FJL-PC-90-A - Dimensiones (ancho x alto x largo): 2 m x 2,5 m x 12 m - Capacidad: 100 kg/h - Peso: 5,5 toneladas - Costo: \$18 700,00 - Potencia: 90 kW
Termoformadora		<ul style="list-style-type: none"> - Modelo: BM-6080RY - Dimensiones (ancho x alto x largo): 1,42 m x 3,24 m x 6,08 m - Capacidad: 72 kg/h - Peso: 1500 kg - Costo: \$30 000,00 - Potencia total: 10-11 kW

(continúa)

(continuación)

Máquina	Imagen	Características
Torre de enfriamiento		<ul style="list-style-type: none">-Modelo: CT006-Dimensiones (diámetro y altura): 0,92 m x 1,66 m-Peso operativo: 124 kg-Peso neto: 45 kg-Costo: \$500,00-Potencia del motor: 0,25 kW
Chiller		<ul style="list-style-type: none">-Modelo: PLD-V/10-Dimensiones (ancho x alto x largo): 0,75 m x 0,98 m x 0,65 m-Capacidad: 15 litros-Costo: \$1000,00-Potencia: 0,2 kW- Bomba de circulación presión de flujo: máximo 20 l/min
Bomba		<ul style="list-style-type: none">-Modelo: 32-160A-Caudal máximo: 4500 l/hora-Dimensiones (ancho x alto x largo): 0,26 m x 0,355 m x 0,52 m-Costo: \$100,00-Potencia: 1,5 kW

(continúa)

(continuación)

Máquina	Imagen	Características
Compresora	 A blue and white rotary screw compressor with a control panel on the front and a large ventilation grille on the side. The brand name 'Rotary Screw' is visible on the side.	<ul style="list-style-type: none">-Modelo: DA 55+-Dimensiones (ancho x alto x largo): 1,4 m x 1,6 m x 2,2 m-Capacidad máxima: 9,66 m³/min = 579,6 m³/h-Peso: 1,6 toneladas-Costo: \$3 000,00-Potencia del motor: 55 kW-Presión máxima de trabajo: 13 bar
Mesa de trabajo (encajonado manual)	 A grey metal work table with a flat top and two lower shelves. The text '96 x 36" H-1222' is printed below the table.	<ul style="list-style-type: none">-Modelo: H-1222-Dimensiones (ancho x alto x largo): 0,91 m x 0,89 m x 2,44 m-Dos trabajadores pueden encajonar en una de estas mesas
Dispensador de cinta de embalaje	 A black and red manual tape dispenser with a yellow blade and a red trigger.	<ul style="list-style-type: none">-Modelo: H-180- Dimensiones (ancho x alto x largo): 0,05 m x 0,07 m x 0,26 m

Nota. Las imágenes y características de la mesa de trabajo fueron obtenidas de ULINE (s.f.); las del dispensador de cinta de embalaje, de 3M (2 005); y el resto de imágenes y características fueron obtenidas de Alibaba (s.f.).

5.4. Capacidad instalada

5.4.1. Cálculo detallado del número de máquinas y operarios requeridos

– Número de máquinas

Con el objetivo de hallar la cantidad de máquinas a emplear en el proceso, se tomará en cuenta la siguiente fórmula:

$$\text{Cantidad de máquinas} = \frac{\text{Tiempo de operación por kg.} * \text{Cantidad anual a procesar}}{\text{cantidad anual de horas} * U}$$

Respecto al cálculo de la cantidad anual de horas, se tomó en cuenta 365 días al año, a los cuales se le restó domingos (52 días al año) y feriados (13 días al año), dado que no se trabajará dichos días. Asimismo, se consideró 3 turnos al día de 8 horas cada uno, para efectos del cálculo.

A continuación, se presentan los cálculos para hallar la cantidad de horas disponibles al año.

$$\begin{aligned} \text{Cantidad anual de horas} &= \frac{(365 - 52 - 13)\text{días}}{\text{año}} * 3 \frac{\text{turnos}}{\text{día}} * 8 \frac{\text{horas}}{\text{turno}} \\ &= 7\,200 \frac{\text{horas}}{\text{año}} \end{aligned}$$

Por otro lado, para realizar el cálculo de la utilización, se tomó en cuenta 45 minutos de refrigerio, 15 minutos de mantenimiento preventivo y 10 minutos de tiempo de arranque. De esta forma, se obtiene 85,42% de utilización de maquinaria, la cual, al ser multiplicada por las 7 200 horas al año, da como resultado 6 150 horas anuales.

$$U = \frac{8 - (45/60) - (15/60) - (10/60)}{8} = 85,42\%$$

Cabe resaltar que los datos de cantidad a procesar (kg. /año) de la siguiente tabla son obtenidos del balance de materia, siendo la cantidad que entra a ser procesada en cada una de las máquinas.

En la siguiente tabla, se podrá observar los cálculos empleados para hallar la cantidad de máquinas de cada operación, teniendo en cuenta la fórmula planteada previamente:

Tabla 5.6

Cálculo de la cantidad de máquinas

	A	B=1/A	C	D	E= (B*C)/D	Redondear hacia arriba E
Equipo	Capacidad (kg/h)	Tiempo de operación por kg. (h/kg)	Cantidad a procesar (kg/año)	Cantidad Anual de horas * U	Número de máquinas inexacto	Número final de máquinas
Secadora	50	0,0200	237 169,21	6 150	0,7713	1
Extrusora	100	0,0100	234 797,51	6 150	0,3818	1
Termoformadora	72	0,0139	223 151,56	6 150	0,5040	1

Nota. La capacidad fue obtenida de Alibaba (s.f.). Adaptado de *Plastic machine making*, por Alibaba, s.f. (https://www.alibaba.com/trade/search?fsb=y&IndexArea=product_en&CatId=&SearchText=plastic+machine+making&viewtype=&tab).

– Número de operarios

Para hallar el valor de eficiencia de los operarios para el proceso de empacado, se toma en cuenta el sistema de suplementos por descanso en porcentaje de tiempos normales de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Así, se restan los suplementos por:

- Necesidades personales (5%)
- Trabajar de pie (2%)
- Sonido intermitente y fuerte (2%)
- Trabajo monótono (1%)

Como resultado, se tiene que la eficiencia de los operarios es de 90%, porcentaje que multiplicará a la cantidad disponible de horas, al igual que la utilización.

Como se mencionó en el párrafo anterior, la cantidad anual de horas que se toma en cuenta en el cálculo de la cantidad de operarios es resultante de la multiplicación de la

cantidad anual disponible de horas (7 200), el porcentaje de eficiencia y el porcentaje de utilización. Esto es debido a que la cantidad de horas que el operario destinará al encajonado de envases será determinada por el sistema de suplementos por descanso mencionado anteriormente (eficiencia) y por los factores determinantes al momento de calcular la utilización (tiempo de refrigerio, tiempo de arranque y tiempo de mantenimiento).

Cabe mencionar que la cantidad a procesar que se empleará en el cálculo, es la capacidad de producción de la maquinaria cuello de botella del proceso. Esta capacidad de 186 897,05 kg/año, propia del proceso de secado, y será la que definirá la cantidad de operarios del proceso de encajonado. De esta manera, se tendrá una cantidad de operarios acorde a la capacidad instalada de las operaciones que procesan con maquinaria. Por lo tanto, la cantidad de operarios a trabajar será de 4 por turno, como se muestra a continuación, dada una capacidad de encajonar de 9 kg/h.

Tabla 5.7

Cantidad de operarios

	A	B=1/A	C	D	E= (B*C)/D	Redondear hacia arriba E
Equipo	Capacidad de encajonado (kg/h)	Tiempo de operación por pieza (h/kg)	Cantidad a procesar (kg/año)	Cantidad anual de horas	Número de operarios inexacto	Número final de operarios
Encajonado	9	0,11	186 897,05	5 535	3,7518	4

Nota. El tiempo de encajonado fue obtenido de Bocheng Machinery (2 017). Adaptado de *PET fruit container box thermoforming machine*, por Bocheng Machinery, 2017 (<https://www.youtube.com/watch?v=2-EpZn-epys>).

5.4.2. Cálculo de la capacidad instalada

En base al balance de materia realizado y tomando en cuenta la cantidad de maquinaria y operarios hallados previamente, se determina la capacidad instalada del proyecto. Como se puede observar en la siguiente tabla, la capacidad instalada es de 186 897,05 kg. de envases al año, debido a que es la menor de todas las capacidades del proceso.

Tabla 5.8

Capacidad instalada

		A	B	C	D	E=A*B*C*D	F=Producto final del proceso/kg entrante	E*F
Operación	Entrada (kg)	Capacidad (kg/h)	Cantidad de maquinarias/ personas	Horas al año	E*U	Capacidad de procesamiento (kg/año)	Factor de conversión	Capacidad de producción (kg/año)
Secado	237 169,21	50	1	7 200	76,88%	276 750	0,6753	186 897,05
Extrusión	234 797,51	100	1	7 200	76,88%	553 500	0,6821	377 569,80
Termoformado y corte	223 151,56	72	1	7 200	76,88%	398 520	0,7178	286 037,73
Encajonado	160 167,03	9	4	7 200	76,88%	199 260	1,0000	199 260,00

5.5. Resguardo de la calidad del producto

5.5.1. Plan de calidad

El plan de calidad a manejar en la planta se basa en el principio del aseguramiento de calidad (AOQ), la cual se identifica según la Sociedad Americana para la Calidad (ASQ) como una evolución del control de calidad convencional, en tanto deja de centrarse en la detección y corrección de defectos en el producto terminado, y se enfoca más en la prevención de estos, evitando que los defectos en las especificaciones técnicas del producto dejen de aparecer en primer lugar. Si bien la planta, dado su relativo inicio a pequeña escala, produciendo un producto prácticamente inexistente en el país, no puede esperar a cumplir todas las implicaciones para gestionar una certificación de normalización como lo es la ISO 9001:2015, la filosofía del AOQ estará presente a lo largo de la gestión de la calidad en la planta. El aseguramiento se llevará a cuatro niveles: calidad en la materia prima e insumos; calidad en el proceso, calidad en el producto y calidad sobre el cliente. Se contará, asimismo, con un laboratorio de calidad para las pruebas a menor escala (humedad, transmitancia de luz, peso, capacidad, etc.) de los envases terminados.

5.5.2. Calidad de la materia prima y de los insumos

Para los insumos a utilizar (cajas y cintas), la calidad se asegurará por medio del control de unidades y pesos de la cantidad recibida, mediante un plan de muestreo probabilístico aleatorio, en el cual se revisará la totalidad de insumos recibidos en la etapa de aprovisionamiento. De encontrarse que se haya aprovisionado una cantidad diferente a la solicitada (ej. Llegaron menos cajas o rollos de cinta de los que se han pedido) se coordinará con el proveedor para ver la entrega de material restante.

Para la materia prima, dado que será recibida en cajas envasadas con 1 tonelada de peso, lo ideal es verificar que se haya recibido la materia prima completa en masa neta. Para ello se utilizará una balanza industrial (la misma en la del proceso de recepción y preparación del secado) que mediante un plan de muestreo probabilístico aleatorio se pesará 5% del material recibido en cada ciclo de aprovisionamiento. De igual forma que con los insumos. De encontrarse que la variable peso posea por lo menos 100 kg. menos

de su peso nominal (1 000 Kg.) se coordinará con el proveedor para ver la entrega de sacos con la resina restante (sacos de 25 kg. o de 50 kg.). La balanza se muestra a continuación.

Tabla 5.9

Calidad de la materia prima - Balanza industrial

	<p style="text-align: center;"><u>Balanza industrial</u></p> <p>Marca: METTLER TOLEDO</p> <p>Modelo: BFA231-E1500</p> <p>Capacidad: 1 500 Kg.</p> <p>Dimensiones (mm.): 1 250 x 1 500 x 90</p>
---	---

Nota. Adaptado de *Balanza Industrial*, por METTLER TOLEDO, s.f. (<https://www.mt.com/int/es/home.html>).

Asimismo, sin olvidar el hecho de que la resina es un material altamente higroscópico, deben tomarse las medidas necesarias para asegurar que el material no sea contaminado con la humedad del aire. Dado que la planta será ubicada en la costa de Lima, este riesgo es bastante alto, y bajo la filosofía del AOQ, la calidad de la materia prima será asegurada mediante un almacén de M.P. acondicionado específicamente para minimizar el influjo de humedad en el material. Esto se logrará mediante la climatización del almacén, con un deshumidificador industrial que controle la humedad de la resina Ingeo 2003D PLA, cuyo funcionamiento es similar al de la Resin Dryer al usar un material adsorbente para retener la humedad, regenerándose por medio de aire del exterior calentado (Klimaïre, s.f.). Asimismo, el almacén estará aislada del aire exterior, a excepción del equipo a ser utilizado, que se muestra a continuación, dado que posee la extracción de aire requerida para las condiciones climáticas en la planta (aprox. a humedad relativa de 60% a temperatura de 25°C).

Tabla 5.10

Calidad en la materia prima - Deshumidificador de aire



Deshumidificador por desecante industrial

Marca: Klimaire HVAC

Modelo: DD400-10500SS-GB

Dimensiones (mm.): 420 x 400 x 540

Potencia (kW): 2,2

Voltaje (V): 230

Flujo de aire seco al área: 370 m³/h

Flujo de aire húmedo extraído: 150 m³/h

Nota. Adaptado de *Deshumidificador por desecante industrial*, por Klimaire, s.f. (<https://www.klimaire.com/>).

No obstante, también se contará con un equipo de laboratorio analizador de resinas, que, por medio de muestreo aleatorio, se revisará la humedad de la resina en proceso luego del secado para verificar si la materia prima posee, efectivamente, la especificación que arroja la máquina.

Tabla 5.11

Calidad en la materia prima - Analizador de humedad de resinas



Analizador de humedad para resinas

Marca: METTLER TOLEDO

Modelo: HX204

Dimensiones (mm.): 420 x 400 x 540

Capacidad: 200 g.

Nota. Adaptado de *Analizador de humedad para resinas*, por METTLER TOLEDO, s.f. (<https://www.mt.com/int/es/home.html>).

Puesto que el envase que se va a producir es compuesto en su totalidad de resina Ingeo 2003D PLA, y la calidad en su composición debe ser asegurada a su llegada como materia prima. A diferencia de otras empresas del sector de plástico peruanas que trabajan comprando hojuelas trituradas de rPET (tereftalato de polietileno reciclado), o productos de plástico reciclado como materia prima para sus productos, que a menudo no poseen la certeza de recibir siempre material que cumpla especificaciones dada la alta atomización del sector, empresas del sector químico que producen y comercializan resinas poliméricas como proveedores sí pueden brindar esta clase de garantía mediante certificados, estudios y notificaciones oficiales (Peru: Top Publications, 2 018).

Este caso es similar para NatureWorks LLC., la empresa productora y exportadora de la materia prima a usarse, la cual posee las siguientes regulaciones aprobadas, las cuales aseguran ciertos aspectos de calidad del material.

Tabla 5.12

Regulaciones aprobadas para la Resina Ingeo 2003D PLA

Regulación	Interpretación
<p>U.S. Food & Drug Administration (FDA):</p> <p>Food Contact Notification (FCN) No. 178</p> <p>Decisión: Permiso para el uso del ácido poliláctico (PLA) como componente para artículos en contacto con todo tipo de alimentos bajo condiciones de uso B a la H, definido en la 21 C.F.R. Section 176.170(c), Table 2.</p>	<p>La resina elaborada por NatureWorks LLC, puede ser utilizada para fabricar productos que estén en contacto para todo tipo de alimentos, limitado a las siguientes condiciones de uso:</p> <ul style="list-style-type: none"> B. Alimento esterilizado por agua hirviendo C. Alim. pasteurizado a temp. mayor a 66°C D. Alim. pasteurizado a temp. menor a 66°C E. Almacenado a temperatura ambiente F. Almacenado refrigerado (sin tratamiento térmico dentro del contenedor) G. Almacenado en congelación (sin tratamiento térmico dentro del contenedor) H. Almacenado refrigerado o en congelación (alimentos precocinados/ que puedan someterse a tratamiento térmico en el contenedor)
<ul style="list-style-type: none"> • Reglamento (CE) No 1935/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo sobre materiales y objetos destinados a entrar en contacto con alimentos. • Reglamento (UE) No. 10/2011 de la Comisión Europea sobre materiales y objetos plásticos destinados a entrar en contacto con alimentos. 	<p>La resina elaborada por NatureWorks LLC cumple con un grado de migración general menor a</p> <p style="text-align: center;">10 mg/dm².</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Restriction of Hazardous Substances (RoHS) 2011/65/EC • Toxics in Packaging Clearinghouse (TPCH) 	<p>Durante la fabricación de la resina Ingeo 2003D, ninguna de las sustancias restringidas se añade intencionalmente ni se encuentran presentes.</p>
<p>Certificación Vinçotte OK biobased</p>  	<p>La resina Ingeo 2003D es fabricada utilizando recursos renovables, o material de base biológica (biobased), determinado bajo el método estandarizado ASTM D6866 para Analizar el Contenido de Base Biológica. El hecho de que nuestro producto sea realizado 100% a base de la resina, sin ningún aditivo, garantiza que el contenido se mantenga, mas no nos permite utilizar los logos de certificación en nuestro producto final.</p>
<p>Certificación USDA BioPreferred</p> 	

Nota. Adaptado de *Regulatory Affairs Compliance Information (RACI)*, por NatureWorks LLC, 2 017 (https://www.natureworksllc.com/~media/Files/NatureWorks/Resources/Regulatory-Affairs/RegulatoryAffairs_ComplianceInformation_NTR_pdf.pdf?la=en).

5.5.3. Calidad en el proceso

El aseguramiento de la calidad en el proceso de producción se basa en función a las recomendaciones de procesamiento otorgadas por la misma proveedora de resina Ingeo 2003D PLA. Esto es, que la misma empresa tiene a disposición de sus usuarios varias guías, recomendaciones, fichas técnicas que describen las buenas prácticas en planta para poder procesar la materia prima que vende. A continuación, se presentan las guías de NatureWorks LLC. que se tomarán en cuenta para asegurar la calidad en el proceso de producción.

Tabla 5.13

Relación de documentos expedidos por NatureWorks LLC. a ser usados como guía para el control del proceso.

Ingeo Biopolymer 2003D Technical Data Sheet for Fresh Food Packaging and Food Serveware	Ficha técnica de la resina que contiene información para el procesado, una guía para configuraciones de máquina, detalles de proceso en el arranque y el secado; recomendaciones para su almacenamiento con parámetros de temperatura y humedad establecidos.
Ingeo Sheet Extrusion Checklist	Formato a base de una lista de verificación para evaluar el funcionamiento de la línea de extrusión de la resina. El formato puede ser enviado a la misma proveedora para realizar una evaluación y ofrecer recomendaciones a la planta que procesa la resina.
Troubleshooting in Ingeo Sheet Extrusion Process / Troubleshooting in Thermoforming Guide	Guía con distintas formas en las que puede fallar la producción durante la extrusión y el termoformado, con posibles causas y acciones recomendadas. Puede utilizarse para la elaboración de planes de mantenimiento preventivo o para control de los parámetros de las máquinas en el proceso.
Processing Guides:	Guías de procesamiento con recopilaciones de tips y recomendaciones de NatureWorks LLC. para el procesamiento de la resina Ingeo 2003D.
1. Best practices for Ingeo processing	1. Prácticas ágiles y recomendables para uso, manipuleo, almacenamiento, consideraciones de máquina y tips para el procesamiento general de la resina.
2. Crystallizing and Drying	2. Consideraciones de procesamiento para el secado, o la cristalización (no pertinente en nuestro proceso), de la resina junto con cartas de control de temperaturas, humedades y tiempos a través de curvas de secado, y tiempos promedios requeridos. Se utilizarán para controlar la Resin Dryer en la operación de secado.
3. Sheet Extrusion	3. Consideraciones para la extrusión en láminas de la resina Ingeo 2003D PLA, con precauciones de seguridad y de manipuleo, especificaciones de máquina aptas para el procesado de la resina, temperaturas a controlar para la extrusión con límites y precauciones y parámetros de control para la extrusora.
4. Thermoforming articles	4. Consideraciones para el termoformado de la lámina extruida, con precauciones de seguridad y de manipuleo, recomendaciones para el manejo de la máquina termoformadora en sus distintas etapas de funcionamiento (formado, enfriado, cortado), con parámetros de presión y temperatura a controlar en la máquina.

Nota. El detalle de los documentos expedidos fue obtenido de NatureWorks LLC (2 016, 2 017, 2 018).

5.5.4. Calidad del producto

El aseguramiento de la calidad del producto se realizará para cada una de las variables y atributos en las especificaciones establecidas anteriormente. A continuación, se resumen qué técnicas y métodos de control se controlarán para garantizar la calidad en el producto.

Tabla 5.14

Calidad del producto - Medios de control e instrumentos para especificaciones técnicas

Característica del producto	Especificación	Medio de control	Instrumento	Norma Técnica de referencia
Peso	30 ± 0,1 g.	Pesado	Balanza con precisión 0,1 g	Establecido en NTP 311.207
Ancho	23,6 cm. ± 5 mm.	Medición	Vernier o Pie de rey	Establecido en NTP 311.219
Largo	14,8 cm. ± 5 mm.		Micrómetro de precisión	
Altura	8,9 cm. ± 5 mm.		Regla metálica milimetrada	
Espesor	1 ± 0,1 mm			
Claridad	Transparente	Método de transmitancia de luz	Fotómetro de un solo haz	Establecido en NTE INEN-ISO 13468-1
Densidad	1,25 g/cm ³	Método de igualación de densidades	Establecidos en NTP 311.221	Establecido en NTP 311.221
Capacidad	500 g.	Método gravimétrico de determinación de capacidad	Establecidos en NTP 311.270	Establecido en NTP 311.270
Contenido de metales o metaloides	Límites máximos permitidos establecidos en NTP 399.163-1	Método de ensayo para determinar el contenido de metales o metaloides	Establecidos en NTP 399.163-6	Establecido en NTP 399.163-6
Migración total	Establecido en NTP 399.163-1 y NTP 399.163-5	Método de ensayo para determinar la migración total	Establecidos en NTP 399.163-5	Establecido en NTP 399.163-5

Nota. La norma técnica como el medio de control fueron obtenidos del Instituto Ecuatoriano de Normalización (2 014) y del Instituto Nacional de Calidad (s.f.).

Los medios de controles con sus instrumentos pertinentes se realizarán en el laboratorio de calidad de la planta. Si bien dentro de las especificaciones no se encuentra el carácter de biodegradabilidad y compostaje, esta característica no se evaluará en

nuestra planta, y su control de calidad será remitida a una empresa externa, puesto que, de querer aplicar la norma técnica referida, se tendría que realizar una planta piloto secundaria de compostabilidad dentro del laboratorio de calidad (INACAL, 2 015). Por tanto, dentro de los servicios externos que contratará la planta, se incluirá el servicio de determinación de biodegradabilidad de una muestra de productos terminados.

5.5.5. Calidad sobre el cliente

El aseguramiento de la calidad sobre el cliente, por último, se logrará mediante su contacto directo en redes sociales, vía telefónica o por correo principalmente. Se gestionará asimismo las siguientes medidas.

- Buzón para quejas y sugerencias (Canal telefónico, redes sociales, correo electrónico)
- Encuesta post-servicio para medir un índice de satisfacción al cliente (enviado vía correo al cliente luego de efectuada la entrega)
- Organización de círculos de calidad con empleados y clientes
- Plan de Calidad resumido público en redes sociales, así como ciertos procesos de control en vídeo publicados en la red, con objetivo de mostrar transparencia en el procesamiento de la resina.

5.6. Estudio de Impacto Ambiental

Con respecto al estudio de impacto ambiental, se realiza el diagrama de caracterización de aspectos e impactos ambientales con el objetivo de definir los impactos al medio ambiente que tendrá cada secuencia del proceso productivo, y, en consecuencia, conocer qué leyes y marco regulatorios aplican. De esta manera se podrá mitigar los resultados negativos del proceso con acciones concretas por cada etapa.

Tabla 5.15

Diagrama de caracterización de aspectos e impactos ambientales

ENTRADA	PROCESO	SALIDA	ASPECTO	IMPACTO	NORMAS LEGALES
-Cajas que contienen resina -Energía eléctrica	Recepción y preparación de la resina	-Partículas y polvillo de la resina. -Cajas que contenían la resina	-Generación de partículas sólidas. -Generación de residuos sólidos no peligrosos. -Consumo de electricidad	-Contaminación del suelo. -Agotamiento del recurso (electricidad).	-Ley General del Medio Ambiente N° 28611 -Ley General de Salud 26842 -Ley General de Residuos Sólidos 27314
Energía eléctrica	Secado	Vapor	-Generación de vapor -Consumo de electricidad	-Agotamiento del recurso (electricidad).	-Ley General del Medio Ambiente N° 28611
Energía eléctrica	Extrusión	-Ruido generado por la máquina. -Partículas y polvillo de la resina. -Residuos peligrosos (lubricantes, grasa y aceites residuales)	-Generación de ruido. -Generación de partículas sólidas. -Generación de residuos peligrosos de mantenimiento como lubricantes, grasa y aceites residuales.	-Contaminación sonora. -Contaminación del suelo. -Agotamiento del recurso (electricidad). -Contaminación del agua.	-Ley General del Medio Ambiente N° 28611. -Ley General de Salud 26842. -Ley General de Residuos Sólidos 27314
-Energía eléctrica -Agua	Enfriado controlado (circuito cerrado)	-	-	Agotamiento del recurso (electricidad)	Ley General del Medio Ambiente N° 28611.

(continúa)

(continuación)

ENTRADA	PROCESO	SALIDA	ASPECTO	IMPACTO	NORMAS LEGALES
-	Inspección	-Trozos de láminas no uniforme. -Partículas y polvillo de la resina.	Generación de residuos y partículas sólidas	Contaminación del suelo	-Ley General del Medio Ambiente N° 28611. -Ley General de Salud 26842. -Ley General de Residuos Sólidos 27314
Energía eléctrica	Termoformado	-Ruido generado por la máquina. -Partículas y polvillo sólidos de las láminas. -Trozos de láminas termoformadas defectuosos. -Residuos peligrosos (lubricantes, grasa y aceites residuales)	-Generación de ruido. -Generación de partículas sólidas. -Generación de residuos sólidos -Generación de residuos peligrosos (lubricantes, grasa y aceites residuales)	-Contaminación sonora. -Contaminación del suelo. -Agotamiento del recurso (electricidad) -Contaminación del agua.	-Ley General del Medio Ambiente N° 28611. -Ley General de Salud 26842. -Ley General de Residuos Sólidos 27314
-Energía eléctrica -Agua	Enfriado controlado (circuito cerrado)	-	-	Agotamiento del recurso (electricidad)	Ley General del Medio Ambiente N° 28611.

(continúa)

(continuación)

ENTRADA	PROCESO	SALIDA	ASPECTO	IMPACTO	NORMAS LEGALES
Energía eléctrica	Corte	-Ruido generado por la máquina. -Partículas y polvillo sólidos de las láminas -Residuos sólidos de las láminas de PLA cortadas. -Residuos peligrosos (lubricantes, grasa y aceites residuales)	-Generación de ruido. -Generación de partículas sólidas. -Generación de residuos sólidos. -Generación de residuos peligrosos (grasa y aceites residuales)	-Contaminación sonora. -Contaminación del suelo. -Agotamiento del recurso (electricidad) -Contaminación del agua.	-Ley General del Medio Ambiente N° 28611. -Ley General de Salud 26842. -Ley General de Residuos Sólidos 27314
-	Inspección	Envases de PLA defectuosos.	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	-Ley General del Medio Ambiente N° 28611. -Ley General de Salud 26842. -Ley General de Residuos Sólidos 27314
-Energía eléctrica -Cajas	Encajonado	-	-	-	-

Al haber definido el impacto generado en las distintas etapas del proceso, se realizará una serie de acciones para mitigar dicho impacto según el tipo de contaminación que genera:

- Contaminación del suelo: Respecto a la generación de residuos sólidos, se produce tanto residuos no peligrosos como las partículas y residuos sólidos de las láminas de PLA, así como residuos peligrosos resultantes del mantenimiento de las máquinas. Para tratarlos, se contratará una Empresa Prestadora de Servicios (EPS) que disponga responsablemente de ellos.
- Contaminación sonora: Según el Reglamento de Estándares Nacionales de calidad ambiental para el ruido, perteneciente al Decreto Supremo N° 085-2003-PCM (2003), el nivel de presión sonora constante, expresado en decibeles A, en un intervalo de tiempo “T”, deberá ser 80 decibeles en horario diurno; y 70, en horario nocturno para las zonas industriales. Siendo el caso, el ruido de las máquinas no genera mayor inconveniente, debido a que este se encuentra entre 80 y 90 decibeles según Alibaba (s.f.) para la máquina que genera mayor ruido (extrusora). De esta forma, el ruido hacia fuera de la planta, es controlado con las paredes propias de las instalaciones

5.7. Seguridad y Salud ocupacional

La planta tendrá como base la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo (Ley 29783, 19/08/2011) y su Reglamento (Decreto Supremo 005-2012-TR, 24/04/2012) como base para promover una cultura organizacional de prevención de riesgos e identificación de peligros a lo largo de la vida del proyecto. Como punto de partida, es necesario hacer un análisis preliminar de los riesgos a materializarse durante la operación de la planta.

Dado que la operación de la línea en la planta es automática, siempre existe el peligro de estar expuestos los operarios a los cables eléctricos industriales. Este peligro general puede llegar a materializar un riesgo de contacto con corriente eléctrica en funcionamiento que puede concretarse en un shock eléctrico, lo cual puede causar hasta la muerte; o un riesgo de enredamiento de los operarios con los cables en el suelo que

puede materializar un riesgo de exposición a tropiezos, caídas en el mismo o en un nivel más alto, que puede concretarse en conmociones, fracturas y heridas graves; en el caso que exista impacto del operario en otra máquina en funcionamiento. Una medida correctiva sería mantener los cables pegados en el piso de manera ordenada. Esta lógica expuesta para el análisis preliminar de riesgos para cada operación del proceso productivo de envases de plástico biodegradables se muestra a continuación, con el objetivo de proponer medidas de control a los riesgos específicos que cada proceso posee.



Tabla 5.16

Análisis preliminar de riesgos

	Peligro	Riesgo	Riesgo a la Seguridad	Riesgo a Salud	Consecuencia	Medidas de control
Almacén M.P. / P.T.	Poco espacio de maniobra para los operarios en el almacén	Probabilidad de exposición a caídas, tropiezos, caída al mismo nivel, atropellamiento por paso de la transpaleta eléctrica de acarreo.	X		Golpes, fracturas, heridas, pueden ser de gravedad; muerte.	Mantener organizados los pasillos principales y secundarios de los almacenes, con la iluminación adecuada, señalética obligatoria según normativas y sin obstrucciones.
	Método inadecuado de levantamiento de cargas pesadas	Probabilidad de levantar inadecuadamente cargas pesadas de forma manual (ej. cajas de cintas, cajas de P.T.)		X	Dolores de espalda, lesiones lumbares, otras lesiones de índole ergonómica al cuerpo humano.	Capacitar operarios sobre técnicas adecuadas de levantamiento manual de cargas
	Acumulación de polvillo de resina Ingeo 2003D PLA reportado altamente inflamable	Probabilidad de generación de atmósfera inflamable y de explosión	X		Quemaduras graves, conmoción, muerte.	Limpieza periódica controlada de los almacenes con el área de limpieza, junto con extracción continua del polvo por medio del deshumidificador industrial.
Secado	Posición incómoda para cargar el recipiente auxiliar de alimentación de la Resin Dryer	Probabilidad de exposición a lesiones lumbares y abdominales en el largo plazo.		X	Dolores de espalda, lesiones lumbares, otras lesiones de índole ergonómica al cuerpo humano.	Implementar un sitio de trabajo (silla, mesa) que se adapte al operario, solo en último caso, acudir al uso de fajas.

(continúa)

(continuación)

	Peligro	Riesgo	Riesgo a la Seguridad	Riesgo a Salud	Consecuencia	Medidas de control
Secado	Cercanía a la compresora y a la unidad de secado que generan gran cantidad de calor para deshumidificar la resina	Probabilidad de exposición a temperaturas altas de aire comprimido caliente en diferentes zonas del cuerpo.	X	X	Inhalación de vapores y gases tóxicos del PLA secado, irritación del tracto respiratorio, choque de calor, golpes y heridas	Redirigir el flujo de aire caliente de salida hacia el techo, en último caso, utilizar elementos de protección personal (mascarilla de seguridad).
Secado	Operación con ruido característico alto	Probabilidad de exposición prolongada a ruidos altos	X	X	Lesiones auditivas, hipoacusia a largo plazo	Utilizar elemento de protección personal (orejones) dado que el proceso es en línea y no puede relocalizarse
Extrusión	Máquina automática en pleno funcionamiento con partes en movimiento al descubierto	Probabilidad de atrapamiento de algún miembro superior, o de alguna parte de la vestimenta del operario (por ej. en la zona de rodillos para láminas para inspeccionar el film de resina recientemente extruido)	X		Lesión ocupacional, fracturas, heridas graves, pérdidas por amputación.	Mantener las guardas de la máquina siempre en su lugar, sin que el operario pueda acceder cerca de ella por razón alguna. Controlar accesorios del operario en la supervisión de la operación automática (dejar relojes, anillos, prendas salientes, etc. en el vestidor) Utilizar elementos de protección personal (guantes de protección, botas de punta de acero)

(continúa)

(continuación)

Peligro	Riesgo	Riesgo a la Seguridad	Riesgo a Salud	Consecuencia	Medidas de control	
Extrusión	Calentamiento por bandas eléctricas (resistencias) que irradian alta cantidad de calor característico de la operación	Probabilidad de exposición a temperaturas altas en la superficie de la máquina, así como a gases o vapores de plástico degradándose térmicamente	X		Quemaduras en la piel, da lugar a poder materializar riesgos de atrapamiento en otras partes de la máquina. Inhalación de vapores o gases tóxicos del PLA	Utilizar elementos de protección personal (guantes de protección, botas de punta de acero)
	Operación con ruido característico alto	Probabilidad de exposición prolongada a ruidos altos	X	X	Lesiones auditivas, hipoacusia a largo plazo	Utilizar elemento de protección personal (orejones) dado que el proceso es en línea y no puede relocalizarse
Termoformado	Máquina automática en pleno funcionamiento con partes en movimiento al descubierto, en la estación de formado y moldeo automático de la máquina	Probabilidad exposición de miembros superiores en el mecanismo de alimentación de la máquina (rodillos que alimentan a la máquina) y en la etapa de compresión de moldes en calor.	X	X	Heridas por atrapamiento y aplastamiento de miembros superiores: Fracturas, heridas de gravedad, pérdidas por amputación, muerte.	Mantener las guardas de la máquina siempre en su lugar, sin que el operario pueda acceder cerca de ella por razón alguna. Controlar accesorios del operario en la supervisión de la operación automática (dejar relojes, anillos, prendas salientes, etc. en el vestidor)
		Probabilidad de contacto con superficies metálicas a altas temperaturas		X	Quemaduras en la piel, da lugar a poder materializar riesgos de atrapamiento en otras partes de la máquina.	De ser necesario, activar sensores que detengan la operación al detectar objetos no deseados en la operación (manos, brazos, otros objetos, etc.) Utilizar elementos de protección personal (guantes de protección y botas de punta de acero)

(continúa)

(continuación)

	Peligro	Riesgo	Riesgo a la Seguridad	Riesgo a Salud	Consecuencia	Medidas de control
Termoformado	Máquina automática en pleno funcionamiento con partes en movimiento al descubierto, en la estación de formado y moldeo automático de la máquina	Probabilidad de exposición prolongada y continua a gases y vapores de degradación del plástico		X	Inhalación de vapores y gases tóxicos del PLA secado, irritación del tracto respiratorio	Mantener las guardas de la máquina siempre en su lugar, sin que el operario pueda acceder cerca de ella por razón alguna. Controlar accesorios del operario en la supervisión de la operación automática (dejar relojes, anillos, prendas salientes, etc. en el vestidor)
	Máquina automática en pleno funcionamiento con partes en movimiento al descubierto, en la estación de cortado de la máquina	Probabilidad de exposición de miembros superiores en la guillotina troqueladora caliente de la estación de cortado de la máquina.	X		Cortes o quemaduras por contacto con la guillotina caliente, casos mayores incluyen pérdidas por amputación y muerte.	De ser necesario, activar sensores que detengan la operación al detectar objetos no deseados en la operación (manos, brazos, otros objetos, etc.)
	Máquina automática en pleno funcionamiento con partes en movimiento al descubierto, en la estación de apilado de la máquina	Probabilidad de exposición a contacto físico con la operación mecánica de la máquina de dejar envases apilados al final	X		Lesiones por golpes con la máquina en movimiento, atrapamiento o pérdidas por amputación.	Utilizar elementos de protección personal (guantes de protección y botas de punta de acero)
	Operación con ruido característico alto	Probabilidad de exposición prolongada a ruidos altos	X	X	Lesiones auditivas, hipoacusia a largo plazo	Utilizar elemento de protección personal (orejones) dado que el proceso es en línea y no puede relocalizarse

(continúa)

(continuación)

Peligro	Riesgo	Riesgo a la Seguridad	Riesgo a Salud	Consecuencia	Medidas de control
Pisos desordenados con cajas, mermas, cables etc.	Probabilidad de exposición a tropiezos, caída en el mismo nivel	X		Lesión ocupacional, fracturas, heridas mayores en caso con impacto a otras máquinas	Mantener organizados los pasillos del edificio, con la iluminación adecuada, señalética obligatoria según normativas y sin obstrucciones.
Empacado	Posición incómoda la operación manual de empaçado y sellado (caja y cinta)	Probabilidad de exposición a lesiones lumbares y abdominales en el largo plazo.	X	Dolores de espalda, lesiones lumbares, otras lesiones de índole ergonómica al cuerpo humano.	Implementar un sitio de trabajo (silla, mesa) que se adapte al operario, solo en último caso acudir al uso de fajas.
	Método inadecuado de levantamiento de cargas pesadas	Probabilidad de levantar inadecuadamente cargas pesadas de forma manual (ej. cajas de cintas, cajas de P.T.)	X	Dolores de espalda, lesiones lumbares, otras lesiones de índole ergonómica al cuerpo humano.	Capacitar operarios sobre técnicas adecuadas de levantamiento manual de cargas
	Cercanía a termoformadora, con ruido característico alto y altas temperaturas	Probabilidad de exposición prolongada a ruidos altos y fatiga laboral		X	Lesiones auditivas, hipoacusia o posibles descompensaciones a largo plazo

A partir del análisis preliminar de riesgos, se puede concretar las siguientes estrategias de seguridad ocupacional para nuestra planta.

Equipos de seguridad: Los equipos de seguridad que se tendrán en cuenta para la planta incluirá un set de equipo de protección personal para un operario, consistiendo en un par de botas industriales de punta de acero, guantes protectores, gafas de protección para los ojos contra humos, vapores y gases, orejeras y máscaras de depósito dado que el ambiente tendrá vapores producto de la degradación térmica en el proceso de la resina Ingeo 2003D PLA. De igual manera, se tendrán equipos de iluminación de emergencia en la zona de producción, almacenes y patios de maniobras., extintores ubicados en cada almacén y la zona de producción, dado que se trabaja con material termoplástico inflamable, junto con la señalización de seguridad en todas las instalaciones. El detalle de su disposición se verá más adelante con el plano general de la planta.

Estrategia contra-incendios: NatureWorks LLC. (2 018) menciona en la ficha técnica de su resina Ingeo 2003D PLA que el principal subproducto de la degradación térmica que sufre al procesarse es el acetaldehído, monóxido de carbono y hexanal, que existen como gases a condiciones ambientales. Estos gases son muy inflamables y pueden arder fácilmente con una chispa y hasta generar autoignición en condiciones no controladas de operación (por ejemplo, en el mismo secado de la resina).

Asimismo, estos biopolímeros se combustionan fácilmente, produciendo humo transparente a blanco cuando se queman, los cuales liberan particulados tóxicos tratándose de una combustión incompleta. Estos particulados, en menor medida, junto con la acumulación de polvos que pueden depositarse en los almacenes a granel de la resina pueden llegar a formar una atmósfera inflamable, que arderá por combustión espontánea o por una fuente de ignición, y ocasionar un riesgo de explosión si el polvillo de resina se encuentra disperso en el aire, inclusive (NatureWorks LLC., 2 018). Por tanto, los operarios de la planta deben estar alertas de no permitir que estos polvos se acumulen en ningún momento, en especial en los almacenes. Se formará una brigada contra-incendios con cuatro personas (dos de los almacenes, y dos operarios de producción) para capacitarlos en el uso de métodos de extinción y prevención de

incendios, así como para evacuación del personal en caso de desastres naturales, o simulacros programados.

5.8. Sistema de mantenimiento

A continuación, se definen las actividades de mantenimiento preventivo por máquina y la frecuencia con la que se deberán realizar a lo largo del horizonte del estudio:

Tabla 5.17

Mantenimiento preventivo para cada máquina

Máquina	Mantenimiento preventivo	Frecuencia
Resin dryer	Inspección de tablero de control	Cada día
	Inspección para detectar ruidos, vibración y temperatura inusual	Cada día
	Limpieza interior	Cada mes
	Revisión de parámetros de temperatura	Cada semana
Extrusora	Cambio de aceite	Cada año
	Limpieza del husillo	Cada año
	Inspección de cuchillas	Cada quince días
	Limpieza de la garganta de alimentación	Cada mes
	Revisión de los niveles de aceite de los rodillos laminadores	Cada tres meses
	Lubricación de puntos de engrase	Cada mes
	Revisión del cilindro	Cada cuatro meses
Termoformadora	Control de instalación neumática	Cada quince días
	Controles e inspección de lubricación	Cada quince días
	Limpieza de la grasa excedente	Cada quince días
	Limpieza de los moldes	Cada quince días
	Limpieza y lubricación de la cadena y rieles	Cada quince días
	Control del motor de accionamiento y engranajes	Cada cuatro meses

(continúa)

(continuación)

Máquina	Mantenimiento preventivo	Frecuencia
Torre de enfriamiento^a	Inspección visual de la zona para detectar fugas de agua, ruidos o vibraciones	Cada día
	Revisión de la presión y temperatura de agua de la torre	Cada día
	Comprobación del caudal aportado en las últimas 24 horas	Cada día
	Inspección interna de la estructura de la torre	Cada año
	Limpieza de la torre	Cada año
Chiller^b	Revisión de parámetros de temperatura	Cada semana
	Inspección visual de la unidad para detectar componentes sueltos, daños o fugas de gas refrigerante	Cada mes
	Inspección visual de las protecciones sobre el amperaje	Cada mes
	Inspección y prueba de fas del gas refrigerante empleado	Cada mes
	Inspección de aislamiento térmico	Cada año
	Chequeo y limpieza del panel de control del chiller	Cada año
	Ajustar los tornillos de soporte de los motores ventiladores	Cada año
	Supervisión de condiciones de funcionamiento del compresor (presiones y temperatura)	Cada día
	Confirmar que el sistema de lubricación funcione de manera adecuada	Cada día
Comprobación de cambios en el color de la pintura, debido a que esto podría ser una señal de que hay exceso de calor	Cada mes	
Compresora^c	Verificación de la no existencia de equipo periférico suelto	Cada día
	Verificar la alineación del acoplamiento o la tensión de la banda	Cada seis meses
	Inspeccionar el óptimo estado de las distintas piezas del compresor desensamblándolo por completo	Cada año
	Inspección para detectar ruidos, vibración y temperatura inusual	Cada mes
Bomba^d	Inspeccionar la presión de descarga	Cada mes
	Control del alineamiento del eje	Cada mes meses
	Control de la capacidad, presión y potencia de la bomba	Cada año

^aEcodyne Technologies S.A. (2 015). ^bConsejo en Excelencia Técnica (2 015). ^cRo-Flo Compressors (2 014). ^dGoulds Pumps (s.f.).

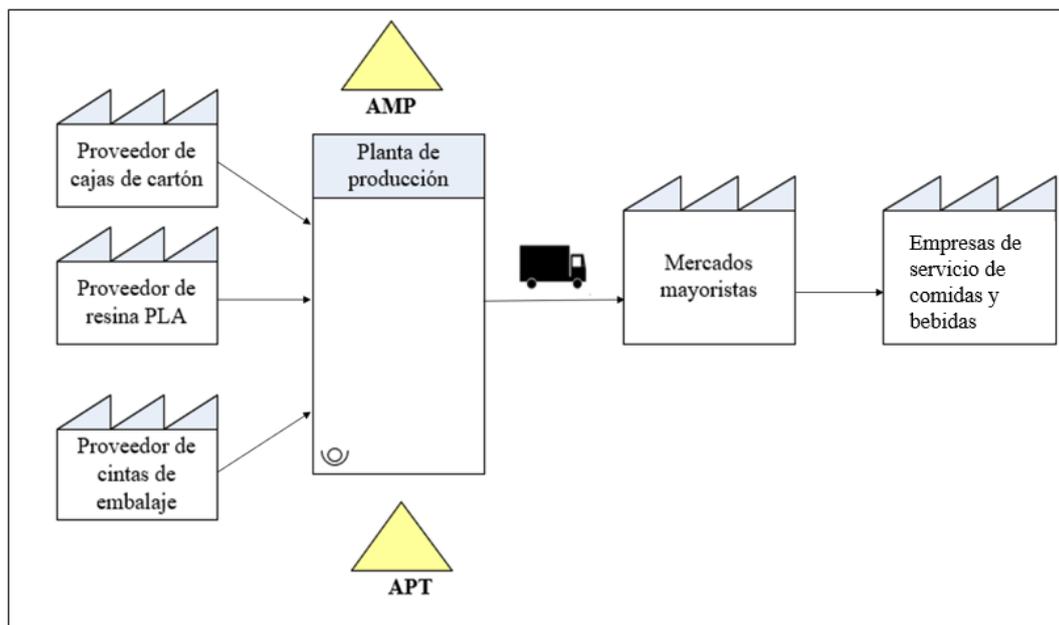
5.9. Diseño de la cadena de suministro

A continuación, se muestra un gráfico simplificado de la cadena de suministro de la empresa. La planta se abastecerá de cajas de cartón, y de cintas de embalaje del mercado peruano, mientras que la resina Ingeo 2003D PLA será importada. El destino de la

producción será para mercados mayoristas que servirán a nuestro cliente final, que son empresas que otorgan servicios de alimentación de comidas y bebidas en el Perú.

Figura 5.11

Diseño de la cadena de suministro



5.10. Programa de producción

5.10.1. Consideraciones sobre la vida útil sobre el proyecto

Dado que la planta se configura a ser una de las pioneras en procesar resinas especiales para producir envases biodegradables a base de PLA, su vida útil se limita a la complejidad del mercado y del sector en participar en un mercado ocupado por producción de plásticos convencionales elaborados a base de polímeros derivados del petróleo. Por tanto, el programa de producción se establecerá para un período de cinco años (2 019-2 023), el cual se basa en la proyección de la demanda calculada para el proyecto.

5.10.2. Factores para la programación de la producción

Plan de demanda: Según la demanda proyectada hallada en el capítulo 2.4.9, se cuenta con la siguiente cantidad de envases y cajas de 50 envases del año 2 019 al 2 023:

Tabla 5.18

Plan de demanda del proyecto

PRODUCTO	Año				
	1	2	3	4	5
Envases	3 560 211	3 939 760	4 359 773	4 824 562	5 338 901
P.T. (cajas de 50 envases)	71 205	78 796	87 196	96 492	106 779

Política de inventario: La política de inventarios de la empresa es abastecer al mercado semanalmente. Los criterios principales para adoptar esta política son los siguientes:

Tabla 5.19

Criterios principales para la política de inventarios

ACTIVIDAD (promedios por mes)	Días	Meses
Tiempo de para por mantenimiento (cualquier tipo)	1	
Tiempo Set up después del mantenimiento	1	
Tiempo de seguridad (establecido como política de la empresa) para imprevistos	2	
Tiempo de poner la orden de compra	3	
TOTAL	7	0,23

Asimismo, se emplea el dato del año 6 de demanda del proyecto, el cual es hallado con el modelo de estimación determinado previamente. Esta demanda es un dato usado solo para efectos de cálculo de la política de inventarios finales, y no es parte del proyecto.

De esta manera, se determinan los inventarios finales estimados, usando la siguiente fórmula con el factor 0,23 hallado en la anterior tabla, y considerando “i” como el año al que pertenece el inventario o la demanda anual:

$$Inventario\ final_i = \frac{demanda\ anual_{(i+1)}}{12} * 0,23$$

Tabla 5.20*Inventarios finales*

PRODUCTO	1	2	3	4	5
Envases	76 607	84 774	93 811	103 812	114 880
P.T. (cajas de 50 envases)	1 533	1 696	1 877	2 077	2 298

Inventario promedio: El valor del mayor inventario promedio servirá para dimensionar el almacén de productos terminados. Este se hallará de la siguiente manera:

$$\text{Inventario promedio}_i = \frac{\text{inventario final}_{(i-1)} + \text{inventario final}_{(i)}}{2}$$

Tabla 5.21*Inventario promedio*

	AÑO					
	0	1	2	3	4	5
P.T. (cajas de 50 envases)		766,50	1 614,50	1 786,50	1 977,00	2 187,50

5.10.3. Programa de producción

El programa de producción se determinará de acuerdo a la siguiente fórmula, la cual tiene en cuenta la demanda y el inventario final estimado calculado previamente:

$$\text{Producción} = \text{Saldo Final} - \text{Saldo Inicial} + \text{Demanda}$$

$$\text{Producción}_i = \text{Inventario final}_{(i)} - \text{Inventario final}_{(i-1)} + \text{Demanda}_i$$

Tabla 5.22*Programación de la producción*

PRODUCTO	AÑO					
	0	1	2	3	4	5
P.T. (cajas de 50 envases)		72 738,00	78 959,00	87 377,00	96 692,00	107 000,00
Envases		3 636 900,00	3 947 950,00	4 368 850,00	4 834 600,00	5 350 000,00

5.10.4. Porcentaje de utilización de la capacidad instalada y cálculo del número de turnos

Habiendo determinado el programa de producción a seguir por la planta, se verá a continuación el cálculo del porcentaje de utilización de la capacidad instalada para cada uno de los años de vida del proyecto. Se recuerda que la capacidad instalada viene siendo determinada por la operación de secado de resina, con una capacidad de producción de 186 897,05 Kg. de envases / año.

Tabla 5.23

Porcentaje de utilización de la capacidad instalada

Año	Programa de producción			Capacidad instalada			Utilización de planta
	Kg.	Env.	Cajas	Kg.	Env.	Cajas	
2 019	109 107,00	3 636 900	72 738,00	186 897,05	6 229 901,00	124 598,00	58,38%
2 020	118 438,50	3 947 950	78 959,00	186 897,05	6 229 901,00	124 598,00	63,37%
2 021	131 065,50	4 368 850	87 377,00	186 897,05	6 229 901,00	124 598,00	70,13%
2 022	145 038,00	4 834 600	96 692,00	186 897,05	6 229 901,00	124 598,00	77,60%
2 023	160 500,00	5 350 000	107 000,00	186 897,05	6 229 901,00	124 598,00	85,88%

El dato de la utilización de planta configura las horas trabajando cada día a lo largo del horizonte útil del proyecto. Tomando una base de un día de 24 horas, se calcula la cantidad real de turnos en los que trabajará la planta para cumplir con el programa de producción propuesto.

Tabla 5.24

Cálculo de turnos reales a trabajar por día

Año	Horas diarias	Utilización de planta	Horas / día	Horas / turno	# Turnos (inexacto)	# Turnos completos
2 019	24	58,38%	14,01	8	1,75	2
2 020	24	63,37%	15,21	8	1,90	2
2 021	24	70,13%	16,83	8	2,10	3
2 022	24	77,60%	18,62	8	2,33	3
2 023	24	85,88%	20,61	8	2,57	3

5.11. Requerimiento de insumos, servicios y personal indirecto

5.11.1. Materia prima, insumos y otros materiales

Para definir la cantidad de materia prima e insumos necesarios para el programa de producción establecido para los años del horizonte de vida del proyecto, se definirá el requerimiento de materia prima e insumos para las cajas de cincuenta envases de PLA, obtenidos a partir del balance de materia.

Tabla 5.25

Requerimiento de M.P. e insumos para cajas de 50 envases de PLA

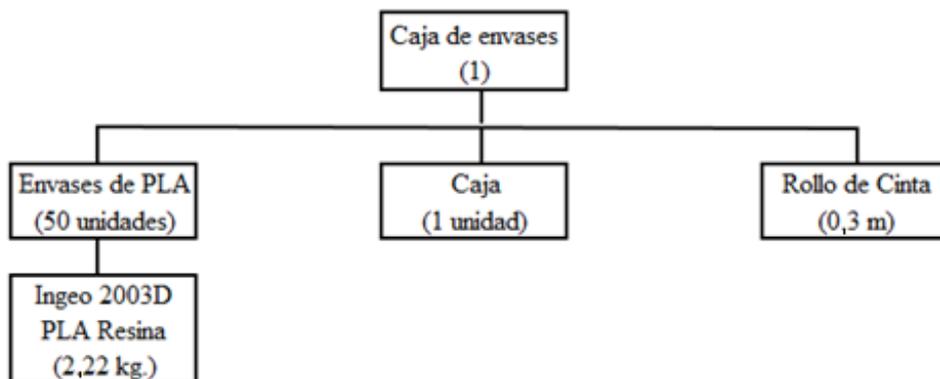
Requerimiento de materia prima para:		1 caja de 50 envases	Requerimiento de materia prima para:		1 millar de cajas de 50 envases
2,22	kg	Ingeo 2003D PLA Resina	2,22	ton	Ingeo 2003D PLA Resina
0,3	kg	Caja	300	kg	Caja
1	und.		1000	und.	
0,0008	kg	Cinta	0,8	kg	Cinta
0,3	m		300	m	
0,009	rollo		9	rollo	

Nota. Los datos relacionados a la cinta adhesiva fueron obtenidos de KPack (s.f.). Adaptado de *Cinta de embalaje*, por KPack, s.f. (<http://www.kaluca.com/Productos/Kpack/CintasdeEmbalaje.aspx>).

De igual forma, el siguiente gozinto mostrará la cantidad de materia prima que se necesita para la elaboración de una caja de 50 envases:

Figura 5.12

Gozinto para caja de envases de plástico a base de PLA



Cabe resaltar que, para determinar la cantidad resultante de cinta que se necesita por caja, se tomó en cuenta la siguiente información.

Tabla 5.26

Información para el cálculo de cinta requerida para una caja de 50 unidades de PLA

Contenido de una caja de 36 rollos de cinta de embalaje	
36	rollos/caja
48	mm de ancho de cinta
3,4	kg caja de 36 rollos
35	m/1 rollo

De esta manera, se realizan los cálculos para determinar cuánta cantidad de cinta, ya sea en kilogramos, como en metros o rollos, se necesitan para la fabricación de una caja que contiene 50 envases de PLA. Adicionalmente, se debe tomar en cuenta que solo uno de los lados de 30 cm de la caja será reforzado con cinta de embalaje.

$$\frac{3,4 \text{ kg}}{36 \text{ rollos}} * \frac{1 \text{ rollo}}{35 \text{ m}} * \frac{0,3 \text{ m}}{1 \text{ caja}} = 0,0081 \text{ Kg} \frac{\text{cinta}}{\text{caja}}$$

Al haber definido la cantidad necesaria de cada insumo por caja, se hallará la cantidad total de materia prima e insumos por año de acuerdo al programa de producción del proyecto. En primer lugar, se calculará la necesidad bruta del material, a partir del plan de producción del proyecto multiplicado por sus requerimientos por caja descritos en las tablas anteriores.

Tabla 5.27

Plan de Necesidades brutas de material, por año (NB)

		AÑO					
MATERIAL		0	1	2	3	4	5
A	Cajas (unidades)		72 738	78 959	87 377	96 692	107 000

(continúa)

(continuación)

	MATERIAL	0	1	2	3	4	5
B	Rollo de Cinta (unidades)		623,47	676,79	748,95	828,79	917,14
	Rollo de Cinta (cajas)		18	19	21	24	26
	Resina Ingeo (kg.)		161 561,47	175 379,20	194 076,77	214 766,72	237 661,35
C	Resina Ingeo (ton.)		161,56	175,38	194,08	214,77	237,66
	Resina Ingeo (cajas)		162	176	195	215	238

Una vez tenido los requerimientos brutos por material para cada año, entonces se procede a realizar el cálculo del requerimiento neto de materiales, el cual incluye el uso de un stock de seguridad (SS) y un lote óptimo (Q) para calcular un inventario promedio estimado por año. Se muestra a continuación los datos requeridos calculados a partir del proyecto realizado, considerando un costo de S/ 75 por poner una orden.

Tabla 5.28

Cálculo de Necesidades netas de material (NN) – Datos calculados

	A	B	C
NB (Necesidad Bruta promedio) und/año	88 553,20	21,60	197,20
σNB (Desviación estándar de la necesidad Bruta)	13 693,77	3,36	30,31
S (Costo de poner una orden)	75	75	75
Cok (cok del proyecto)	17,36%	17,36%	17,36%
σT (Desviación estándar en el periodo de tiempo)	1 971,86	0,48	4,37

Antes de realizar los cálculos, se toma en cuenta asimismo los siguientes datos para las variables requeridas para el cálculo del stock de seguridad y el lote óptimo. Estos incluyen un nivel del servicio de 95%, considerando un lead time de 7 días, con desviación de 2 días.

Tabla 5.29*Cálculo de Necesidades netas de material (NN) – Supuestos válidos*

	A	B	C
LT (Lead Time, días)		7	
σ LT (Desviación estándar del tead time)		2	
c (costo unitario del material)	0,50	169,50	707,44
Tiempo de elaboración O/C (días)		4	
Sueldo Planner (S/)		3 000	
Costo por hora Planner (S/ por hora)		18,75	
Z(95%)		1,65	

Se muestra a continuación el cálculo del lote óptimo (Q) para hallar las necesidades netas de material, según la fórmula siguiente.

$$\text{Lote óptimo (Q)} = \sqrt{(2NB * S)/(Cok * c)}$$

Tabla 5.30*Cálculo de Necesidades netas de material (NN) – Lote óptimo (Q)*

MATERIAL	AÑO					
	0	1	2	3	4	5
Q (cajas)		11 211,57	11 681,18	12 288,09	12 926,50	13 598,08
Q (cintas)		9,58	9,84	10,35	11,06	11,51
Q (resina Ingeo)		14,07	14,66	15,43	16,20	17,05

Se muestra a continuación el cálculo del stock de seguridad (ss) adicionar al lote óptimo (Q), para el cálculo de necesidades netas de materiales. Las fórmulas utilizadas en el dato de desviación estándar en el período de tiempo (σ T), como en el stock de seguridad (SS) se muestran a continuación.

$$\text{Stock de seguridad (SS)} = Z * \sigma T$$

$$\text{Desv. estandar en el período de tiempo } (\sigma T) = \sqrt{\sigma_{NB^2} * LT/360 + \sigma_{LT^2} * NB^2}$$

Tabla 5.31*Cálculo de Necesidades netas de material (NN) – Stock de seguridad (SS)*

	Cajas (und)	Cinta (cajas)	Resina Ingeo (cajas)
σT (Desviación estándar en el periodo de tiempo)	1 971,86	0,48	4,37
SS (stock de seguridad)	3 253,57	0,80	7,20

Por lo tanto, se calcula las necesidades netas de material, mostrado a continuación, adicionando a las necesidades brutas (NB), el lote óptimo (Q) y el stock de seguridad (SS) cada año según corresponda.

Tabla 5.32*Cálculo de Necesidades netas de material (NN) – Necesidades netas (NN)*

PRODUCTO	AÑO					
	0	1	2	3	4	5
Cajas (unidades)		81 597,36	79 193,80	87 680,46	97 011,21	107 335,79
Cintas (unidades)		629,06	676,92	749,20	829,15	917,37
Resina (cajas 1 ton)		176,24	176,30	195,39	215,39	238,42

5.11.2. Servicios: energía eléctrica y agua

- **Energía eléctrica:**

Tanto la maquinaria a emplear para el proceso productivo como los mismos empleados requieren de energía eléctrica para trabajar. Por ello se procederá a determinar el consumo eléctrico anual. Para el cálculo de días anuales, se considera 365 días al año en total, a los cuales se le resta 52 días domingos y 13 días feriados, en los que no se trabaja. De esta forma, se tiene un total de 300 día al año.

Asimismo, se toma en cuenta en los cálculos que los trabajadores de planta trabajarán dos turnos de ocho horas durante los dos primeros años; y tres turnos, los tres últimos años. Por otro lado, cabe resaltar que los trabajadores de oficina trabajarán solo un turno durante los cinco años.

Tabla 5.33*Cantidad de horas al año para la maquinaria y planta*

Año	Horas/día	Días/año	Horas/año
2 019	16	300	4 800
2 020	16	300	4 800
2 021	24	300	7 200
2 022	24	300	7 200
2 023	24	300	7 200

Es importante resaltar que se procederá a calcular el requerimiento de energía eléctrica, diferenciando la energía consumida en horas en punta y fuera de punta, dado que para cada uno de los casos se tiene diferentes tarifas. Las horas en punta comprenden el periodo entre las seis de la tarde y las once de la noche, y suman un total de cinco horas al día.

Tabla 5.34*Detalle de cada turno*

	Turnos	Horas/turno	Hora punta
1	9:00 am-5:00 pm	8	No
2	5:00 pm-1:00 am	8	Sí, 5 horas
3	1:00 am-9:00 am	8	No

Por otro lado, a continuación, se puede observar la cantidad de trabajadores por turno y asociados a costos tanto de planta como del área administrativa. Esta división será útil más adelante para realizar los cálculos que diferencien el consumo fuera de hora punta y en punta, además de dividir el consumo administrativo y de planta.

Tabla 5.35*Cantidad de trabajadores de planta y administrativos*

	Cantidad de trabajadores	Costos asociados a
Primer turno	14	Administración
	10	Planta
Segundo turno	1	Administración
	8	Planta
Tercer turno	1	Administración
	8	Planta
TOTAL	42	

Consumo de energía eléctrica de maquinaria: A continuación se puede observar el consumo por maquina por año, dividida en consumo en hora punta y fuera de punta.

Tabla 5.36

Consumo de energía eléctrica de maquinaria en hora punta y fuera de punta

		En punta				
Máquina	Potencia consumida (kW/h)	<u>2 019</u> 1 500	<u>2 020</u> 1 500	<u>2 021</u> 1 500	<u>2 022</u> 1 500	<u>2 023</u> 1 500
Secadora	4	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000
Extrusora	90	135 000	135 000	135 000	135 000	135 000
Termoformadora	40	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000
Torre de enfriamiento	0,25	375	375	375	375	375
Chiller	0,2	300	300	300	300	300
Bomba	1,5	2 250	2 250	2 250	2 250	2 250
Compresora	55	82 500	82 500	82 500	82 500	82 500
Total de potencia consumida en hora punta (kWh)		286 425				
		Fuera de punta				
Máquina	Potencia consumida (kW/h)	<u>2 019</u> 3 300	<u>2 020</u> 3 300	<u>2 021</u> 5 700	<u>2 022</u> 5 700	<u>2 023</u> 5 700
Secadora	4	13 200	13 200	22 800	22 800	22 800
Extrusora	90	297 000	297 000	513 000	513 000	513 000
Termoformadora	40	132 000	132 000	228 000	228 000	228 000
Torre de enfriamiento	0,25	825	825	1 425	1 425	1 425
Chiller	0,2	660	660	1 140	1 140	1 140
Bomba	1,5	4 950	4 950	8 550	8 550	8 550
Compresora	55	181 500	181 500	313 500	313 500	313 500
Total de potencia consumida fuera de punta (kWh)		630 135	630 135	1 088 415	1 088 415	1 088 415
		Total				
Total de potencia consumida en hora punta y fuera de punta (kWh)		916 560	916 560	1 374 840	1 374 840	1 374 840

Nota. Los datos de potencia consumida fueron obtenidos de Alibaba (s.f.). Adaptado de *Plastic machine making*, por Alibaba, s.f.

(https://www.alibaba.com/trade/search?fsb=y&IndexArea=product_en&CatId=&SearchText=plastic+machine+making&viewtype=&tab)

Consumo de energía eléctrica de trabajadores: En la siguiente tabla se puede apreciar el consumo eléctrico (fuera de hora punta) tanto de trabajadores del área administrativa como de planta. El consumo eléctrico per cápita (kWh per cápita) de Perú

es 1,308 según la Agencia Internacional de la Energía (2 018). Por ello, se multiplicará dicho factor por la cantidad de trabajadores de cada turno para lograr calcular el consumo.

Tabla 5.37

Consumo anual de energía eléctrica (fuera de hora punta) de trabajadores por turno

	Cantidad de trabajadores	Consumo de energía eléctrica (kWh per cápita)	Días al año (días/año)	Horas /día	Consumo anual (kW/año)
Trabajadores del primer turno (9am-5pm)	24	1,308	300	8	75 340,80
Trabajadores del segundo turno (5pm-1am)	9	1,308	300	3	10 594,80
Trabajadores del tercer turno (1am-9am)	9	1,308	300	8	28 252,80
TOTAL	42			19	

Nota. El consumo de energía eléctrica fue obtenido de la Agencia Internacional de la Energía (2 018). Adaptado de *Consumo de energía eléctrica (kWh per cápita)-Peru*, por Agencia Internacional de la Energía, 2 018

(https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.USE.ELEC.KH.PC?end=2014&locations=PE&most_recent_year_desc=true&start=1971&view=chart).

Asimismo, a continuación, se presentan los cálculos del consumo anual de energía eléctrica de trabajadores en hora punta. Se debe tener en cuenta que los trabajadores que se toman en cuenta para este cálculo son netamente los trabajadores del segundo turno dado que las horas en punta abarcan solamente dicho turno, como se mencionó anteriormente.

Debido a que el periodo en punta consta de cinco horas por día, se multiplicará dicha cantidad de horas por la cantidad de días disponibles al año (300). De esta manera, se tiene como resultado 1 500 horas en punta cada año.

Tabla 5.38*Consumo anual de energía eléctrica en hora punta) de trabajadores por turno*

Cantidad de empleados que trabajan en hora punta (en el segundo turno)	Consumo de energía eléctrica (kWh per cápita)	Horas				
		<u>2 019</u>	<u>2 020</u>	<u>2 021</u>	<u>2 022</u>	<u>2 023</u>
9	1,308	17 658	17 658	17 658	17 658	17 658
	Total de potencia (kW)	17 658				

Nota. El consumo de energía eléctrica fue obtenido de la Agencia Internacional de la Energía (2 018). Adaptado de *Consumo de energía eléctrica (kWh per cápita)-Peru*, por Agencia Internacional de la Energía, 2 018

(https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.USE.ELEC.KH.PC?end=2014&locations=PE&most_recent_year_desc=true&start=1971&view=chart).

Consumo anual total de energía eléctrica: Gracias a los cálculos realizados anteriormente, en donde se determinó el consumo eléctrico de las maquinarias, y de todos los trabajadores, se determinará el consumo eléctrico anual.

En una primera clasificación, se puede observar la división entre el consumo eléctrico anual tanto administrativo como de planta:

Tabla 5.39*Consumo total de energía eléctrica por año (administrativo)*

ADMINISTRATIVOS			
Empleados			
Año	Fuera de hora punta	En hora punta	Total de consumo eléctrico (kW)
<u>2 019</u>	45 126,0	1 962	47 088,0
<u>2 020</u>	45 126,0	1 962	47 088,0
<u>2 021</u>	48 265,20	1 962	50 227,2
<u>2 022</u>	48 265,20	1 962	50 227,2
<u>2 023</u>	48 265,20	1 962	50 227,2
			244 857,60

Tabla 5.40*Consumo total de energía eléctrica por año (planta)*

PLANTA					
	Empleados		Máquinas		Total de consumo eléctrico (kW)
	Fuera de hora punta	En hora punta	Fuera de hora punta	En hora punta	
2 019	40 809,60	15 696	630 135	286 425	973 065,6
2 020	40 809,60	15 696	630 135	286 425	973 065,6
2 021	65 923,20	15 696	1 088 415	286 425	1 456 459,2
2 022	65 923,20	15 696	1 088 415	286 425	1 456 459,2
2 023	65 923,20	15 696	1 088 415	286 425	1 456 459,2
					6 315 508,80

En la segunda clasificación, se diferencia la energía eléctrica consumida tanto en hora punta como fuera de punta:

Tabla 5.41*Consumo total de energía eléctrica por año (administrativo y de planta)*

Año	Consumo anual (kW) fuera de punta		Consumo anual (kW) en punta		Total de consumo eléctrico (kW, Fuera de punta)	Total de consumo eléctrico (kW, En punta)	Total de consumo eléctrico (kW)
	Empleado	Maquina- ria	Emple- ado	Maquina- ria			
2 019	85 935,6	630 135	17 658	286 425	716 071	304 083	1 020 153,6
2 020	85 935,6	630 135	17 658	286 425	716 071	304 083	1 020 153,6
2 021	114 188,4	1 088 415	17 658	286 425	1 202 603	304 083	1 506 686,4
2 022	114 188,4	1 088 415	17 658	286 425	1 202 603	304 083	1 506 686,4
2 023	114 188,4	1 088 415	17 658	286 425	1 202 603	304 083	1 506 686,4
							6 560 366,4

- Agua:

Para el cálculo de la cantidad de agua requerida por año en la planta, se toma en cuenta la cantidad de trabajadores en la empresa por turno, según cada año. Además, se toma en cuenta el consumo de agua diario en Villa El Salvador, el cual es de 75,1 litros, según la SUNASS (2 017).

Tabla 5.42*Consumo anual de agua*

	A	B	C	B*C	D	B*C*D
Año	Consumo de agua diario en Villa el salvador (litros / 24h - persona)	Consumo de agua por turno en Villa el salvador (Litros / día - persona)	Cantidad de personas total (personas)	Consumo de agua diario (Litros/día)	Cantidad de días	Consumo de agua anual (litros/año)
2 019	75,10	25,03	33	826,1	300	247 830
2 020	75,10	25,03	33	826,1	300	247 830
2 021	75,10	25,03	42	1051,4	300	315 420
2 022	75,10	25,03	42	1051,4	300	315 420
2 023	75,10	25,03	42	1051,4	300	315 420

Nota. El consumo de agua es obtenido de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (2 017). Adaptado de *Consumo de agua por distritos*, por Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, 2 017 (<http://www.sunass.gob.pe/websunass/index.php/sunass/supervision-y-fiscalizacion/indicadores-de-gestion/indicadores-promedio>)

5.11.3. Determinación del número de trabajadores indirectos

Adicionalmente a los trabajadores directos del proceso de encajonado, se necesitarán trabajadores indirectos que supervisen las operaciones de las maquinarias, así como de velar por otros aspectos no relacionados directamente con la fabricación del producto.

Tabla 5.43*Cantidad de trabajadores indirectos*

Trabajadores indirectos	Cantidad por turno	Cantidad total
Almacenero	1	3
Supervisores de máquinas principales	1	3
Jefe de calidad y mantenimiento	1 (solo el primer turno)	1
Transportistas de transpaletas	2	6
Total	5	13

5.11.4. Servicios de terceros

Respecto a los servicios de terceros, se contará con:

- Una empresa prestadora de servicios que se encargue de recoger los residuos sólidos peligrosos y no peligrosos, y tratarlos.

- Un laboratorio de calidad que examine muestras del producto.
- Parte del personal tercerizado: Entre ellos, se encuentran:

Tabla 5.44

Trabajadores tercerizados

Trabajadores tercerizados	Cantidad total
Personal de limpieza	1
Vigilante	3
Enfermero	1
Coordinador de marketing	1
Total	6

5.12. Disposición de planta

5.12.1. Características físicas del proyecto

Respecto al factor edificio de la planta, la edificación debe brindar las condiciones de seguridad requeridas para que los procesos de fabricación de las cajas de envases de plástico biodegradables se lleven a cabo de la manera más eficiente posible. Por tanto, el edificio debe presentar un sistema adicional de resguardo de las actividades realizadas dentro de él, minimizando el impacto que tenga el exterior en el proceso industrial. La planta tendrá un solo nivel, con una altura de aproximadamente 7 metros sobre el nivel del suelo. Así, tomando como base el Cuadro de Valores Unitarios Oficiales de Edificaciones para la Costa, por el Colegio de Arquitectos del Perú (CAP), las estructuras y acabados a utilizar para construir la planta se muestran a continuación (CAP, 2 019).

Tabla 5.45*Características físicas del proyecto*

Estructuras y/o Acabados	Cat.	Descripción	Razón	Costo por m² (PEN)
Muros y Columnas	C	Placas de concreto, albañilería armada, ladrillo o similar con columna y vigas de amarre de concreto armado	La localización de la planta (Villa El Salvador, Lima) configura que el edificio debe ser resistente a las condiciones climáticas del área y, en caso de garúa, impedir la filtración del agua y humedad en la planta para evitar afectar la humedad controlada dentro de la misma, dado que los envases de plástico son muy sensibles a éste.	234,16
Techos	C	Aligerado o losas de concreto armado horizontales		172,72
Pisos	G	Cemento bruñado coloreado	No se busca la estética de los suelos, sino su funcionalidad de soportar y distribuir cargas agresivas sobre el mismo, otorgado por acabado rugoso del piso bruñado, el cual lo hace antideslizante.	39,77
Puertas y ventanas	F	Ventanas de fierro industrial, vidrio simple, puertas de fibra de alta densidad	Puertas y ventanas utilizadas comúnmente en plantas industriales, no se busca la estética de las puertas y ventanas.	54,88
Revestimientos de paredes	F	Tarrajeo frotachado y/o yeso moldurado, pintura lavable.	Revestimientos comúnmente usados en plantas industriales.	64,54
Baños	F	Baños blancos sin mayólica	Lavatorio e inodoros indispensables para los operarios. Alejados del área de producción y de almacenamiento.	12,85
Instalaciones eléctricas y sanitarias	D	Agua fría y caliente, corriente trifásica, teléfono, gas natural	Se necesitará agua para las duchas, así como que el uso del teléfono esté habilitado	89,06

Nota. Adaptado de *Cuadro de Valores Unitarios Oficiales de Edificaciones para la Costa*, por Colegio de Arquitectos del Perú, 2 020 (https://limacap.org/wp-content/uploads/2020/12/CVU_diciembre-2020-page-0001.jpg).

5.12.2. Determinación de las zonas físicas requeridas

La planta estará conformada de distintas zonas físicas de tal manera que se satisfaga todas las necesidades requeridas tanto para la producción, así como la administración, mantenimiento de maquinaria y calidad de productos.

- Relativo al hombre:

- Oficinas administrativas: Estas áreas estarán compuestas por oficinas pertenecientes al Gerente General y a los jefes encargados de diferentes áreas de la empresa. Cada uno de dichos cargos, tendrá una oficina propia. Asimismo, en esta área también se encontrarán los vendedores. Ellos se ubicarán en una sala en donde puedan intercambiar ideas y estar alineados respecto a los objetivos.

Tabla 5.46

Detalle de personal de oficina del área administrativa

Trabajadores	Cantidad
Gerente general	1
Jefe de Recursos Humanos	1
Jefe de finanzas	1
Jefe de ventas	1
Jefe de logística	1
Vendedores	6

- Servicios higiénicos: Se contará con servicios higiénicos tanto para el área administrativa y para el área de producción. Asimismo, se tendrá un baño con las medidas requeridas para ser empleado por personas discapacitadas.
- Vestidores: Se contará con dos vestidores, uno para mujeres, y otro para hombres. Estos tendrán duchas, acorde al Reglamento Nacional de Edificaciones, elaborado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2 013).
- Comedor: Se contará con un comedor, que se encontrará a una distancia prudente a la zona de producción para evitar la contaminación cruzada. Asimismo, será de fácil acceso.

- Enfermería: Esta estará equipada con un botiquín de primeros auxilios, así como con una camilla, de manera que se pueda brindar atención a los trabajadores en caso ocurra un accidente.
 - Zona de vigilancia: Se contará con una caseta de vigilancia que controle y regule la entrada y salida a la fábrica, de manera que incremente la seguridad.
- Relativo a maquinaria:
 - Área de mantenimiento: Se contará con un área de mantenimiento para la reparación de maquinaria, así como para realizar mantenimiento preventivo y almacenar las herramientas y utensilios necesarios para ello.
 - Zona de producción: En esta área se encontrará la maquinaria y equipo necesario para todas las etapas del proceso productivo. Se subdividirá en la línea de secado-extrusión-termoformado, que es la línea automática de la planta, y en zona de empaque.
 - Área de limpieza: En esta área se depositarán todos los utensilios de limpieza de la fábrica.
- Relativo al material
 - Laboratorio de calidad: En este laboratorio se realizarán controles de calidad, así como se inspeccionará la materia prima y el producto terminado, de manera que se asegure la calidad de la fabricación y el cumplimiento de los estándares.
 - Patio de maniobras: Esta zona será destinada para el estacionamiento, recepción y despacho de los camiones que abastecerán de materia prima e insumos a la planta y de los que retiran el producto terminado para llevarlo a los mercados mayoristas.
 - Almacenes: Se contará con un almacén de materia prima e insumos, así como con un almacén de productos terminados. Estos se encontrarán cerca del patio de maniobras, así como de la zona de producción. El almacén de M.P. e insumos tendrá dos divisiones, una parte que almacene parihuelas de cajas de 1 ton. de resina Ingeo 2003D PLA, y la otra que almacene los demás insumos (cajas y cintas). El diseño de los almacenes corresponderá

a las políticas de aprovisionamiento de M.P. y de aprovisionamiento al mercado.

5.12.3. Cálculo de áreas para cada zona

5.12.3.1. Almacén de materia Prima e insumos

El espacio destinado al almacén de materia prima será el correspondiente según la política de abastecimiento de la empresa, esta es, que se abastecerá M.P. e insumos para un trimestre de producción, para el año con la máxima demanda obtenida del proyecto. Dado que este año corresponde al último año de vida útil de la planta, el almacén de materia prima se diseñará para almacenar la producción de un cuarto de dicha cantidad. Por tanto, los requerimientos de materia prima e insumos para este caso son los siguientes.

Tabla 5.47

Requerimiento de insumos para diseño de almacén de M.P. e insumos

Almacén de M.P. e insumos	Política: Se va a diseñar para almacenar M.P. e insumos para un trimestre de producción	
	Requerimiento de M.P. e insumos	
Resina Ingeo 2003D PLA	238 422,38	kg /año
	59,61	Ton / trimestre
Caja	107 335,79	und / año
	26 833,95	und. / trimestre
Cinta	917,37	und. / año
	229,34	und / trimestre

Materia prima (Resina Ingeo 2003D PLA): El almacenamiento para la materia prima principal será por medio de parihuelas estándar americanas de 1,2 x 1,0 x 0,14 m. La resina será abastecida en cajas envasadas de 1 ton. de peso neto, cuyas dimensiones ocupan exactamente el área de una parihuela estándar, con la facilidad de que éstos pueden apilarse en un segundo nivel. La distribución y la altura de la carga configura un almacén de tipo volumétrico sin estanterías de poca altura, por lo que se tendrá que utilizar un equipo de acarreo para este material, que se requiera elevarlo a altura mínima de aprox. 1,2 m. para lograr empezar a cargar el segundo nivel de la parihuela; y con

capacidad mínima de 1 ton. para su acarreo en distancias horizontales. La siguiente figura ilustra el almacenamiento de cajas de resina Ingeo 2003D de 1 ton.

Figura 5.13

Almacenamiento de cajas de 1 ton. de resina Ingeo 2003D PLA



Nota. De PLA NatureWorks Ingeo 2003D, por China.cn., s.f. (<https://www.china.cn/pla/4044180459.html>).

La cantidad de parihuelas requeridas para almacenar la materia prima principal a guardar en el almacén, considerando que se requerirán 59,61 ton. de resina como inventario a almacenar en este caso, se calcula de la siguiente manera.

$$59,61 \text{ ton.} * \frac{1 \text{ nivel.}}{1 \text{ ton.}} * \frac{1 \text{ parihuela}}{2 \text{ niveles}} = 29,81 \cong \text{Almacenar para 30 parihuelas}$$

Requiriendo el espacio para almacenar 30 parihuelas, se propone la disposición de las mismas en seis filas para facilitar su acarreo con los equipos montacargas y carretillas hidráulicas. Esto configura un almacén de materia prima con seis filas, ocupando siete parihuelas por fila, y tres pasadizos secundarios, por donde circulará el

equipo de acarreo del material. Asumiendo que los frentes de las parihuelas, los lados por donde las uñas del equipo de acarreo van a ingresar a la parihuela para levantarla, son los lados de 1 m., el ancho de los pasadizos será determinado de acuerdo al fabricante del equipo de acarreo a utilizar. El equipo para manipular los pallets de Resina Ingeo 2003D PLA adecuado vendría a ser una **transpaleta eléctrica**, puesto que la capacidad de carga para las parihuelas es de máximo 2 ton., capacidad suficiente para este tipo de equipo de acarreo. Además, a comparación de un montacargas eléctrico de mayor capacidad, los traslados horizontales en este equipo de menor tamaño se realizan con mayor velocidad, a un menor espacio ocupado por el ancho mínimo del pasadizo. Las especificaciones del equipo se muestran a continuación.

Tabla 5.48

Almacén de M.P. - Transpaleta eléctrica CAT

	<p style="text-align: center;"><u>Transpaleta eléctrica</u></p> <p style="text-align: center;">Marca: CAT Modelo: NPV20N2 Capacidad de carga: 2 ton. Altura máx. de horquillas: 1,35 m. Ancho mínimo de pasadizos: 2,921 m. Voltaje de batería / Capacidad (Amperio-hora): 24 / 250 Dimensiones (mm.): 1 864 x 720 x 1 350 mm.</p>
---	--

Nota. Adaptado de NPP18N2R, NPP20N2R, NPV20N2. *Pedestrian Rider Pallet Trucks. 1,8 – 2,0 ton*, por CAT, 2 012 (<https://www.mcfa.com/-/media/mcfa/sites/portal/files/forklifts/cat-lift-trucks/sales%20literature/clt-iii-npp20n2r-npv20n2-spec-english.pdf>).

Entonces, dado que el fabricante recomienda un ancho mínimo de pasillos secundarios de aprox. 3 m., se va a tomar este valor para el diseño del almacén de M.P. e insumos. El pasadizo principal tendrá una medida de 3 m. de ancho para facilitar el tránsito de la transpaleta eléctrica y los operarios de la planta que se encuentren en el almacén. Por lo tanto, las medidas del almacén de M.P. que se configuran con el diseño propuesto serían las siguientes, con un área preliminar de 129,6 metros cuadrados.

$$A = \text{Largo Alm. M.P.} = \left(6 \text{ filas} * \frac{1,2 \text{ m.}}{1 \text{ fila}} \right) + \left(3 \text{ pz. sec.} * \frac{3 \text{ m.}}{1 \text{ pz. sec.}} \right) = 16,2 \text{ m.}$$

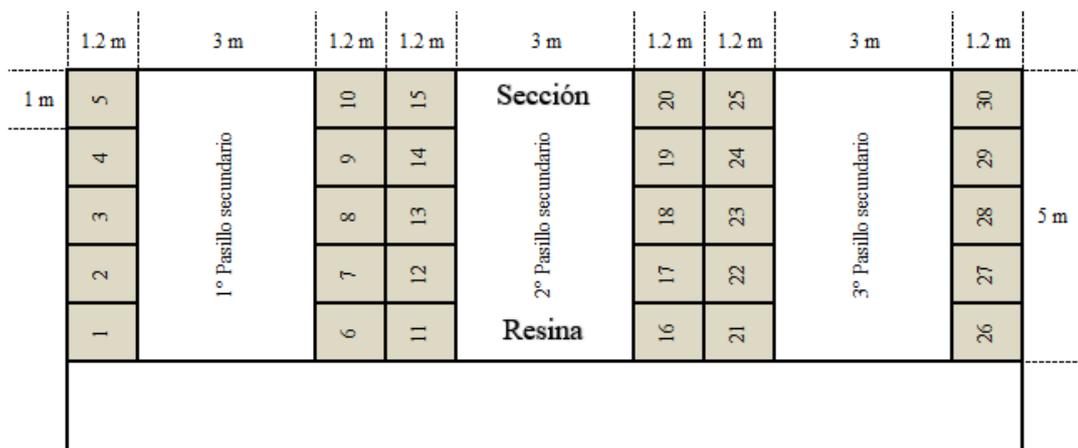
$$B = \text{Ancho Almacén M.P.} = \left(5 \text{ parih.} * \frac{1 \text{ m.}}{1 \text{ parih.}} \right) + 3 \text{ m. (pz. princ.)} = 8,0 \text{ m.}$$

$$\text{Área Alm. M.P. (Sección resina)} = A \times B = 16,2 \text{ m} * 8 \text{ m} = 129,6 \text{ m}^2$$

A continuación, se muestra un esbozo del diseño del almacén de M.P. resultante, identificando las zonas donde están ubicadas las 42 parihuelas, pasadizos principal y secundario con las respectivas medidas, solamente para la sección que almacenará resina.

Figura 5.14

Diseño del almacén de M.P. e insumos (Sección Resina)



Otros insumos (Cajas y cintas): Para el caso de las cajas requeridas, tomando como referencia el aprovisionamiento de cajas de cartón de medidas similares en pulgadas según ULINE (s.f.), la compra de estas cajas se realizará por atados de 25 unidades por atado, teniendo una parihuela estándar de 1,2 x 1,0 m. la capacidad de soportar en su superficie 20 atados de cajas por nivel. Para efectos del uso de espacio vertical, al igual que en el caso del almacenamiento de la materia prima principal, se hará uso de un segundo nivel de la parihuela. Con esto, se calcula el número de parihuelas de cajas que se requerirán almacenar, considerando que se requerirán 26 833,95 cajas como inventario a almacenar en este caso.

$$26\ 833 \text{ und.} * \frac{1 \text{ at.}}{25 \text{ und.}} * \frac{1 \text{ niv.}}{20 \text{ at.}} * \frac{1 \text{ parih.}}{2 \text{ niv.}} = 26,83 \cong \text{Almacenar } 27 \text{ parih. cajas}$$

Para el caso de la cantidad de cinta requerida, tomando como referencia la venta y aprovisionamiento de cintas de embalaje de la marca KPack (s.f.), que se mencionó a la hora de calcular la capacidad instalada. A resumidas cuentas, la compra de este insumo se realizará por cajas de 36 rollos, de dimensiones cajas 0,29 x 0,20 x 0,30 m., igualmente en parihuelas estándares de 1,2 x 1,0 m. Se determina entonces que la disposición de cajas óptima que pueden entrar en la superficie de un nivel de la parihuela es de 5x4 cajas, como se muestra a continuación

$$\text{Lado A Parih. (1,2 m.)} : \frac{1,2 \text{ m.}}{0,29 \frac{\text{m.}}{\text{caja}}} = 4,13 \cong 4 \text{ cajas} \quad | \quad \frac{1,2 \text{ m.}}{0,2 \text{ m.} \frac{\text{m.}}{\text{caja}}} = 6 \text{ cajas}$$

$$\text{Lado B Parih. (1 m.)} : \frac{1,0 \text{ m.}}{0,20 \frac{\text{m.}}{\text{caja}}} = 5 \text{ cajas} \quad | \quad \frac{1,0 \text{ m.}}{0,29 \frac{\text{m.}}{\text{caja}}} = 3,41 \cong 3 \text{ cajas}$$

$$\frac{\text{Cajas de cinta}}{\text{nivel}} = \text{Máx} (5 \times 4 = 20 \text{ caj.}; 6 \times 3 = 18 \text{ caj.}) = 20 \frac{\text{cajas}}{\text{nivel}}$$

Dado que el traslado de este insumo a las áreas de producción en proceso no se hará con equipo de acarreo especializado (el operario tendrá disponible una caja de cintas en la estación de empaclado), y la cantidad a almacenar es bastante menor al resto de insumos en lo que concierne a uso y espacio, se calcula que el almacenamiento en parihuelas será de menos de un nivel, y por lo tanto, de una sola parihuela. Considerando que se requerirán 229 rollos como inventario a almacenar en este caso, se muestra el cálculo.

$$229 \text{ rollos} * \frac{1 \text{ caj}}{36 \text{ rollos}} * \frac{1 \text{ niv.}}{20 \text{ caj.}} = 0,31 \text{ niv} \cong \text{Almacenar 1 parih. cinta}$$

Por lo tanto, para el almacenamiento de insumos se guardarán 27 parihuelas de cajas para el empaque de 50 envases de plástico biodegradable, y 1 para el almacenamiento de cintas de embalaje. Dado que este almacén compartirá el espacio con la sección que almacena resina Ingeo 2003D PLA, las dimensiones son las mismas que la sección vista anteriormente y son prácticamente simétricas, compartiendo un pasadizo principal para la circulación del equipo de acarreo, pero a costo de una menor utilización del espacio de parihuelas en la sección de insumos. Puesto que hay dos secciones, se

planteará la adquisición de dos transpaletas eléctricas para el manipuleo de material e insumos en este almacén. A continuación, se muestra el diseño del almacén completo de M.P. e insumos, que ocupará un área de m².

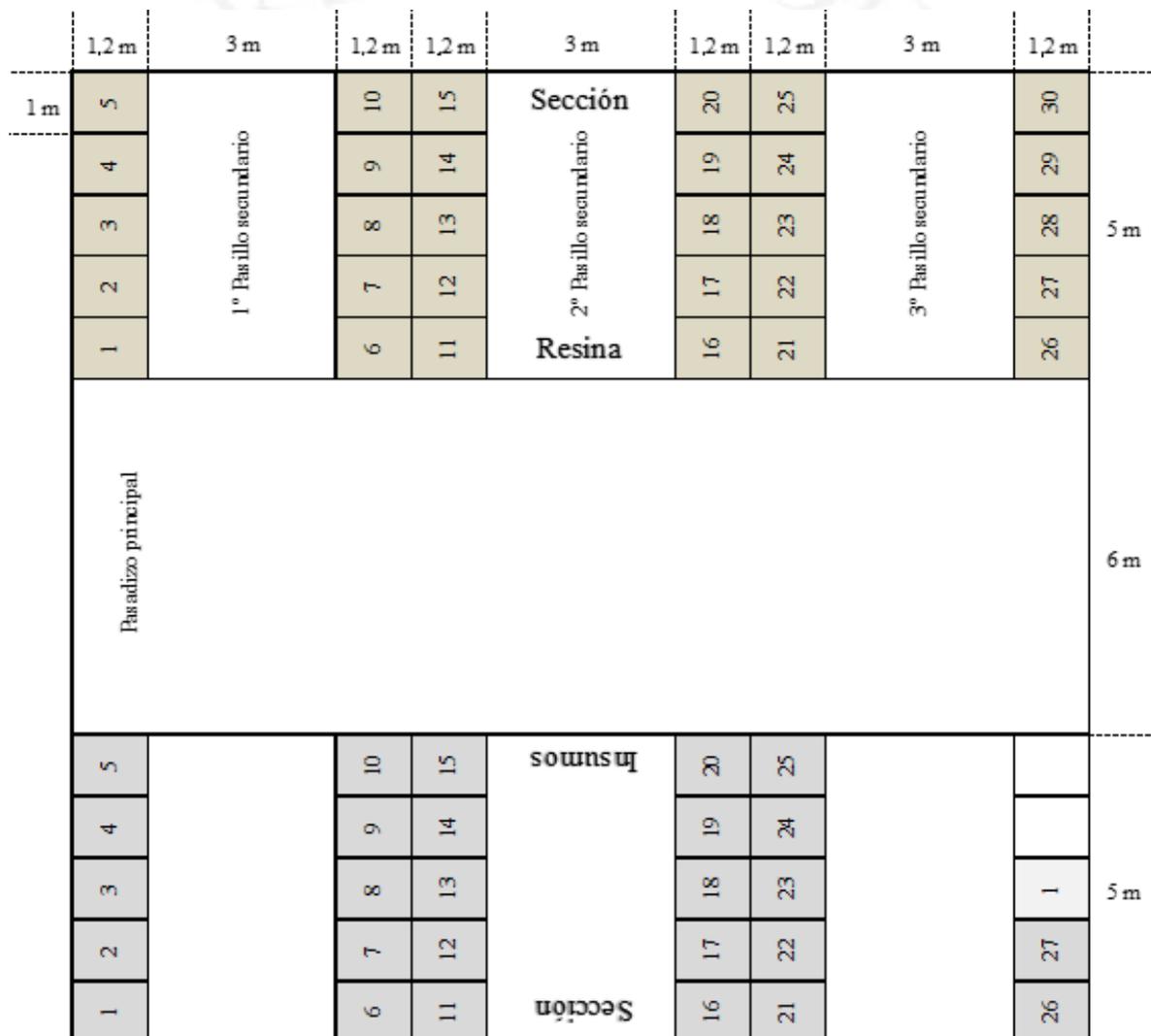
$$A = \text{Largo Alm. M. P} = \left(6 \text{ filas} * \frac{1,2 \text{ m.}}{1 \text{ fila}}\right) + \left(3 \text{ pz. sec.} * \frac{3 \text{ m.}}{1 \text{ pz. sec.}}\right) = 16,2 \text{ m}$$

$$B = \text{Ancho Alm. M. P} = 5 \text{ m} + 6 \text{ m (P. principal} * 2) + 5 \text{ m} = 16 \text{ m}$$

$$\text{Área Alm. M. P. (Completo)} = A * B = 16,2 \text{ m} * 16 \text{ m} = 259,2 \text{ m}^2$$

Figura 5.15

Diseño del almacén de M.P. e insumos (Completo)



Área total	
L (m)	16,2
A (m)	16 m
Área (m ²)	259,2 m

5.12.3.2. Almacén de productos terminados

El espacio destinado al almacén de productos terminados será el correspondiente según la política de inventarios finales de la empresa. Según las encuestas realizadas en el capítulo II, la mayor cantidad de restaurantes (44,4%) realiza sus compras de envases plásticos descartables semanalmente. Por lo tanto, se tendrá esta cantidad de días como política de inventario final, configurando un tamaño de almacén de productos terminados que almacene un inventario final de una semana. Según el inventario promedio calculado para el plan de producción, se tendría una cantidad de 2 187,30 cajas de P.T. en el último año, el cual se utilizará para diseñar el almacén. El detalle se muestra a continuación.

Tabla 5.49

Requerimiento de P.T. a almacenar para diseño del almacén de P.T.

Almacén de P.T.	Política: Inventario final de UNA SEMANA (7d)
Programa de producción (año 5)	107 000,00 cajas de 50 unidades / año
Inventario promedio (año 5)	2 187,30 cajas de 50 unidades / año

De igual manera que en el almacén de M.P., se utilizarán parihuelas estándares americanas de 1,2 x 1,0 x 0,14 m. como unidades de almacenamiento de productos terminados. Las cajas terminadas tienen como medidas 0,35 x 0,30 x 0,25, por lo que se calcula lo que cada nivel de la parihuela puede almacenar. De manera óptima, la parihuela puede almacenar 12 cajas de P.T. por nivel.

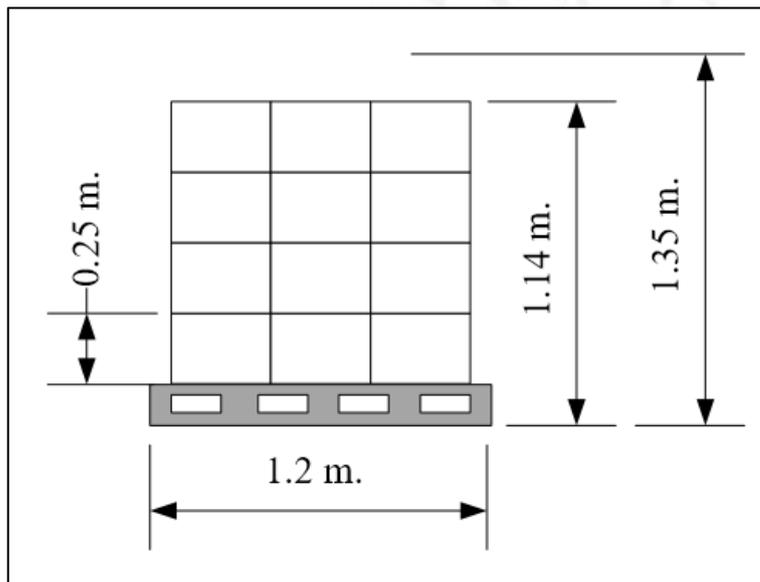
$$\begin{aligned}
 \text{Lado A Parih. (1,2 m.)} &: \frac{1,2 \text{ m.}}{0,35 \frac{\text{m.}}{\text{caja}}} = 3,43 \cong 3 \text{ cajas} \quad | \quad \frac{1,2 \text{ m.}}{0,3 \text{ m.} \frac{\text{m.}}{\text{caja}}} = 4 \text{ cajas} \\
 \text{Lado B Parih. (1 m.)} &: \frac{1,0 \text{ m.}}{0,35 \frac{\text{m.}}{\text{caja}}} = 2,8 \cong 2 \text{ cajas} \quad | \quad \frac{1,0 \text{ m.}}{0,3 \frac{\text{m.}}{\text{caja}}} = 3,33 \cong 3 \text{ cajas} \\
 \frac{\text{Cajas P.T.}}{\text{nivel}} &= \text{Máx} (3 \times 2 = 6 \text{ caj.}; 4 \times 3 = 12 \text{ caj.}) = 12 \frac{\text{Cajas P.T.}}{\text{nivel}}
 \end{aligned}$$

Para determinar el número de niveles que tendrá la parihuela, se utiliza como altura máxima para apilar la determinada por la altura máxima que puede alcanzar la

horquilla de la transpaleta eléctrica, que es de 1,35 m. Considerando la altura de la parihuela de 0,14 m. y la de la caja de P.T., entonces, se determina el número de cajas que puede cargar la parihuela en total, así como la cantidad de parihuelas requeridas para almacenar lo demandado, siendo esto una cantidad de 2 187 cajas de producto terminado.

Figura 5.16

Vista (lado A) de una parihuela cargada de cajas de P.T.



$$\frac{\text{Niveles}}{\text{parih.}} : \frac{1,35 \text{ m.} - 0,14 \text{ m.}}{0,25 \frac{\text{m.}}{\text{nivel}}} = 4,84 \cong 4 \frac{\text{niveles}}{\text{parih.}}$$

$$\frac{\# \text{ Cajas P.T.}}{\text{parih.}} : 12 \frac{\text{Cajas P.T.}}{\text{nivel}} * 4 \frac{\text{niveles}}{\text{parih.}} = 48 \frac{\text{Cajas P.T.}}{\text{parih.}}$$

$$2\ 187 \text{ cajas P.T.} * \frac{1 \text{ parih.}}{48 \text{ Cajas P.T.}} = 45,57 \cong \text{Almacenar para 46 parihuelas}$$

Entonces, se diseñará un almacén de P.T., configurándolo para que almacene 46 parihuelas de producto terminado, en 6 filas de 8 parihuelas cada una, con tres pasillos secundarios y uno principal; ocupando un área 194,4 m². El diseño se muestra a continuación.

Figura 5.17

Diseño del almacén de P.T.



Área total	
L (m)	16,2 m
A (m)	12 m
Área (m ²)	194,4

SCIENTIA ET PRAXIS

5.12.3.3. Zona de producción

El espacio mínimo destinado para la zona de producción se calculó a base del método de Guerchet, para cuatro principales áreas de producción. A continuación, se muestran los cuadros de análisis de elementos estáticos de la planta, elementos móviles y el cálculo del coeficiente de evolución k para hallar la superficie total mínima, siendo ésta de 135,07 m².



Tabla 5.50

Método de Guerchet - Análisis de elementos estáticos

Dimensiones														Análisis 30% ¿Es punto independiente?	
	Elementos estáticos	n	N	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Ss	Sg	Se	St	Ss x n	Ss x n x h			
SECADO	Parihuela (Caja de resina 1 ton.)	1	-	1,20	1,00	0,14	1,20	-	0,44	1,64	1,20	0,17	134,45%	SÍ	
	Resin Dryer	1	1	1,05	0,85	0,50	0,89	0,89	0,65	2,43	0,89	0,45	-		
EXTRUSIÓN	Extrusora	1	1	12,00	2,00	2,50	24,00	24,00	17,43	65,43	24,00	60,00	-		
	Torre de enfriamiento	1	2	0,92	0,92	1,66	0,66	1,33	0,72	2,72	0,66	1,10	-		
	Chiller	1	1	0,65	0,75	0,98	0,49	0,49	0,35	1,33	0,49	0,48	-		
	Bomba de agua	1	1	0,52	0,26	0,36	0,14	0,14	0,10	0,37	0,14	0,05	-		
TERMO-FORMADO	Termoformadora	1	1	6,08	1,42	3,24	8,63	8,63	6,27	23,54	8,63	27,97	-		
	Compresora	1	1	2,20	1,40	1,60	3,08	3,08	2,24	8,40	3,08	4,93	-		
ENCAJONADO	Mesa de trabajo (Encajonado)	4	1	2,44	0,91	0,89	2,23	2,23	1,62	24,31	8,92	7,93	-		
	Parihuela de cajas (Insumo)	1	-	1,20	1,00	0,14	1,20	-	0,44	1,64	1,20	0,17	53,82%	SÍ	
	Dispensador de cinta de embalaje	4	-	0,26	0,05	0,07	0,01	-	0,00	-	0,05	0,00	0,52%	NO	
	Parihuela de cajas (P.T.)	2	-	1,20	1,00	0,14	1,20	-	0,44	3,27	2,40	0,34	53,82%	SÍ	
										MÍNIMO	135,07	51,61	103,58		

Tabla 5.51

Método de Guerchet - Análisis de elementos móviles

Elementos móviles	n	N	Dimensiones			Ss	Sg	Se	St	Ss x n	Ss x n x h
			Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)						
Operarios manuales (Encajonado)	4	-	-	-	1,65	0,50	-	-	-	2,00	3,30
Supervisor de máquinas (Principales)	2	-	-	-	1,65	0,50	-	-	-	1,00	1,65
Transpaleta eléctrica	4	-	1,86	0,72	1,35	1,34	-	-	-	5,37	7,25
										8,37	12,20

Tabla 5.52

Cálculo del coeficiente de evolución K.

CÁLCULO DE K:	Elementos estáticos		Elementos móviles		k
	Ss x n	Ss x n x h	Ss x n	Ss x n x h	
hee	51,61	103,58	-	-	2,007
hem	-	-	8,37	12,20	1,458
			hem / (2*hee)		0,363

Es necesario recalcar que el área de tamaño mínima calculada de 135,07 m² no necesariamente configura un espacio de la producción en forma cuadrada para el terreno, debido a que las principales máquinas que operan en la línea (la termoformadora y la extrusora) con máquinas lineales y necesariamente deben ser instaladas de tal forma que sean continuas en el flujo de producción, y son máquinas características por ser largas y rectangulares, como se observa en sus dimensiones.

5.12.3.4. Otras áreas

Para el cálculo del resto de áreas, se tendrá en cuenta el Reglamento Nacional de Edificaciones (2 013), el cual establece distintas medidas a tomar en cuenta para el cálculo de áreas de una planta.

Oficinas administrativas: Para el cálculo de las zonas de las oficinas, se consideró el rango de áreas propuestas por Sule (2 001) según el tipo de ejecutivo. Por otro lado, se tendrá una sala de reuniones en donde los vendedores se podrán reunir y discutir asuntos importantes para estar alineados con el cumplimiento de objetivos.

Tabla 5.53

Área para cada oficina administrativa

Oficina	Tipo	Unidad	Rango de áreas propuestas	Área Total (m ²)
Gerente general	Ejecutivo	m ²	18-37	15,90
Jefe de Recursos Humanos	Ejecutivo junior	m ²	10-23	10,02
Jefe de finanzas	Ejecutivo junior	m ²	10-23	10,02
Jefe de ventas	Ejecutivo junior	m ²	10-23	10,02
Jefe de logística	Ejecutivo junior	m ²	10-23	10,02
Total				66

Nota. Adaptado de *Instalaciones de manufactura (2.a ed.)*, por Sule, 2 001, Ediciones Paraninfo.

Servicios higiénicos: Para el cálculo de la cantidad de baños, tanto de administración como de producción, se tomaron en cuenta las especificaciones de la OSHA respecto a la cantidad mínima de inodoros según la cantidad de trabajadores.

Tabla 5.54*Especificaciones de OSHA para los servicios higiénicos.*

Rango de número de empleados	Número mínimo de servicios higiénicos
1 a 15	1
16 a 35	2
36 a 55	3
56 a 80	4
81 a 110	5
111 a 150	6
Más de 150	Un accesorio adicional (por cada 40 empleados)

Nota. De Seguridad y Salud Ocupacional. Saneamiento, por OSHA, 1 998
[https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp-show_document?p_table=STANDARDS&p_id=970#1910.141\(c\)\(1\)\(i\)](https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp-show_document?p_table=STANDARDS&p_id=970#1910.141(c)(1)(i)).

De esta manera, respecto a los servicios higiénicos de producción, se definió que se contaría con dos baños (uno de hombres y otro de mujeres) con dos cubículos cada uno, debido a que se cuenta con 12 trabajadores máximo por turno en dicha área, los almacenes, el área de calidad, el área de mantenimiento y la enfermería.

Tabla 5.55

Cantidad de trabajadores dedicados a la producción, almacenes, área de calidad, mantenimiento, vigilancia y limpieza del área de producción

Cantidad de operarios del área productiva, mantenimiento, almacenes y calidad	Cantidad máxima de trabajadores por turno	Cantidad total
Operarios directos	4	12
Almacenero	1	3
Supervisores de máquinas principales	1	3
Jefe de calidad y mantenimiento	1	1
Transportistas de transpaletas	2	6
Enfermero	1	1
Vigilante	1	3
Personal de limpieza	1	1
Total	12	30

Por otra parte, respecto a los servicios higiénicos de administración, dado que el número de trabajadores de esta área no asciende a 15, se contará con un solo baño. Por último, respecto al baño para personas con discapacidad, según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2 013), este contará con un cubículo para inodoro que respete las dimensiones mínimas de 1,5 m x 2 m. Asimismo, contará con una puerta de 1 metro, medida que respeta el ancho mínimo de 0,9 m para personas con discapacidad, así como tendrá barras de apoyo tubulares.

Estacionamiento: Respetándose el Reglamento Nacional de Edificaciones (2 013), uno de los dos estacionamientos continuos tendrá unas dimensiones de 2,5 m x 5 m. Adicionalmente, se tendrá un estacionamiento para discapacitados, el cual tendrá un ancho mínimo de 3,8 m, conservando el largo del estacionamiento continuo. Así, se tiene en total, 31,5 m² de estacionamiento.

Comedor: Con el objetivo de poder determinar el área del comedor, se recomienda tener 1,58 m² por cada empleado. De esta forma, la cantidad máxima de trabajadores en un turno (el primero) que harían uso del comedor es de 24, dado que se suman los trabajadores de planta con los de administración.

Tabla 5.56

Determinación del área de comedor

A	D	C*D	
Cantidad máxima de trabajadores en un turno	Área mínima por persona (m²)	Área mínima del comedor	Área final
24	1,58	37,92	54,22

Duchas y vestuarios: Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (2 013), Las edificaciones industriales deben estar provistas de 1 ducha por cada 10 trabajadores por turno y un área de vestuarios a razón de 1,50 m² por trabajador por turno de trabajo. De esta forma, se calcula el área final de los vestuarios a continuación:

Tabla 5.57*Determinación de cantidad de duchas*

Cantidad de trabajadores directos e indirectos por turno (trabajadores/turno)	Cantidad de duchas según criterio	Cantidad de duchas reales
8	1	6

Tabla 5.58*Determinación de área de vestuarios*

Cantidad de trabajadores directos e indirectos por turno (trabajadores/turno)	Área de vestuario recomendada por trabajador (m ² /trabajador)	Total de área recomendada para vestuario	Área final de vestuarios (m ² /vestidor)
8	1,5	12	40

Caseta de vigilancia: Se tendrá un área de 5,06 metros cuadrados para el área de vigilancia, donde se encontrará un vigilante en cada turno, resguardando la entrada tanto de vehículos y de personas.

En definitiva, en el siguiente cuadro se presenta el resumen de las áreas destinadas para cada zona:

Tabla 5.59*Área por zona*

	Área (m ²)
Laboratorio de calidad	40,00
Área de mantenimiento	40,00
Área de limpieza	12,00
Zona de producción	293,27
Almacén de materia prima e insumos	262,27
Almacén de productos terminados	196,50
Vestidores	40,00
Servicios higiénicos de producción	30,00
Ingreso a producción	12,61
Enfermería	12,00
Servicios higiénicos del área de administración	7,20
Área administrativa	105,35
Comedor	54,22

(continúa)

(continuación)

	Área (m ²)
Vigilancia	5,06
Entrada de empleados	6,44
Patio de maniobras	439,95
TOTAL	1 556,86

5.12.4. Dispositivos de seguridad industrial y señalización

En el subtítulo referido a seguridad y salud ocupacional se hizo mención de los aspectos a guardar en cuenta respecto a dispositivos de seguridad industrial y señalética que se debe utilizar. Para ello, nos guiaremos de la **NTP 399.010-1: 2004 SEÑALES DE SEGURIDAD. Colores, símbolos, formas y dimensiones de señales de seguridad. Parte 1: Reglas para el diseño de las señales de seguridad.**

La norma técnica indica que la señalización mínima que debe llevar una instalación debe señalar como mínimo medios de escape o evacuación, sistemas y equipos de prevención y protección contra incendios, y señalar los riesgos en general. Por lo tanto, los dispositivos de seguridad industrial, señalización de evacuación y emergencia, señales de obligación y carteles de advertencia que se utilizarán, junto con su señalización correspondiente, se muestran a continuación. Los carteles a utilizar serán fotoluminiscentes, para casos de corte de luz, y estarán dirigiendo el camino hacia la salida más cercana y hacia las luces de emergencia de la planta.

Tabla 5.60*Señalización industrial - Equipos contra incendios*

Dispositivo de seguridad industrial	Señalización	Disposición
Extintor		Zona de producción Almacén de M.P. e insumos Almacén de P.T. Patio de maniobras
Alarma contra incendios		Zona de producción Almacén de M.P. e insumos Almacén de P.T. Patio de maniobras Zona de vigilancia
Teléfono de emergencia Llamada directa a la central contraincendios		Patio de maniobras Zona de vigilancia
Salida de emergencia (Salida del recinto)		Salida del edificio

Nota. Las figuras fueron obtenidas del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (2 004). Adaptado de NTP 399.010-1-2004. *Señales de seguridad: Colores, símbolos, formas y dimensiones de señales de seguridad. parte 1: reglas para el diseño de las señales de seguridad*, por el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, 2 004 (<http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc2005/doc2005.htm>)

Tabla 5.61*Señalización industrial - Señales de prohibición*

Señal de prohibición	Señalización	Disposición
Prohibido fumar		Zona de producción Almacén de M.P. e insumos Almacén de P.T. Patio de maniobras
Prohibido alimentos ni bebidas		Zona de producción Almacén de M.P. e insumos Almacén de P.T. Patio de maniobras
No obstruir las rutas de acceso o evacuación		Zona de producción Almacén de M.P. e insumos Almacén de P.T. Patio de maniobras

(continúa)

(continuación)

Señal de prohibición	Señalización	Disposición
Prohibido correr		Zona de producción Almacén de M.P. e insumos Almacén de P.T.

Nota. Las figuras fueron obtenidas del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (2 004). Adaptado de *NTP 399.010-1-2004. Señales de seguridad: Colores, símbolos, formas y dimensiones de señales de seguridad. parte 1: reglas para el diseño de las señales de seguridad*, por el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, 2 004 (<http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc2005/doc2005.htm>)

Tabla 5.62

Señalización industrial - Señales de obligación

Señal de obligación	Señalización	Disposición
Uso obligatorio de protección ocular y auditiva		Zona de producción
Uso obligatorio de botas de seguridad/aislantes		Zona de producción Almacén de M.P. e insumos Almacén de P.T.
Uso obligatorio de guantes de seguridad		Zona de producción
Obligatorio asegurar después de utilizar		Zona de producción
Uso obligatorio de mascarilla		Zona de producción

Nota. Las figuras fueron obtenidas del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (2 004). Adaptado de *NTP 399.010-1-2004. Señales de seguridad: Colores, símbolos, formas y dimensiones de señales de seguridad. parte 1: reglas para el diseño de las señales de seguridad*, por el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, 2 004 (<http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc2005/doc2005.htm>)

Tabla 5.63*Señalización industrial - Señales de advertencia/Riesgos*

Señal de advertencia	Señalización	Disposición
Riesgo eléctrico Peligro de muerte por alto voltaje		Zona de producción Almacén de M.P. e insumos Almacén de P.T.
Riesgo de incendio Sustancias o materias inflamables		Almacén M.P. e insumos Almacén de P.T.
Riesgo de atrapamiento Atención con sus manos		Zona de producción
Cuidado Tránsito de montacargas		Almacén M.P. e insumos Almacén de P.T. Patio de maniobras
Cuidado Arranque automático		Zona de producción
Riesgo de contacto Cuidado Superficie caliente		Zona de producción
Ruido		Zona de producción

Nota. Las figuras fueron obtenidas del Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (2 004). Adaptado de *NTP 399.010-1-2004. Señales de seguridad: Colores, símbolos, formas y dimensiones de señales de seguridad. parte 1: reglas para el diseño de las señales de seguridad*, por el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, 2 004 (<http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc2005/doc2005.htm>)

Las señalizaciones propuestas se mostrarán a la hora de establecer la disposición de detalle de la planta en el subtítulo a continuación.

5.12.5. Disposición de detalle de la zona productiva

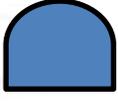
Con el objetivo de optimizar la distribución de las diversas áreas descritas con anterioridad, se han aplicado técnicas de análisis relacional de actividades y espacios para definir la ubicación relativa de las zonas. Para ello, en primer lugar, se requiere establecer cuáles son los valores de proximidad de las actividades y la lista de motivos que configurarán la tabla relacional de actividades, presentadas a continuación.

Tabla 5.64

Tabla relacional de actividades - Valores de proximidad y lista de motivos

	Valor de proximidad	Lista de motivos
A	Absolutamente necesario	1 Carga y despacho de material
		2 Necesidad de seguridad en la planta
		3 Abastecimiento de materia prima y otros materiales
E	Especialmente necesario	4 Control del material
		5 Flujo y continuidad del proceso
		6 Entrega del producto terminado
I	Importante	7 Servicios relativos a maquinaria
		8 Ruido, temperatura y otras condiciones laborales
		9 Acceso conveniente a los SS.HH.
X	Sin Importancia	10 Requerimiento de aseo y uniformado para operarios
		11 Atención administrativa

Tabla 5.65*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. Los significados de cada símbolo fueron obtenidos de Díaz y Noriega (2 018).

Entonces, se muestra la tabla relacional de actividades presentando las proximidades y motivos que tienen cada una para con las diferentes zonas de la planta.

Tabla 5.66

Tabla relacional de actividades

	1. Patio de maniobras	A
	2. Zona de Vigilancia	2 A I 1 O
	3. Almacén de M.P. e Insumos	2 O O E X O
	4. Laboratorio de Calidad	4 A 8 X O I 3 O 8 O A
	5. Línea de Secado-Extrusión-Termoformado	4 I I I I O A 4 O 4 O 2 O O
	6. Zona de Empacado	5 O I I O O O O 4 O 7 O O O
	7. Zona de Limpieza Producción	A A I O O O I 6 O 7 I 4 O O O E
	8. Almacén de P.T.	4 O I 9 I I O O 11 O O O 9 I 9 A 4 O O O
	9. Área de Mantenimiento	O O 9 A 10 O O O O O I 10 O X O
	10. S.S.H.H. Producción	O O 10 O X 8 X O O O X 8 X 8
	11. Enfermería	A O O 8 X 8 A 9 O X O 8
	12. Vestidores	10 O O 8 X O O O 8
	13. S.S.H.H. Oficinas adm.	O O A O
	14. Oficinas administrativas	9 O O
	15. Comedor	

El siguiente paso es elaborar el diagrama relacional de actividades, agrupando las actividades de acuerdo a sus valores de proximidad y disponiéndolos adecuadamente. Así, la disposición de detalle con el plano final se hará tomando como guía el diagrama relacional de actividades. Se muestra a continuación la tabla de pares ordenados junto con el diagrama preliminar propuesto.

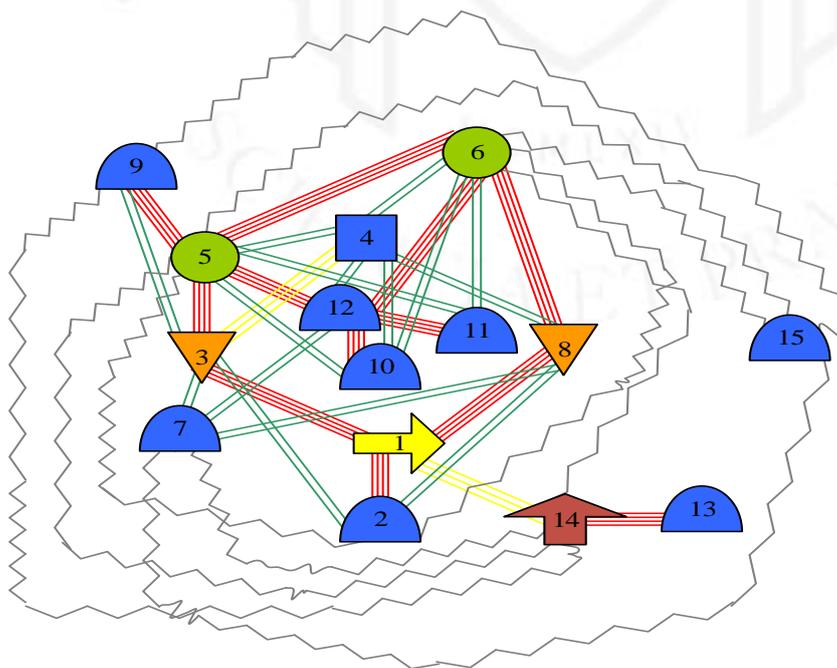
Tabla 5.67

Diagrama relacional de actividades - Tabla de pares ordenados según valor de proximidad

#	A	E	I	X
1	1-2	1-14	2-3	2-5
2	1-3	3-4	2-8	2-6
3	1-8		3-7	5-14
4	3-5		3-9	5-15
5	5-6		4-5	6-14
6	5-9		4-6	6-15
7	5-12		4-8	7-14
8	6-8		4-10	7-15
9	6-12		4-12	9-14
10	10-12		5-10	9-15
11	11-12		5-11	
12	13-14		6-10	
13			6-11	
14			7-8	
15			7-12	

Figura 5.18

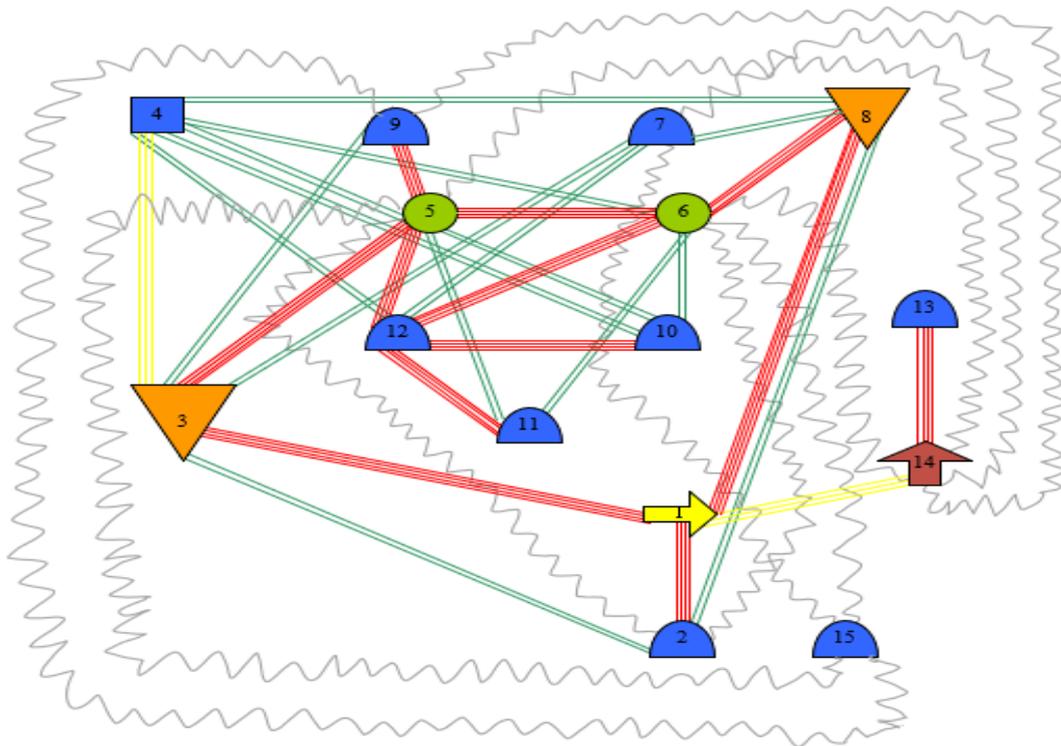
Diagrama relacional de actividades - Inicial



El diagrama relacional de actividades propuesto muestra que existe afinidad en las áreas administrativas, productivas y de servicios para el personal y la máquina. Reordenando el mismo diagrama, se revela que la disposición general de la planta sigue un patrón de separar la zona industrial del edificio, de la zona administrativa, por medio del patio de maniobras, los almacenes de M.P. e insumos, y de P.T., y de los servicios para el personal de producción. A continuación, se muestra el diagrama relacional de actividades reordenado, de tal manera que se tenga un área óptima sin desperdiciar espacio y respetando las relaciones entre las distintas áreas.

Figura 5.19

Diagrama relacional de actividades - Reordenado

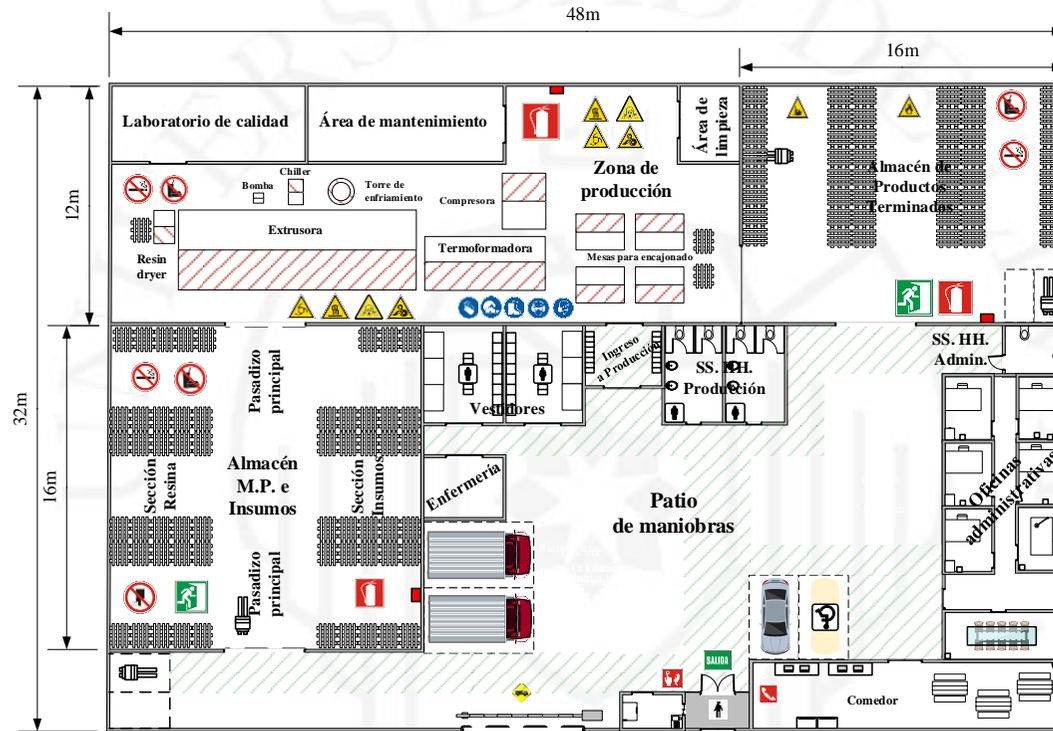


5.12.6. Disposición general

La disposición general de la planta se presenta a continuación, junto con la señalización y zonas determinadas en los subtítulos anteriores.

Figura 5.20

Disposición general de la planta



 Universidad de Lima Facultad de Ingeniería Industrial Carrera de Ingeniería Industrial		INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE ENVASES DE PLÁSTICO BIODEGRADABLES A PARTIR DE ÁCIDO POLILÁCTICO (PLA)	
Escala: 1:300 (3,33 mm = 1m)	Fecha: 16/11/2020	Área: 1556,86 m ² (48,2 x 32,3)	Por: Cueva, Yubel; Noriega, Stephani

5.13. Cronograma de implementación del proyecto

La implementación del proyecto de instalación de la planta seguirá los siguientes lineamientos. La idea es implementar el proyecto en tres fases mayoritarias antes de la puesta en marcha oficial.

Preparación antes del proyecto: Incluye desde el estudio de prefactibilidad de la instalación de la planta, pasando por la aprobación del estudio de factibilidad y los permisos y aspectos legales correspondientes para constituir la empresa, hasta la obtención del financiamiento para realizar las inversiones correspondientes.

Ingeniería del proyecto: Incluye la adquisición del terreno, equipo y maquinarias, tanto productivas, auxiliares como de movimiento, transporte, etc.; así como la materia prima e insumos, contratación del personal y la construcción subsiguiente a detalle de la planta. Se plantea terminar esta fase con una planta que esté lista para correr un período como planta piloto.

Prueba piloto antes de la puesta en marcha: Concluyendo la capacitación del personal, incluye la operación de la planta como prueba piloto de la planta instalada, con tal de revisar la infraestructura y detectar problemas empíricos en el flujo productivo, para implementar mejoras antes de la puesta en marcha oficial.

Puesta en marcha: Una vez efectuadas las mejoras encontradas en la prueba piloto en el arranque de la planta, se puede oficialmente poner en marcha la operación de la planta de producción de cajas de envases biodegradables.

Se presenta a continuación el cronograma de implementación que da detalle a las duraciones de las distintas actividades del proyecto:

Tabla 5.68

Cronograma de implementación del proyecto

ID	ACTIVIDAD	DURACIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
A	Estudio de prefactibilidad	2 meses	X	X															
B	Estudio de factibilidad	3 meses			X	X	X												
C	Obtención de permisos y trámites legales	2 meses						X	X										
D	Financiamiento	1 mes								X									
E	Compra de Terreno	2 meses									X	X							
F	Acondicionamiento del terreno y construcción de áreas auxiliares	1 mes											X						
G	Compra de equipo y maquinaria	3 meses										X	X	X					
H	Instalación de equipo y maquinaria	2 meses												X					
I	Selección y reclutamiento de personal	2 semanas												X					
J	Compra de M.P. e Insumos	3 meses													X	X	X		
K	Construcción de la planta a detalle	2 meses															X	X	
L	Capacitación del personal	1 semana																	X
M	Prueba Piloto	1 semana																	X
N	Implementación de mejoras y puesta en marcha oficial	1 semana																	X

CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

6.1. Formación de la organización empresarial

La forma societaria por la cual se inscribirá la empresa ante Registros Públicos será una Sociedad Anónima Cerrada (S.A.C.), dado que se recomienda para los emprendimientos en donde no se cuentan con muchos socios. Al no poseer demasiadas instancias para la toma de decisiones importantes, se agilizan los flujos y se tiene una respuesta en un menor tiempo.

A continuación, se muestra la estructura organizacional, la cual está constituida por:

- Área de dirección: Esta área se encontrará constituida por el gerente general de la empresa, así como los distintos jefes encargados de un área específica y de la toma de decisiones de la organización.
- Área comercial: Esta área se encargará del manejo comercial y del relacionamiento con los clientes. En ella, se encontrará el jefe de ventas.
- Área financiera: El jefe de finanzas conformará esta área. Este será el encargado de realizar la evaluación económica de la compañía, con el objetivo de mejorar la toma de decisiones.
- Área de recursos humanos: Esta área se encargará de asegurar un clima organizacional óptimo, así como el reclutamiento, inducción, capacitación y evaluación continua del personal. Estará conformada por el jefe de recursos humanos.
- Área de operaciones: Estará conformada por los roles que participan directamente en el proceso productivo, así como quienes lo supervisan. Además, incluye al personal encargado del almacenamiento de material prima y productos terminados, mantenimiento y calidad. De esta forma, esta área tendrá el objetivo de asegurar los estándares de calidad del producto y mejorar la productividad y la eficiencia del proceso.
- Área de servicios: Esta área está conformada por quienes brindan servicios diferentes al negocio principal de la compañía, pero que igual son relevantes

dentro de la organización. En esta área se encuentra el personal encargado de la vigilancia, enfermería y limpieza de la organización.

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

- Gerente General: Este rol tiene el objetivo de liderar la organización, definiendo las metas, objetivos y estrategias a seguir, tomando en cuenta los resultados de las métricas internas de la empresa. Deberá tomar decisiones de alto nivel y representar a la empresa.
- Jefe de recursos humanos: Se encargará tanto del cálculo del pago de los sueldos de acuerdo a las normativas legales, así como de garantizar un buen clima laboral en la empresa. Asimismo, otra de sus funciones consistirá en realizar el reclutamiento, selección e inducción del personal. Se encargará, además, de capacitar y evaluar al personal. De esta forma, generará indicadores de productividad y rotación, los cuales servirán al gerente general en la toma de decisiones.
- Jefe de finanzas: Su función será velar por la situación económica de la compañía. Se encargará del control de los libros contables y estados financieros de la empresa; así como de evaluar las inversiones y solicitudes de préstamos al banco. Deberá manejar indicadores que resuman la situación económica de la compañía, para hacer análisis en base a ellos y así, anticipar caídas. Estos indicadores serán de utilidad para el gerente general debido a que lo ayudará en la toma de decisiones.
- Jefe de ventas: Se encargará de formar una relación comercial con las empresas a las que se venderá el producto. Asimismo, será el encargado de establecer las políticas de precios y condiciones en que se dará la venta. Entre sus funciones, se encuentra elaborar reportes con los resultados de las ventas, y con dicha información histórica apoyada en un estudio de mercado, planificará las ventas y nuevos proyectos para diversificar la oferta para así lograr un mayor ingreso a la empresa.
- Vendedores: Se encargarán de la venta de productos a distintas empresas mayoristas a lo largo del país, así como mantener una óptima relación comercial con los clientes.

- Jefe de logística: Su principal función es planificación, organización y coordinación de la distribución tanto de la materia prima como de los productos terminados, de manera que se tenga una cantidad adecuada de inventarios y se pueda satisfacer la demanda. Además, se encargará de asegurar que se está realizando un adecuado control del proceso productivo, de tal forma que se maximice la eficiencia y se reduzcan tiempos. Por otra parte, se encargará de cuantificar los materiales necesarios en otras áreas de la organización.
- Operarios directos: Se encargan del encajonado de los envases biodegradables de acuerdo al flujo de producción.
- Almacenero: Su función consiste en acarrear de forma adecuada la materia prima, insumos y producto terminado dentro de los almacenes, de tal forma que estos no se dañen ni pierdan.
- Supervisor de producción: Su trabajo consiste en supervisar el correcto funcionamiento de las maquinarias empleadas en el proceso productivo, así como el correcto aprovisionamiento de materia prima e insumos, además de medir los tiempos de producción y realizar el ajuste de los parámetros de las maquinarias.
- Jefe de mantenimiento y calidad: Se encargará de realizar las pruebas de calidad tanto de la materia prima como de los productos terminados, garantizando así los estándares de calidad del producto y la empresa.

Además, se encargará de elaborar y garantizar la correcta aplicación del plan de mantenimiento preventivo y correctivo de la empresa. De esta forma, se puede prevenir fallos frecuentes de maquinaria y, por ende, tener una mayor productividad. Será el encargado de la revisión y reparación de maquinaria a disposición de la empresa.

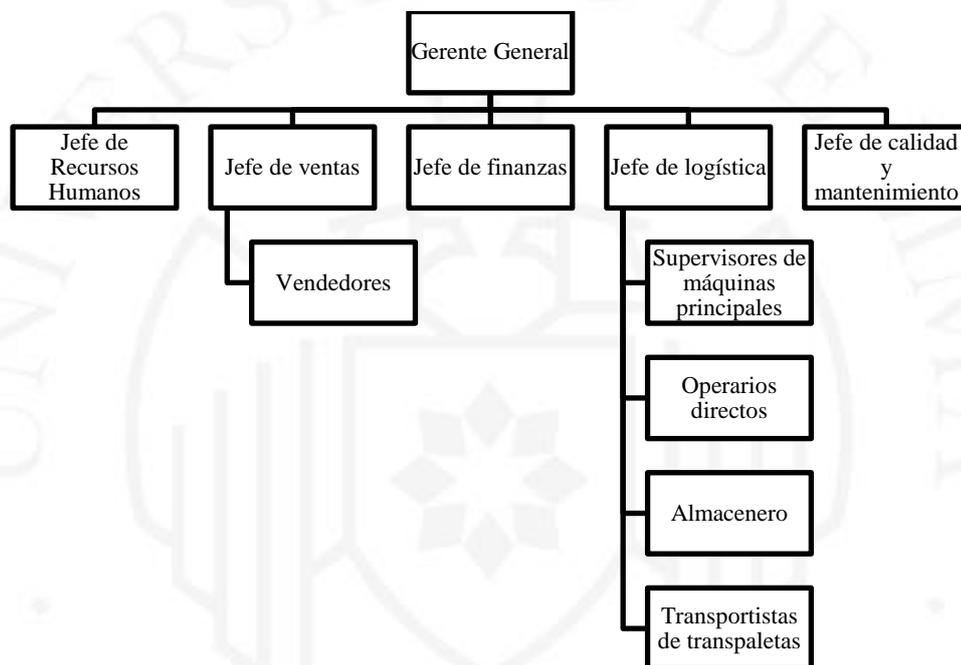
- Transportista de transpaleta: Se encarga de movilizar la materia prima al almacén, así como de transportar el producto terminado a los camiones distribuidores empleando el transpaleta.
- Personal de limpieza: Su función consiste en mantener limpia las distintas áreas de la empresa, de tal manera que se asegure el orden y un adecuado espacio de trabajo.
- Vigilante: Se responsabiliza de la seguridad en la empresa. Se encarga del control de entrada y salida de la planta, manteniendo un registro de las personas y vehículos que ingresan.

- Enfermero: Se encarga de brindar atención en la enfermería y de primeros auxilios, de tal forma que pueda encargarse de manera rápida de incidentes que ocurran en la planta.

6.3. Esquema de la estructura organizacional

Figura 6.1

Organigrama propuesto



CAPÍTULO VII: ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS

7.1. Inversiones

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

Las inversiones de largo plazo que requerirá el proyecto constarán de activos tangibles (maquinaria y equipos, muebles y enseres, y terreno, principalmente), e intangibles, para el funcionamiento de la planta, hasta el año en que se cumpla la vida útil del proyecto. Se muestra el detalle de la inversión requerida, para la maquinaria y equipos de producción.

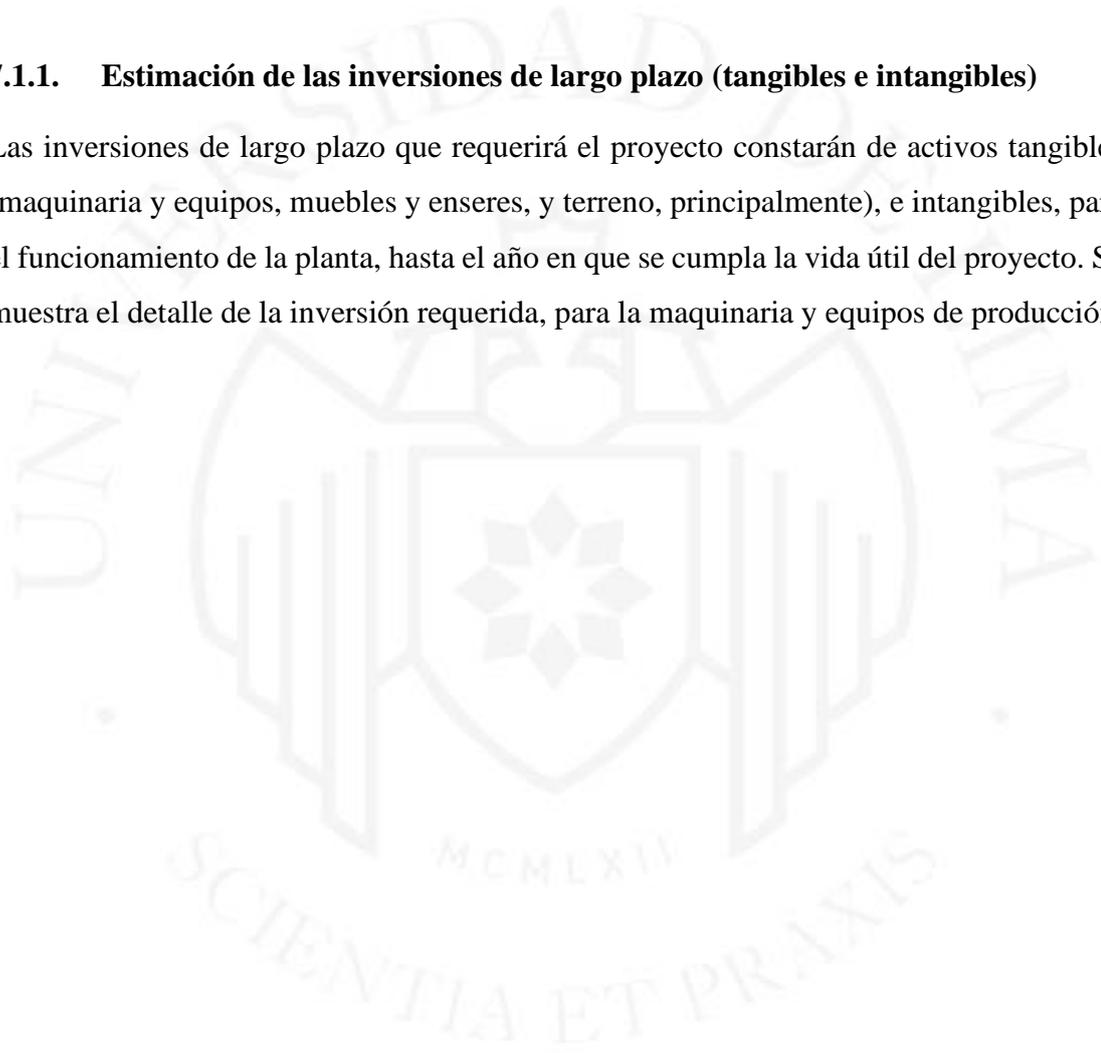


Tabla 7.1*Inversión de maquinaria y equipo (S/)*

Concepto	Cantidad	Unitario USD	Unitario FOB (S/)	Flete y Seguro (S/)	CIF (S/)	Gastos de aduana y flete terrestre	Total Puesto en planta (S/)	Dep. anual %	Dep. anual (S/)
Secadora (Resin Dryer)	1	2 450	806,05	241,82	1 047,87	380,00	1 427,87	10%	142,79
Extrusora	1	18 700	61 523,00	18 383,01	79 906,01	2 400,00	82 306,01	10%	8 230,60
Termoformadora	1	30 000	98 700,00	44 609,60	143 309,60	550,00	143 859,60	10%	14 385,96
Torre de enfriamiento	1	500	1 645,00	493,50	2 138,50	450,00	2 588,50	10%	258,85
Chiller	1	1 000	3 290,00	1 717,87	5 007,87	550,00	5 557,87	10%	555,79
Bomba	1	100	329,00	98,70	427,70	450,00	877,70	10%	87,77
Compresora	1	3 000	9 870,00	3 257,10	13 127,10	1 480,00	14 607,10	10%	1 460,71
Balanza Industrial	2	-	6 587,45	-	6 587,45	60,00	13 234,90	10%	1 323,49
Deshumidificador de aire	2	-	4 480,48	-	4 480,48	30,00	8 990,96	10%	899,10
Analizador de humedad para resinas	1	-	5 409,81	-	5 409,81	30,00	5 439,81	10%	543,98
Mesa de trabajo	4	-	1 980,33	-	1 980,33	250,00	8 171,31	10%	817,13
Dispensador de cinta de embalaje	8	-	20,00	-	20,00	20,00	180,00	10%	18,00
Pallets	103	-	40,00	-	40,00	250,00	4 370,00	10%	437,00
Transpallet eléctrico	2	-	12 982,34	-	12 982,34	550,00	26 514,68	10%	2 651,47
							318 126,31	Total	31 812,63

Nota. Los datos de los costos unitarios (USD) se obtuvieron de Alibaba (s.f), los datos de flete y seguro se obtuvieron de World Freight Rates(s.f.), los gastos de aduana de la Superintendencia Nacional De Administración Tributaria (2 020), los datos de flete terrestre de Chexpress (2 020), y la depreciación anual de la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (2 006).

A continuación, se detalla la inversión estimada por concepto de terreno, tomando el costo unitario por m² en Villa el Salvador visto en el capítulo III; y por concepto de edificación de la planta, tomando el costo unitario calculado por la suma de los valores unitarios oficiales para edificaciones por el Colegio de Arquitectos del Perú.

Tabla 7.2

Inversión en Terreno y Edificaciones (S/)

Terreno	Localización	Costo m² USD	Costo m² (S/)	Área req. (m²)	Total (S/)
	Villa el Salvador	377,00	1 240,33	1556,86	1 931 020,16
Edifica- ciones	Concepto	Categoría	Costo m² (S/) 2020	Área req. (m²)	Total (S/)
	Muros y columnas	C	234,16		364 554,34
	Techos	C	172,72		268 900,86
	Pisos	G	39,77		61 916,32
	Puertas y ventanas	F	54,88	1 556,86	85 440,48
	Revestimientos de paredes	F	64,54		100 479,74
	Baños	F	12,85		20 005,65
	Instalaciones eléctricas y sanitarias	D	89,06		138 653,95
	Total Valor unitario m² (S/)		667,98		1 039 951,34

Nota. El dato del costo por metro cuadrado del terrero es Valia (2 018), y el dato del costo por metro cuadrado por categoría es del Colegio de Arquitectos del Perú (2 020).

Asimismo, se muestra el detalle de la inversión en muebles y enseres administrativos que cubrirá la parte administrativa de la planta, compuesto principalmente por equipo de oficina y otros para las áreas no productivas.

Tabla 7.3*Inversión en Muebles y enseres (S/)*

Concepto	Cantidad	Unitario (S/)	Total S/	Dep. anual %	Dep. anual (S/)
Escritorio de oficina	6	300,00	1 800,00	10,0%	180,00
Computadora	6	1 800,00	10 800,00	10,0%	1 080,00
Sillas (Adminitración)	6	80,00	480,00	10,0%	48,00
Impresora	1	750,00	750,00	10,0%	75,00
Juego para Comedor (1 Mesa + 4 sillas)	3	674,19	2 022,57	10,0%	202,26
Horno microondas	4	180,00	720,00	10,0%	72,00
Teléfono	10	150,00	1 500,00	10,0%	150,00
Sistema de cámaras de seguridad (DVR + 8 cámaras)	1	986,97	986,97	10,0%	98,70
Monitor	1	1 000,00	1 000,00	10,0%	100,00
Estante para bot. De primeros auxilios	1	350	350	10,0%	35,00
Camilla	1	450	450	10,0%	45,00
Luces de emergencia	10	45	450	10,0%	45,00
Total			21 309,54	Total	2 130,95

Nota. Los precios unitarios de los objetos fueron obtenidos de Sodimac (s.f.); y los datos de los porcentajes de depreciación anual, de la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (2 006).

Para los activos intangibles, se toma en cuenta el siguiente detalle. Es importante mencionar que a este valor no se le está incluyendo el interés preoperativo a pagar por el financiamiento con bancos.

Tabla 7.4*Inversión de intangibles, sin interés preoperativo (S/)*

	Concepto	Total (S/)
Inversión fija intangible SIN IPO	Estudios y documentos de proyecto	20 000,00
	Gastos de selección, entrenamiento, capacitación	21 013,87
	Inscripción en registros públicos, RUC y licencia de funcionamiento	3 000,00
	Operación en la puesta en marcha	10 241,40
Total		54 255,26

Se debe tomar en cuenta que, en el caso de los gastos de selección, entrenamiento y capacitación, así como los de operación en la puesta en marcha, se realiza un cálculo de manera especial. Se conoce que la puesta en marcha de la planta se realizará en una semana, y los costos relacionados a este período de tiempo, tienen en consideración

principalmente costos de producción. Es decir, para estimar el intangible de costos de operación en la puesta en marcha, se tomará el costo por material directo, mano de obra directa, servicios de agua y electricidad en planta al primer año, y proporcionarlo hacia una semana (7 días).

De igual manera, los gastos de selección, entrenamiento y capacitación; poseerán un tratamiento similar, por lo cual se estimará los costos relacionados a los mismos como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 7.5

Cálculo de costos de puesta en marcha, y gastos de selección, entrenamiento y capacitación (S/)

	Concepto	Monto (S/)
Operación en la puesta en marcha	Material Directo	3 162,21
	M.O.D	2 478,37
	Electricidad (planta)	4 583,50
	Consumo de agua (Planta)	17,31
	Total	10 241,40
Gastos de selección, entrenamiento, capacitación	Personal administrativo	8 455,13
	Electricidad (oficina)	211,43
	Consumo de agua (Oficinas)	17,42
	M.O.D	2 478,37
	M.O.I.	3 767,37
	Electricidad (planta)	4 583,50
	Consumo de agua (Planta)	17,31
	Jefe de Recursos Humanos	1 483,33
	Total	21 013,87

Adicional a esto, para el cálculo del interés pre operativo, se evaluó distintos bancos de manera que se pueda elegir la opción más conveniente para el proyecto, es decir, la alternativa que ofrezca una tasa de interés menor. Para efectos del proyecto, considerándolo como relación tamaño-inversión, se optó por elegir a MiBanco como la entidad crediticia, tanto para los activos fijos del proyecto, como para el capital de trabajo. A continuación, se muestra el resumen de las tasas y tipos de bancos a nuestra disposición para financiar nuestro proyecto.

Tabla 7.6*Entidades financieras, líneas y tasas de interés (Relación tamaño-inversión)*

Entidad	Tipo	Tasa mínima TEA - moneda nacional	Observación
MiBanco	Capital de trabajo	15,39%	Calculada en un año base de 360 días (no incluye la tasa del seguro de desgravamen)
	Activo Fijo	15,39%	
CrediScotia	Capital de trabajo	22,00%	En función del plazo, monto, garantía, ventas declaradas, moneda y factor plaza. Expresada en 360 días
	Activo Fijo	21,00%	
BCP	Capital de trabajo	20,50%	Expresada en 360 días

Nota. La TEA de MiBanco fue obtenida de MiBanco (2 017); la de Scotiabank, de Scotiabank (2 017); y la de BCP, de Banco de Crédito del Perú (2 019).

El cálculo para el Interés Preoperativo a pagar tomará en cuenta que, según el cronograma de implementación del proyecto, tendrán que pasar 12 meses entre la obtención del financiamiento y la puesta en marcha de la planta. Por lo tanto, el financiamiento tendrá un período de gracia de un año, correspondiente a dichos meses, para los cuales se tendrán que pagar los intereses correspondientes antes de iniciar la operación de la planta. Dicho importe se considerará como activo intangible y su cálculo se detallará en el capítulo 7.1.2, al momento de determinar los montos de financiamiento y para conservar una proporción final de 80% de financiamiento por préstamo bancario.

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

Las inversiones de corto plazo tendrán como su principal componente el capital de trabajo requerido para el funcionamiento de la planta una vez puesta en marcha. Dicho monto lleva el gasto operativo al primer año de operación, al ciclo de caja a calcular, considerando que se abastecerá al mercado semanalmente. Asimismo, se considera que el período promedio de cobro es de 30 días y que se abastecerá de materia prima cada trimestre. A continuación, se muestra del detalle del cálculo del capital de trabajo, por el método de desfase acumulado. Como se puede observar, el déficit máximo es de 154 727 soles, por lo que este será el monto del capital de trabajo.

Tabla 7.7*Estimación de Capital de trabajo, en miles de soles (S/)*

Dic18-Dic19	Pre-Operación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Ingreso por ventas		0	225 483	225 483	225 483	225 483	225 483	225 483	225 483	225 483	225 483	225 483	225 483
Egresos	-46 306	-108 422	-103 422	-149 727	-103 422	-103 422	-149 727	-103 422	-103 422	-149 727	-103 422	-103 422	-103 422
Material Directo	-46 306			-46 306			-46 306			-46 306			
M.O.D		-10 740	-10 740	-10 740	-10 740	-10 740	-10 740	-10 740	-10 740	-10 740	-10 740	-10 740	-10 740
M.O.I.		-16 325	-16 325	-16 325	-16 325	-16 325	-16 325	-16 325	-16 325	-16 325	-16 325	-16 325	-16 325
Energía eléct.(Planta)		-19 862	-19 862	-19 862	-19 862	-19 862	-19 862	-19 862	-19 862	-19 862	-19 862	-19 862	-19 862
Consumo de agua (Planta)		-75	-75	-75	-75	-75	-75	-75	-75	-75	-75	-75	-75
Personal administrativo		-36 639	-36 639	-36 639	-36 639	-36 639	-36 639	-36 639	-36 639	-36 639	-36 639	-36 639	-36 639
Energía eléct. (Oficinas)		-916	-916	-916	-916	-916	-916	-916	-916	-916	-916	-916	-916
Consumo de agua (Oficinas)		-75	-75	-75	-75	-75	-75	-75	-75	-75	-75	-75	-75
Gastos logísticos		-7 987	-7 987	-7 987	-7 987	-7 987	-7 987	-7 987	-7 987	-7 987	-7 987	-7 987	-7 987
Gastos de marketing		-10 686	-10 686	-10 686	-10 686	-10 686	-10 686	-10 686	-10 686	-10 686	-10 686	-10 686	-10 686
Gastos de servicios		-5 117	-117	-117	-117	-117	-117	-117	-117	-117	-117	-117	-117
Total Entradas	0	0	225 483										
Total Salidas	-46 306	-108 422	-103 422	-149 727	-103 422	-103 422	-149 727	-103 422	-103 422	-149 727	-103 422	-103 422	-103 422

Tabla 7.8*Saldo final de Capital de trabajo, en miles de soles (S/)*

Dic18-Dic19	Pre-Operación	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Saldo neto del año	-46 306	-108 422	122 061	75 755	122 061	122 061	75 755	122 061	122 061	75 755	122 061	122 061	122 061
Saldo inicial	0	-46 306	-154 727	-32 666	43 089	165 150	287 211	362 966	485 027	607 088	682 844	804 905	926 966
Saldo final	-46 306	-154 727	-32 666	43 089	165 150	287 211	362 966	485 027	607 088	682 844	804 905	926 966	1 049 027

Consolidando todos los montos estimados en los cuadros mostrados anteriormente, la inversión total que se tomará en cuenta para el proyecto se detalla a continuación. Es importante tomar en cuenta qué parte de la inversión será financiada por medio de aporte propio y qué parte será financiada por el préstamo de MiBanco. Así, el 80% de la inversión total será financiada por un préstamo bancario, y el resto por aporte propio.

Cabe resaltar que, se emplean las siguientes fórmulas para mantener la proporción de 80% de préstamo bancario, y 20% de aporte propio. De esta forma, se le agrega un monto adicional relacionado al interés pre operativo, con el cual se mantiene la proporción ya mencionada.

$$(1) \text{ Inversión total (Sin IPO) + Financiamiento por bancos * TEA = Financiamiento por bancos / 0,8}$$

$$(2) \text{ IPO = Financiamiento por bancos * TEA}$$

$$(3) \text{ Inversión total (Sin IPO) + IPO = Inversión total estimada}$$

$$(4) \text{ Aporte propio = Inversión total estimada * 0,2}$$

$$(5) \text{ Inversión total estimada = Financiamiento por bancos / 0,8}$$

A partir del monto de la inversión total sin IPO (A) calculada en el capítulo 7.1.1, y con apoyo de las fórmulas ya señaladas, se despejará el monto de financiamiento por bancos (B), así como el interés pre operativo (IPO) y el resto de conceptos.

Tabla 7. 9

Inversión total sin IPO (S/)

Concepto	Monto (S/)
Inversión Fija TANGIBLE	3 310 407,36
Maquinaria y equipo	318 126,31
Terreno	1 931 020,16
Edificaciones	1 039 951,34
Muebles y enseres	21 309,54
Inversión Fija INTANGIBLE	54 255,26
Capital de Trabajo	154 7,17
(A) Inversión total (Sin IPO)	3 519 389,79

Tabla 7.10.*Cálculo de IPO y montos de financiamiento por banco y aporte propio (S/)*

	Rubro	Monto (S/)	%
(A)	Inversión total (Sin IPO)	3 519 389,79	
IPO	Interés pre-operativo	494 146,60	
(B)	Financiamiento por bancos	3 210 829,11	80,0%
(C)	Financiamiento por Aporte propio	802 707,28	20,0%
(D)	Financiamiento total	4 013 536,39	100,0%

De esta forma, se obtiene el siguiente detalle para la inversión total y los demás conceptos relacionados:

Tabla 7.11.*Inversión total (S/)*

	Importe (S/)	%
Inversión Fija TANGIBLE	3 310 407,36	82,48%
Maquinaria y equipo	318 126,31	7,93%
Terreno	1 931 020,16	48,11%
Edificaciones	1 039 951,34	25,91%
Muebles y enseres	21 309,54	0,53%
Inversión Fija INTANGIBLE	548 401,87	13,66%
Capital de Trabajo	154 727,17	3,86%
Inversión Total	4 013 536,39	100,00%
Préstamo bancario	3 210 829,11	80,00%
Aporte propio	802 707,28	20,00%

7.2. Costos de producción

7.2.1. Costos de la materia prima

A continuación, se detallan los costos de materia prima e insumos para el plan de producción elaborado por año. Es preciso tomar en cuenta que, a la hora de colocar los costos en las proyecciones de estados financieros del proyecto, se considerará como costo de ventas todo costo relacionado a la demanda del proyecto, es decir, se tomará como costo de ventas el explícitamente relacionado a las unidades vendidas, mas no producidas, al condicionar la existencia de políticas de inventario finales y de seguridad el hecho que todo lo que se produce en el período no será vendido.

Tabla 7.12*Costo de producción de material directo (S/)*

Resina Ingeo 2003D PLA				
Año	Toneladas necesarias redondeadas (ton/año)	Costo unitario de 1 caja de 1 tonelada de resina (soles/caja)	Costo total Resina (S/)	
2 019	176,24		140 353,76	
2 020	176,30		140 401,65	
2 021	195,39	796,39^a	155 603,10	
2 022	215,39		171 531,30	
2 023	238,42		189 877,20	
Cajas				
Año	Unidades	Costo unitario (soles/caja)	Costo total caja (S/)	
2 019	81 598		40 799,00	
2 020	79 194		39 597,00	
2 021	87 681	0,5^b	43 840,50	
2 022	97 012		48 506,00	
2 023	107 336		53 668,00	
Cinta				
Año	Cajas de rollos (36 unidades cada una)	Costo unitario (soles/caja de 36 rollos)	Costo total rollos (S/)	
2 019	24		4 068,00	
2 020	20		3 390,00	
2 021	22	169,50^c	3 729,00	
2 022	25		4 237,50	
2 023	27		4 576,50	
Costos consolidados				
Año	Costo total Resina (S/)	Costo total Cajas (S/)	Costo total Cintas (S/)	Total (S/)
2 019	140 353,76	40 799,00	4 068,00	185 222,52
2 020	140 401,65	39 597,00	3 390,00	183 390,41
2 021	155 603,10	43 840,50	3 729,00	203 174,56
2 022	171 531,30	48 506,00	4 237,50	224 276,95
2 023	189 877,20	53 668,00	4 576,50	248 124,08

^aChina.cn, (s.f.). ^bCely (s.f.). ^cMercado Libre (s.f.).

Tabla 7.13

Costo de ventas de material directo (S/)

Resina Ingeo 2003D PLA				
Año	Toneladas necesarias redondeadas (ton/año)	Costo unitario de 1 caja de 1 tonelada de resina (soles/caja)	Costo ventas Resina (S/)	
2 019	158,16		125 955,80	
2 020	175,02		139 383,66	
2 021	193,67	796,39^a	154 242,57	
2 022	214,32		170 686,43	
2 023	237,17		188 883,29	
Cajas				
Año	Unidades	Costo unitario (soles/caja)	Costo ventas caja(S/)	
2 019	71 205		35 602,50	
2 020	78 796		39 398,00	
2 021	87 196	0,5^b	43 598,00	
2 022	96 492		48 246,00	
2 023	106 779		53 389,50	
Cinta				
Año	Rollos	Costo unitario (soles/caja de 36 rollos)	Costo ventas rollos (S/)	
2 019	611		2 876,79	
2 020	676		3 182,83	
2 021	748	4,71^c	3 521,83	
2 022	828		3 898,50	
2 023	916		4 312,83	
Costos consolidados				
Año	Costo total Resina (S/)	Costo total Cajas (S/)	Costo total Cintas (S/)	Total (S/)
2 019	125 955,80	35 602,50	2 876,79	164 435,09
2 020	139 383,66	39 398,00	3 182,83	181 964,49
2 021	154 242,57	43 598,00	3 521,83	201 362,40
2 022	170 686,43	48 246,00	3 898,50	222 830,93
2 023	188 883,29	53 389,50	4 312,83	246 585,62

^a China.cn, (s.f.). ^bCely (s.f.). ^cMercadoLibre (s.f.).

7.2.2. Costo de la mano de obra

La mano de obra de la planta considerará los conceptos como CTS, gratificaciones, bonificaciones extraordinarias y el extra por turno nocturno, los cuales están de acuerdo con la normativa vigente.

Primero, se detallará el sueldo por año de cada uno de los empleados del primer turno, y finalmente se detallará el detalle de los trabajadores del segundo y tercer turno. Cabe resaltar que tanto el personal de limpieza, como el coordinador de marketing, el vigilante y el enfermero serán tercerizados.



Tabla 7.14.

Sueldos de trabajadores del primer turno (S/)

	Q	A	B=A*0,75%	C=A*9%	D=A+B+C	E	F	G	H=D*E+F+G	I=H*Q
Trabajadores	Cantidad	Sueldo bruto mensual	SENATI (0,75%)	ESSALUD (9%)	Costo total mensual por trabajador	Meses al año	CTS anual	Gratificación anual+ bonificación extraordinaria (9%)	Total Anual por trabajador	Total Anual (S/)
Operarios directos	4	970	7,28	87,30	1 064,58	12	1 131,67	1 057,30	14 963,87	59 855,47
Almacenero	1	970	7,28	87,30	1 064,58	12	1 131,67	1 057,30	14 963,87	14 963,87
Supervisores de máquinas principales	1	1 500	11,25	135,00	1 646,25	12	1 750,00	1 635,00	23 140,00	23 140,00
Transportistas de transpaletas	2	970	7,28	87,30	1 064,58	12	1 131,67	1 057,30	14 963,87	29 927,73
Jefe de calidad y mant.	1	2 500	18,75	225,00	2 743,75	12	2 916,67	2 725,00	38 566,67	38 566,67
Gerente general	1	6 000	45,00	540,00	6 585,00	12	7 000,00	6 540,00	92 560,00	92 560,00
Jefe de R.R.H.H.	1	2 500	18,75	225,00	2 743,75	12	2 916,67	2 725,00	38 566,67	38 566,67
Jefe de finanzas	1	2 500	18,75	225,00	2 743,75	12	2 916,67	2 725,00	38 566,67	38 566,67
Jefe de ventas	1	2 500	18,75	225,00	2 743,75	12	2 916,67	2 725,00	38 566,67	38 566,67
Jefe de logística	1	2 500	18,75	225,00	2 743,75	12	2 916,67	2 725,00	38 566,67	38 566,67
Vendedores	6	1 500	11,25	135,00	1 646,25	12	1 750,00	1 635,00	23 140,00	138 840,00
Coordinador de mark.	1	1 100	-	-	1 100,00	12	-	-	13 200,00	13 200,00
Personal de limpieza	1	1 000	-	-	1 000,00	12	-	-	12 000,00	12 000,00
Vigilante	1	1 000	-	-	1 000,00	12	-	-	12 000,00	12 000,00
Enfermero	1	1 200	-	-	1 200,00	12	-	-	14 400,00	14 400,00
Total	24								497 243,60	603 720,40

Tabla 7.15

Sueldos de trabajadores del segundo y tercer turno (S/)

	Q	A	B=A*0,75%	C=A*9%	D=A+B+C	E	F	G	H	I=D*E+F+G+H	J=I*Q
Trabajadores	Cant.	Sueldo bruto mensual	SENATI (0,75%)	ESSALUD (9%)	Costo total mensual por trabajador	Meses al año	CTS anual	Gratíf, anual+ bonificación extraordinaria (9%)	Extra mensual de turno nocturno	Total Anual por trabajador	Total Anual (S/)
Almacenero	1	970	7,28	87,30	1 064,58	12	1 131,67	1 057,30	190,93	17 254,97	17 254,97
Supervisores de máquinas principales	1	1 500	11,25	135,00	1 646,25	12	1 750,00	1 635,00	-	23 140,00	23 140,00
Transportistas de transpaletas	2	970	7,28	87,30	1 064,58	12	1 131,67	1 057,30	190,93	17 254,97	34 509,93
Vigilante	1	1 400	-	-	1 400,00	12	-	-	-	16 800,00	16 800,00
Operarios directos	4	970	7,28	87,30	1 064,58	12	1 131,67	1 057,30	190,93	17 254,97	69 019,87
	9				6 239,98						160 724,77

Es importante mencionar que el pago de los trabajadores tercerizados se encuentra repartido entre los costos de mano de obra indirecta y administración. Además, se debe tener en cuenta que los dos primeros años se trabajan dos turnos; mientras que, en los tres años restantes, se trabaja tres turnos al día.

Tabla 7.16.

Conceptos asociados a los tipos de costos y gastos

Costos de mano de obra directa	Costos de mano de obra indirecta	Gastos de administración
1. Operarios directos	1. Almacenero	1. Gerente general
	2. Supervisores de máquinas principales	2. Jefe de Recursos Humanos
	3. Transportistas de transpaletas	3. Jefe de finanzas
	4. Jefe de calidad y mantenimiento	4. Jefe de ventas
	5. Enfermero	5. Jefe de logística
		6. Vendedores
		7. Coordinador de marketing
		8. Personal de limpieza
		9. Vigilante

Tabla 7.17

Remuneración total anual (S/)

	Costos MOD (S/)	Costos MOI (S/)	Gastos de administración (Personal administrativo)
2 019	128 875,33	195 903,17	439 666,67
2 020	128 875,33	195 903,17	439 666,67
2 021	197 895,20	270 808,07	456 466,67
2 022	197 895,20	270 808,07	456 466,67
2 023	197 895,20	270 808,07	456 466,67

7.2.3. Costo indirecto de fabricación

- **Energía eléctrica (planta y oficinas)**

Para el cálculo de costos de energía eléctrica se tuvo que diferenciar el consumo de energía eléctrica en hora punta, y fuera de punta, dado que cada tipo tiene un costo diferente. Asimismo, se toma en cuenta la potencia consumida, tanto en planta como en el área administrativa. El detalle de los consumos totales, según las distinciones mencionadas, se encuentra en el capítulo 5.11.2.

Consolidando el total de consumo de energía eléctrica por oficinas y en la planta, se toma la tarifa BT3, obtenido de OSINERGMIN, y se calcula el total de costo por consumo de energía eléctrica tanto en la planta como en las oficinas, distinguiendo un costo fabril, y otro no fabril a la hora de realizar los presupuestos.

Tabla 7.18

Tarifa eléctrica

	Unidad	Tarifa BT3
Cargo Fijo Mensual	S/ /mes	4,83
Cargo por energía activa en punta	ctm. S/ /kW.h	27,58
Cargo por energía activa fuera de punta	ctm. S/ /kW.h	23,1

Nota. Adaptado de *Pliegos Tarifarios aplicables al cliente final*, por Organismo Supervisor de la Inversión en Energía, 2019 (<http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/regulacion-tarifaria/pliegos-tarifarios/electricidad/pliegos-tarifarios-cliente-final>).

Tabla 7.19

Costo de energía eléctrica de administración (soles/año)

Año	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023
Cargo fijo (soles/año)			28,98		
En punta (kW)	1 962,00	1 962,00	1 962,00	1 962,00	1 962,00
Cargo por energía activa en punta (soles/kW.h)			0,2758		
En punta (soles/año)	541,12	541,12	541,12	541,12	541,12
Fuera de punta (kW)	45 126,00	45 126,00	48 265,20	48 265,20	48 265,20
Cargo por energía Activa fuera de punta (soles/kW.h)			0,231		
Fuera de punta (soles/año)	10 424,11	10 424,11	11 149,26	11 149,26	11 149,26
Costo total (soles/año)	10 994,21	10 994,21	11 719,36	11 719,36	11 719,36

Nota. Los cargos fueron obtenidos de Adaptado de Organismo Supervisor de la Inversión en Energía, 2 019. Adaptado de *Pliegos Tarifarios aplicables al cliente final*, por Organismo Supervisor de la Inversión en Energía, 2 019 (<http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/regulacion-tarifaria/pliegos-tarifarios/electricidad/pliegos-tarifarios-cliente-final>).

Tabla 7.20.*Costo de energía eléctrica de planta (soles/año)*

Año	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023
Cargo fijo (soles/año)			28,98		
En punta (kW)	302 121,00	302 121,00	302 121,00	302 121,00	302 121,00
Cargo por energía activa en punta (soles/kW.h)			0,28		
En punta (soles/año)	83 324,97	83 324,97	83 324,97	83 324,97	83 324,97
Fuera de punta (kW)	670 944,60	670 944,60	1 154 338,20	1 154 338,20	1 154 338,20
Cargo por energía Activa fuera de punta (soles /kW.h)			0,23		
Fuera de punta (soles /año)	154 988,20	154 988,20	266 652,12	266 652,12	266 652,12
Costo total (soles/año)	238 342,15	238 342,15	350 006,08	350 006,08	350 006,08

Nota. El dato de cargo fijo mensual, y de energía activa en punta y fuera de punta se obtuvo del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía (2 019). Adaptado de *Pliegos Tarifarios aplicables al cliente final*, por Organismo Supervisor de la Inversión en Energía, 2 019 (<http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/regulacion-tarifaria/pliegos-tarifarios/electricidad/pliegos-tarifarios-cliente-final>).

Tabla 7.21*Costo total de energía eléctrica (planta y oficinas) en soles*

Año	A		B			C	A+B+C	
	Cargo fijo (soles/año)	En punta (kW)	Cargo por energía activa en punta (soles /kW.h)	En punta (S/)	Fuera de punta (kW)	Cargo por energía Activa fuera de punta (soles/kW.h)	Fuera de punta (S/)	Costo total (S/)
2019		304 083,00		83 866,09	716 070,60		165 412,31	249 336,36
2020		304 083,00		83 866,09	716 070,60		165 412,31	249 336,36
2021	57,96	304 083,00	0,2758	83 866,09	1 202 603,40	0,231	277 801,39	361 725,44
2022		304 083,00		83 866,09	1 202 603,40		277 801,39	361 725,44
2023		304 083,00		83 866,09	1 202 603,40		277 801,39	361 725,44
								1 583 849,03

Nota. El dato de cargo fijo mensual, y de energía activa en punta y fuera de punta se obtuvo del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía (2 019). Adaptado de *Pliegos Tarifarios aplicables al cliente final*, por Organismo Supervisor de la Inversión en Energía, 2 019 (<http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/regulacion-tarifaria/pliegos-tarifarios/electricidad/pliegos-tarifarios-cliente-final>).

- **Agua (planta y oficina)**

Se toma la estructura tarifaria por servicios de agua potable y alcantarillado de SEDAPAL, de categoría industrial. Estos tarifarios dependen del rango de consumo estimado de la planta, por lo que se toman en cuenta los datos de consumo de agua anual calculados previamente en el capítulo 5.11.2.

Tabla 7.22

Estructura tarifaria de consumo de agua de categoría Industrial de SEDAPAL

Categoría	Rango de Consumo (soles /m ³)	Tarifa	
		Agua potable	Alcantarillado
Industrial	0 a 1 000	4,858	2,193
	1 000 a más	5,212	2,352

De Estructura tarifaria aprobada mediante resolución del consejo directivo N° 022-2015-SUNASS-CD, por el Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima, 2015 (http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=e52230b3-8b48-4f56-8af4-10e7fcb849e8&groupId=29544)

Dado que el consumo anual no sobrepasa los 1 000 m³, se elige el tarifario correspondiente a 7,051 soles /m³, resultante de la suma de la tarifa de agua potable y alcantarillado. Tomando en cuenta que existen 16 personas cuyo consumo de agua potable y alcantarillado serán asociados con los costos administrativos, se hace una diferencia entre consumo de planta y administrativo (fabril y no fabril, respectivamente). Consolidando la información anterior, se obtienen las siguientes tablas:

Tabla 7.23

Cantidad de trabajadores de planta y administrativos

	Cantidad de trabajadores	Costos asociados a
Primer turno	14	Administración
	10	Planta
Segundo turno	1	Administración
	8	Planta
Tercer turno	1	Administración
	8	Planta
TOTAL	42	

Tabla 7.24*Costo por consumo de agua (administración) en soles*

	16 personas	A	B	C	B+A*C
	Consumo de agua anual (litros/año)	Consumo de agua anual (m³/año)	Cargo fijo (soles/año)	Cargo Variable (soles/m³)	Consumo de agua (S/)
2 019	120 160	120,16	58,68	7,05	905,93
2 020	120 160	120,16	58,68	7,05	905,93
2 021	120 160	120,16	58,68	7,05	905,93
2 022	120 160	120,16	58,68	7,05	905,93
2 023	120 160	120,16	58,68	7,05	905,93

Nota. Los datos del cargo fijo y variable fueron obtenidos del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (2 015). Adaptado de *Estructura tarifaria aprobada mediante resolución del consejo directivo N° 022-2015-SUNASS-CD*, por Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima, 2 015 (http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=e52230b3-8b48-4f56-8af4-10e7fcb849e8&groupId=29544).

Tabla 7.25*Costo por consumo de agua (planta) en soles*

Planta	Consumo de agua (S/)
2 019	900,20
2 020	900,20
2 021	1 376,78
2 022	1 376,78
2 023	1 376,78

Nota. Los datos del cargo fijo y variable fueron obtenidos del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (2 015). Adaptado de *Estructura tarifaria aprobada mediante resolución del consejo directivo N° 022-2015-SUNASS-CD*, por Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima, 2 015 (http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=e52230b3-8b48-4f56-8af4-10e7fcb849e8&groupId=29544).

Tabla 7.26*Costo total de consumo de agua (S/)*

	A	B	C	B+A*C	
	Consumo de agua anual (litros/año)	Consumo de agua anual (m³/año)	Cargo fijo (soles/año)	Cargo Variable (soles/m³)	Consumo de agua (S/)
2 019	247 830	247,83	58,68	7,05	1 806,13
2 020	247 830	247,83	58,68	7,05	1 806,13
2 021	315 420	315,42	58,68	7,05	2 282,71
2 022	315 420	315,42	58,68	7,05	2 282,71

(continúa)

(continuación)

	Consumo de agua anual (litros/año)	Consumo de agua anual (m ³ /año)	Cargo fijo (soles/año)	Cargo Variable (soles/m ³)	Consumo de agua (S/)
2023	315 420	315,42	58,68	7,05	2 282,71

Nota. Los datos del cargo fijo y variable fueron obtenidos del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (2 015). Adaptado de *Estructura tarifaria aprobada mediante resolución del consejo directivo N° 022-2015-SUNASS-CD*, por Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima, 2 015 (http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=e52230b3-8b48-4f56-8af4-10e7fcb849e8&groupId=29544).

- **Depreciación (fabril y no fabril)**

Como parte de los costos indirectos de fabricación, se tienen asimismo las depreciaciones a lo largo de las vidas útiles de los equipos, maquinarias y muebles en la planta; por efecto de su uso. La depreciación fabril (principalmente, de la maquinaria productiva) se contará como parte del costo indirecto de fabricación, y la no fabril contará como gasto administrativo en el presupuesto final de ganancias y pérdidas. El detalle de los importes anuales totales por depreciación de activos tangibles se muestra a continuación.

Tabla 7.27

Depreciación de activos tangibles (fabril y no fabril) detallado (S/)

	Concepto	Total Puesto en planta (S/)	Dep. anual %	Dep. anual (S/)
Maquinaria y equipo	Secadora (Resin Dryer)	1 427,87	10,0%	142,79
	Extrusora	82 306,01	10,0%	8 230,60
	Termoformadora	143 859,60	10,0%	14 385,96
	Torre de enfriamiento	2 588,50	10,0%	258,85
	Chiller	5 557,87	10,0%	555,79
	Bomba	877,70	10,0%	87,77
	Compresora	14 607,10	10,0%	1 460,71
	Balanza Industrial	13 234,90	10,0%	1 323,49
	Deshumificador de aire	8 990,96	10,0%	899,10
	Analizador de humedad para resinas	5 439,81	10,0%	543,98
	Mesa de trabajo	8 171,31	10,0%	817,13
	Dispensador de cinta de embalaje	180,00	10,0%	18,00
	Pallets	4 370,00	10,0%	437,00
	Transpaleta eléctrica	26 514,68	10,0%	2 651,47
	Total	318 126,31		31 812,63

(continúa)

(continuación)

	Concepto	Total Puesto en planta (S/)	Dep. anual %	Dep. anual (S/)
Muebles y enseres	Escritorio de oficina	1 800,00	10,0%	180,00
	Computadora	10 800,00	10,0%	1 080,00
	Sillas (Administración)	480,00	10,0%	48,00
	Impresora	750,00	10,0%	75,00
	Juego para Comedor (1 Mesa + 4 sillas)	2 022,57	10,0%	202,26
	Horno microondas	720,00	10,0%	72,00
	Teléfono	1 500,00	10,0%	150,00
	Sistema de cámaras de seguridad (DVR + 8 cámaras)	986,97	10,0%	98,70
	Monitor	1 000,00	10,0%	100,00
	Estante para botiquín de primeros auxilios	350,00	10,0%	35,00
Total		21 309,54		2 130,95

	Tipo de Zona	Área total (m²)	Costo (soles/ m²)	Vida útil (años)	Dep. anual %	Deprec. Anual (S/)
Edificaciones	Producción (Fabril)	752,04	667,98	20	5%	25 117,38
	Administrativa (No Fabril)	804,82	667,98	20	5%	26 880,18
	Total	1 556,86	667,98	20	5%	51 997,57

Nota. Los datos de la depreciación anual para edificaciones fueron obtenidos de Grupo Verona (2 019); y los de la depreciación anual para el activo fijo del proyecto, de SUNAT (2 006).

Consolidando toda la información anterior, se muestra el resumen de todos los costos y gastos anuales que se considerarán para el proyecto, hallados hasta este punto.

Tabla 7.28

Costo de producción (consolidado, S/)

Año	Material Directo	M.O.D	M.O.I.	Electricidad (planta)	Consumo de agua (Planta)
2 019	164 435,09	128 875,33	195 903,17	238 342,15	900,20
2 020	181 964,49	128 875,33	195 903,17	238 342,15	900,20
2 021	201 362,40	197 895,20	270 808,07	350 006,08	1 376,78
2 022	222 830,93	197 895,20	270 808,07	350 006,08	1 376,78
2 023	246 585,62	197 895,20	270 808,07	350 006,08	1 376,78

Año	Depreciación fabril (Maq.)	Depreciación fabril (Edificio)	Costo Primo (M.D. + M.O.D.)	C.I.F.	Costo de producción
2 019	31 812,63	25 117,38	293 310,43	492 075,54	785 385,96
2 020	31 812,63	25 117,38	310 839,82	492 075,54	802 915,36
2 021	31 812,63	25 117,38	399 257,60	679 120,94	1 078 378,54
2 022	31 812,63	25 117,38	420 726,13	679 120,94	1 099 847,07
2 023	31 812,63	25 117,38	444 480,82	679 120,94	1 123 601,76

Tabla 7.29*Gastos administrativos (consolidado, S/)*

Año	Personal administrativo	Electricidad (oficina)	Consumo de agua (Oficinas)	Depreciación no fabril (Adm.)	Depreciación no fabril (Edificio)
2 019	439 666,67	10 994,21	905,93	2 130,95	26 880,18
2 020	439 666,67	10 994,21	905,93	2 130,95	26 880,18
2 021	456 466,67	11 719,36	905,93	2 130,95	26 880,18
2 022	456 466,67	11 719,36	905,93	2 130,95	26 880,18
2 023	456 466,67	11 719,36	905,93	2 130,95	26 880,18



7.3. Presupuesto Operativo

Los presupuestos operativos a armarse a continuación consideran los flujos de ingreso y salidas por las actividades ordinarias del negocio (ingresos por ventas, costos de producción, gastos de ventas y administrativos), sin considerar el financiamiento por bancos que se obtendrá para cubrir el 80% de la inversión total.

7.3.1. Presupuesto de ingreso por ventas

Considerando que se va a vender lo definido en el programa de producción, el precio final obtenido de S/47,5 por caja será al cliente final, más el canal por el que se va a llegar a él obtendrá un 20% de ganancias respecto a este precio (British Columbia, 2017). Así, se detalla el presupuesto de ingreso por ventas:

Tabla 7.30

Presupuesto de ingreso por ventas (S/)

Presupuesto de ingreso por ventas	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023
Cajas de 50 envases de PLA (cajas)	71 205	78 796	87 196	96 492	106 779
Envases por caja (envases/caja)	50	50	50	50	50
Precio unitario según mercado (S//envase)	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
Factor de Ganancia para el canal	80%	80%	80%	80%	80%
Ingresos por venta (S/)	2 705 790	2 994 248	3 313 448	3 666 696	4 057 602

Nota. El factor de ganancia para el canal fue obtenido de British Columbia (2 017). Adaptado de *Wholesale & Retail Trade*, por British Columbia, 2 017 (http://www.guidetobceconomy.org/major_industries/retail.html).

Es importante mencionar que, dado que las maquinarias, muebles, encerres y otros conceptos tendrán un valor residual significativo, se contará con un efecto contable al final del quinto año de operación por pérdida por enajenación. Dicha pérdida se mitiga al realizar la venta de dichos equipos y activos fijos a un 80% del valor residual como valor de salvamento.

Cabe resaltar que, en el caso del terreno, su valor de salvamento será igual a su valor inicial, dado que este no se deprecia. Asimismo, es importante mencionar que el resto de los porcentajes de depreciación anual, tanto para activos tangibles e intangibles, fueron obtenidos de la SUNAT (2 006).

El presupuesto operativo correspondiente se muestra a continuación, detallando el salvamento a obtener por la venta del activo tangible e intangible, así como las depreciaciones y amortizaciones realizadas para hallarlos:



Tabla 7.31*Presupuesto operativo de depreciaciones (S/)*

Presupuesto operativo de inversión	Valor Inicial	Dep./Amort. anual (%)	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023	Valor Residual	Valor de Salvamento
Terreno	1 931 020,16	-	-	-	-	-	-	1 931 020,16	1 931 020,16
Maquinaria y equipos	318 126,31	10,0%	31 812,63	31 812,63	31 812,63	31 812,63	31 812,63	159 063,16	254 501,05
Edificaciones	1 039 951,34	5,0%	51 997,57	51 997,57	51 997,57	51 997,57	51 997,57	779 963,51	831 961,07
Muebles y enseres	21 309,54	10,0%	2 130,95	2 130,95	2 130,95	2 130,95	2 130,95	10 654,77	17 047,63
Intangibles	548 401,87	10,0%	54 840,19	54 840,19	54 840,19	54 840,19	54 840,19	274 200,93	438 721,49
Depreciación Fabril (S/)	-	-	56 930,02	-	-				
Depreciación No fabril (S/)	-	-	29 011,14	-	-				
Amortización de intangibles (S/)	-	-	54 840,19	-	-				

Nota. Los datos de la depreciación anual fueron obtenidos de la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (2 006). Adaptado de *INFORME N° 196-2006-SUNAT/2B0000*, por Superintendencia Nacional de Administración Tributaria, 2 006 (<https://www.sunat.gob.pe/legislacion/oficios/2006/oficios/i1962006.html>).

7.3.2. Presupuesto operativo de costos

Consolidando la información de los cuadros al hallar los costos de producción, se calcula el costo de ventas por año del proyecto.

Tabla 7.32

Presupuesto operativo de costo de ventas (S/)

Presupuesto operativo de costos	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023
Material Directo	164 435,09	181 964,49	201 362,40	222 830,93	246 585,62
M.O.D	128 875,33	128 875,33	197 895,20	197 895,20	197 895,20
Costo Primo	293 310,43	310 839,82	399 257,60	420 726,13	444 480,82
M.O.I.	195 903,17	195 903,17	270 808,07	270 808,07	270 808,07
Electricidad (planta)	238 342,15	238 342,15	350 006,08	350 006,08	350 006,08
Consumo de agua (Planta)	900,20	900,20	1 376,78	1 376,78	1 376,78
Depreciación Fabril	56 930,02	56 930,02	56 930,02	56 930,02	56 930,02
C.I.F.	492 075,54	492 075,54	679 120,94	679 120,94	679 120,94
(-) Costo de Ventas	785 385,96	802 915,36	1 078 378,54	1 099 847,07	1 123 601,76

7.3.3. Presupuesto operativo de gastos

Los gastos operativos del negocio incluyen los administrativos hallados anteriormente, como los gastos de ventas y administración que también se detallarán a continuación.

Tabla 7.33*Presupuesto operativo de gastos de operación (S/)*

Presupuesto operativo de gastos	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023
Personal administrativo	439 666,67	439 666,67	456 466,67	456 466,67	456 466,67
Depreciación No Fabril	29 011,14	29 011,14	29 011,14	29 011,14	29 011,14
Electricidad (oficina)	10 994,21	10 994,21	11 719,36	11 719,36	11 719,36
Consumo de agua (Oficinas)	905,93	905,93	905,93	905,93	905,93
Amortización de intangibles (S/)	54 840,19	54 840,19	54 840,19	54 840,19	54 840,19
(-) Gastos de Administración	535 418,12	535 418,12	552 943,28	552 943,28	552 943,28
Gastos de venta y marketing	128 231,16	140 691,31	154 479,39	169 738,19	186 623,66
Gastos logísticos	95 840,90	106 056,40	117 362,80	129 876,90	143 723,40
Gastos de servicios	6 398,75	1 511,00	6 662,75	1 830,75	2 016,50
(-) Otros gastos	230 470,81	248 258,71	278 504,94	301 445,84	332 363,56
(-) Gastos de Operación	765 888,94	783 676,84	831 448,22	854 389,12	885 306,84

A continuación, se detallará los gastos incluidos en la categoría “Otros Gastos”, que forman parte de los gastos de operación:

- **Gastos de ventas y marketing**
 - **Gastos de merchandising**

Como se mencionó en el capítulo 2.6.2, se obsequiará merchandising a los distribuidores para afianzar el relacionamiento entre empresas. Este será variado, por lo que incluirá flyers publicitarios (volantes), libretas ecológicas y tazas. Se considerará entregar 1 000 unidades de cada uno de forma anual. Los precios unitarios se encuentran a continuación:

Tabla 7.34*Precio unitario por tipo de merchandising (S/)*

Merchandising	Precio Unitario (S/)	Cantidad mensual
Flyers publicitarios (Volantes)	0,06	1000
Libretas ecológicas	3,79	1000
Taza Sublimada de loza	7,49	1000

Nota. Los precios unitarios fueron obtenidos de KREA merch (s.f.). Adaptado de *Artículos publicitarios*, por KREA merch, s.f. (<https://www.kreamerch.com>).

Partiendo de los precios unitarios señalados en el anterior cuadro, se procede a calcular el gasto total anual de merchandising:

Tabla 7.35

Gasto anual de merchandising (S/)

	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023
Flyers publicitarios (Volantes)	60	60	60	60	60
Libretas ecológicas	3 799,6	3 799,6	3 799,6	3 799,6	3 799,6
Taza Sublimada de loza	7 493	7 493	7 493	7 493	7 493
Total (S/)	11 352,6				

○ **Gasto de marketing digital**

Dado que Facebook es la plataforma favorita entre los encuestados, abarcando casi el 80% del total, se opta por hacer publicidad por ese medio. Para ello, se toma en cuenta el objetivo total de ventas para cada año del horizonte de vida del proyecto, así como el ticket promedio de ventas.

El ticket promedio de ventas fue hallado considerando la frecuencia de compra resultante de la encuesta, así como el porcentaje de encuestados correspondiente a cada una de las opciones de frecuencia. Como resultado se obtuvo que la población objetivo va a comprar envases 28 veces al año en promedio. Esta cantidad multiplicada por la cantidad de envases por compra (también obtenida de la encuesta) y por el precio unitario de cada envase, da como resultado S/ 1 330 al año.

Por otro lado, cabe resaltar que el porcentaje de la cantidad de prospectos convertidos a clientes fue obtenido de la multiplicación de la intención e intensidad, también resultantes de las encuestas.

Tabla 7.36*Presupuesto total de marketing digital en Facebook (S/)*

	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023
Objetivo de ventas (soles)	2 705 790	2 994 248	3 313 448	3 666 696	4 057 602
Ticket promedio de ventas (soles)	1 330	1 330	1 330	1 330	1 330
Cantidad de clientes necesarios	2 034	2 251	2 491	2 757	3 051
Porcentaje de prospectos convertidos a clientes	55,55%	55,55%	55,55%	55,55%	55,55%
Cantidad de prospectos necesarios	3 662,20	4 052,62	4 484,65	4 962,76	5 491,84
Porcentaje de conversión de la página de aterrizaje	30%	30%	30%	30%	30%
Visitas a la página de aterrizaje	12 207,35	13 508,75	14 948,84	16 542,54	18 306,14
Costos por clic promedio (CPC prom.)	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Presupuesto total (S/)	10 071,06	11 144,71	12 332,79	13 647,59	15 102,56

Nota. El costo por clic promedio fue obtenido de Calviño (2 021). Adaptado de *Guía de Google Ads: cómo te ayuda a conseguir más tráfico web*, por Calviño, 2 021 (<https://es.shopify.com/blog/guia-de-google-ads-13-tipos-de-campanas-y-que-esperar-de-ellas>).

- **Gasto por estantes**

Como se mencionó en el capítulo 2.6.2, se realizarán concursos al intermediario, en donde se les dará a los mayoristas estantes gratis por cada millar de cajas vendidas, de tal forma que estas puedan realizar promociones utilizando dichos estantes. Tomando en cuenta un precio unitario de S/ 60 por estante según Intelectrica (s.f), se halla el gasto total destinado a la compra de estantes.

Tabla 7.37*Gasto total por compra de estantes (S/)*

	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023
Ventas (millar de cajas)	71,21	78,80	87,20	96,49	106,78
Cantidad de estantes por millar de cajas	25	25	25	25	25
Precio unitario por estante	60	60	60	60	60
Gasto total por compra de estantes (S/)	106 807,50	118 194,00	130 794,00	144 738,00	160 168,50

Nota. El precio unitario de cada estante fue obtenido de Intelectrica (s.f). Adaptado de *Pretul – estante 4 niveles*, por Intelectrica, s.f. (<https://intelectrica.pe/producto/estante-4-niveles/>).

- **Gastos logísticos**

Dado que el producto terminado se enviará a todo el Perú, se tomaron como referencia los departamentos en donde, según INEI (2 014), hay una mayor concentración de nuevas empresas de servicio de comidas y bebidas en el Perú.

Tabla 7.38

Cantidad de cajas de producto terminado a enviar a cada departamento

		2 019	2 020	2 021	2 022	2 023
Lima	54%	38 451	42 551	47 087	52 106	57 661
La Libertad	8%	5 697	6 304	6 976	7 720	8 543
Cusco	34%	24 209	26 790	29 646	32 807	36 304
Amazonas	4%	2 848	3 151	3 487	3 859	4 271
Cantidad total de cajas (ventas)	100%	71 205	78 796	87 196	96 492	106 779

En base a esta cantidad estimada de cajas por enviar a cada departamento, y al precio de envío cotizado por la empresa CHEXPRESS (2 020), se calcula el gasto logístico total por año:

Tabla 7.39

Gasto logístico total por año (S/)

	Precio de envío de un millar de cajas (S/)	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023
Lima	400	15 380	17 020	18 835	20 842	23 064
La Libertad	2 000	11 394	12 608	13 952	15 440	17 086
Cusco	2 500	60 523	66 975	74 115	82 018	90 760
Amazonas	3 000	8 544	9 453	10 461	11 577	12 813
TOTAL (S/)		95 841	106 056	117 363	129 877	143 723

Nota. El precio por envío de un millar de cajas fue obtenido de CHEXPRESS (2 020). Adaptado de Cotizador online, por CHEXPRESS, 2 020 (<https://chexpress.pe/cotizador-online/>)

- **Gastos por servicios**

- **Gastos de tratamiento de residuos:**

Como se mencionó en el capítulo 5.6, se contratará una Empresa Prestadora de Servicios (EPS) que disponga responsablemente de los residuos tanto peligrosos resultantes del mantenimiento de las máquinas (pañños con lubricantes, grasa y aceites residuales), como

la merma resultante del proceso productivo. A continuación, se presentará en el siguiente cuadro la cantidad de merma generada durante la producción anual, esta estará compuesta en su totalidad por residuos no peligrosos dado que están hechos a base de ácido poliláctico (PLA).

Tabla 7.40

Cantidad de residuos no peligrosos en toneladas

	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023
Residuos no peligrosos (toneladas)	52,45	56,94	63,01	69,73	77,16

En base a la cantidad de residuos no peligrosos (en toneladas) generados al año, señalados en el anterior cuadro, y en base a un estimado de 250 kilogramos de residuos tóxicos al año, se obtiene el siguiente gasto total:

Tabla 7.41

Gastos anuales por tratamiento de residuos (S/)

	Precio por tonelada (soles)	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023
Residuos no peligroso	25	1 311,25	1 423,50	1 575,25	1 743,25	1 929,00
Peligrosos	350	87,50	87,50	87,50	87,50	87,50
TOTAL (S/)		1 398,75	1 511,00	1 662,75	1 830,75	2 016,50

Nota. Los precios por tonelada fueron obtenidos del Ministerio del Ambiente (2 010). Adaptado de *Informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales en el Perú, gestión 2 009*, por Ministerio del Ambiente, 2 010 (<https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/2093.pdf>)

○ **Gastos por análisis en un laboratorio de calidad externo:**

Por medio de un laboratorio de calidad externo, para evaluar el nivel de compostaje y biodegradabilidad de una muestra del producto terminado, se presupuestarán pruebas para adquirir un certificado de calidad que garanticen las características mencionadas en los envases. El certificado se obtendrá en el primer año de operación del proyecto, y tendrá una vigencia de dos años, por lo que tendrá una renovación en el tercer año del proyecto. Se presupuestará S/ 5 000 para ambos años.

7.4. Presupuestos financieros

Puesto que se solicitará un financiamiento a MiBanco para cubrir parte de la inversión del proyecto, se detallarán los presupuestos que servirán para detallar el interés a pagar por año, y consolidar la información anterior en un balance general de situación financiera y un estado de ganancias y pérdidas.

7.4.1. Presupuesto de servicio de deuda

El financiamiento por bancos asciende a 3 210 829.11 soles, por lo que se evalúa el servicio de la deuda a realizarse a una TEA de 15.39%, según las líneas ofrecidas por MiBanco (2017). Se comentó que la deuda se realizará a 5 años, con un período de gracia parcial de 1 año (generando interés preoperativo, como se observó al calcular la inversión total). El cronograma de pagos, con amortización en cuotas constantes dada la conveniencia del negocio a pagar menos intereses conforme avance el período de vida del proyecto.

Tabla 7.42

Presupuesto de servicio de deuda (S/)

	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023
	1	2	3	4	5
Saldo inicial	3 210 829,11	2 738 275,80	2 192 996,53	1 563 798,78	837 767,50
Amortización	472 553,31	545 279,27	629 197,75	726 031,28	837 767,50
Interés (Gasto financiero)	494 146,60	421 420,65	337 502,17	240 668,63	128 932,42
Cuota	966 699,92	966 699,92	966 699,92	966 699,92	966 699,92
Saldo final	2 738 275,80	2 192 996,53	1 563 798,78	837 767,50	-

7.4.2. Presupuesto de estado de resultados

Teniendo los flujos operacionales del negocio durante su período de vida útil, se establece un presupuesto de estado de resultados, para determinar la potencial rentabilidad del proyecto.

Tabla 7.43*Presupuesto de Estado de Resultados Financiero, en soles (S/)*

	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023
Ingresos por venta (S/)	2 705 790,00	2 994 248,00	3 313 448,00	3 666 696,00	4 057 602,00
(-) Costo de Ventas	-785 385,96	-802 915,36	-1 078 378,54	-1 099 847,07	-1 123 601,76
UTILIDAD BRUTA	1 920 404,04	2 191 332,64	2 235 069,46	2 566 848,93	2 934 000,24
(-) Gastos de Operación	-765 888,94	-783 676,84	-831 448,22	-854 389,12	-885 306,84
UTILIDAD OPERATIVA	1 154 515,10	1 407 655,80	1 403 621,24	1 712 459,81	2 048 693,40
(-) Gastos Financieros	-494 146,60	-421 420,65	-337 502,17	-240 668,63	-128 932,42
(+) Valor de Salvamento					3 473 251,41
(-) Valor en libros					-3 154 902,53
UTILIDAD ANTES DE PARTIC. E IMP.	660 368,50	986 235,15	1 066 119,08	1 471 791,18	2 238 109,86
(-) Participaciones (10%)	-66 036,85	-98 623,52	-106 611,91	-147 179,12	-223 810,99
UTILIDAD ANTES IMPUESTOS	594 331,65	887 611,64	959 507,17	1 324 612,06	2 014 298,88
(-) Impuesto a la renta (29.5%)	-175 327,84	-261 845,43	-283 054,61	-390 760,56	-594 218,17
UTILIDAD NETA	419 003,81	625 766,20	676 452,55	933 851,50	1 420 080,71

Tabla 7.44*Presupuesto de Estado de Resultados Económico, en soles (S/)*

	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023
Ingresos por venta (S/)	2 705 790,00	2 994 248,00	3 313 448,00	3 666 696,00	4 057 602,00
(-) Costo de venta	-785 385,96	-802 915,36	-1 078 378,54	-1 099 847,07	-1 123 601,76
UTILIDAD BRUTA	1 920 404,04	2 191 332,64	2 235 069,46	2 566 848,93	2 934 000,24
(-) Gastos de Operación	-765 888,94	-783 676,84	-831 448,22	-854 389,12	-885 306,84
UTILIDAD OPERATIVA	1 154 515,10	1 407 655,80	1 403 621,24	1 712 459,81	2 048 693,40
(+) Valor de Salvamento					3 473 251,41
(-) Valor en libros					-3 154 902,53
UTILIDAD ANTES DE PARTIC. E IMP.	1 154 515,10	1 407 655,80	1 403 621,24	1 712 459,81	2 367 042,28
(-) Participaciones (10%)	-115 451,51	-140 765,58	-140 362,12	-171 245,98	-236 704,23
UTILIDAD ANTES IMPUESTOS	1 039 063,59	1 266 890,22	1 263 259,12	1 541 213,83	2 130 338,05
(-) Impuesto a la renta (29.5%)	-306 523,76	-373 732,61	-372 661,44	-454 658,08	-628 449,73
UTILIDAD NETA	732 539,83	893 157,60	890 597,68	1 086 555,75	1 501 888,33

7.4.3. Presupuesto de Estado de Situación Financiera

Se muestra a continuación la situación financiera del negocio presupuestado, en la apertura del negocio:

Tabla 7.45

Presupuesto de Estado de Situación Financiera (S/)

ACTIVO	2 019	PASIVO Y PATRIMONIO	2 019
Caja	154 727,17	Cuentas por pagar a proveedores	46 305,63
Cuentas por cobrar	-	Tributos por pagar	-
Inventario M.P.	46 305,63	Participación por pagar	-
Inventario P.T.	-	Otros pasivos corrientes	-
Total Activo Corriente	201 032,80	Total Pasivo Corriente	46 305,63
Activo Fijo	3 310 407,36	Obligaciones Financieras	3 210 829,11
(-) Depreciación Acumulada	-	Total Pasivo No Corriente	3 210 829,11
Intangibles	548 401,87	Aporte propio	802 707,28
(-) Amortización Acumulada	-	Resultado del ejercicio	-
Total Activo no Corriente	3 858 809,22	Total Patrimonio	802 707,28
Total Activos	4 059 842,02	Total Pasivo y Patrimonio	4 059 842,02

7.4.4. Flujo de fondos netos

7.4.4.1. Flujo de fondos económicos

A partir de la utilidad neta obtenida en el presupuesto de Estado de Resultados Financiero, se elaborarán los flujos de fondos económicos en el cuadro mostrado a continuación. Dado que solamente se toman en cuenta aquellos montos que mueven caja y no son contables, se realizará un ajuste previo para retirar los efectos de la financiación por bancos al calcular el flujo económico.

Tabla 7.46*Flujo de fondos económicos (S/)*

Concepto	2 018	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023
	0	1	2	3	4	5
(-) Inversión	-3 519 390					
UTILIDAD NETA		419 004	625 766	676 453	933 852	1 420 081
(-) Producción no vendida anual		- 20 787	- 1 426	- 1 812	- 1 446	- 1 538
(+) Depreciación Fabril		56 930	56 930	56 930	56 930	56 930
(+) Depreciación No fabril		29 011	29 011	29 011	29 011	29 011
(+) Amortización Intangibles		54 840	54 840	54 840	54 840	54 840
(+) Valor residual						3 154 903
(+) Capital de trabajo						154 727
(+) Gastos financieros		494 147	421 421	337 502	240 669	128 932
(-) EF (Gastos financieros)		- 145 773	- 124 319	- 99 563	- 70 997	- 38 035
(+) EF (Participaciones G. financieros)		14 577	12 432	9 956	7 100	3 804
(-) Participaciones (Gastos financieros)		- 49 415	- 42 142	- 33 750	- 24 067	- 12 893
FLUJO DE FONDOS ECONÓMICOS	-3 519 390	852 534	1 032 513	1 029 567	1 225 891	4 950 761

7.4.4.2. Flujo de fondos financieros

En cuanto al flujo financiero se toma en cuenta el efecto que posee la financiación por MiBanco y la amortización de las cuotas constantes.

Tabla 7.47*Flujo de fondos financieros (S/)*

Concepto	2 018	2 019	2 020	2 021	2 022	2 023
	0	1	2	3	4	5
- Inversión	-3 519 390					
UTILIDAD NETA		419 004	625 766	676 453	933 852	1 420 081
(-) Producción no vendida anual		- 20 787	- 1 426	- 1 812	- 1 446	- 1 538
(+) Depreciación Fabril		56 930	56 930	56 930	56 930	56 930
(+) Depreciación No fabril		29 011	29 011	29 011	29 011	29 011
(+) Amortización Intangibles		54 840	54 840	54 840	54 840	54 840
(+) Valor residual						3 154 903
(+) Capital de trabajo						154 727
(+) Financiamiento	3 210 829					
(-) Amortización Deuda		- 472 553	- 545 279	- 629 198	- 726 031	- 837 767
(-) Amortización IPO	- 494 147					
FLUJO DE FONDOS FINANCIEROS	- 802 707	66 444	219 842	186 224	347 156	4 031 186

7.5. Evaluación económica y financiera

7.5.1. Cálculo del costo de oportunidad del inversionista (COK)

Previo a la evaluación de los flujos financieros y económicos, es necesario calcular el costo del capital del inversionista por medio del método “Capital Asset Pricing Model” (CAPM). Para el cálculo de la rentabilidad esperada del activo financiero (COK), el cual será empleado para el cálculo del VAN, se empleará la siguiente fórmula y los siguientes valores:

$$r_i = r_f + \beta * (r_m - r_f) + r_p$$

Tabla 7.48*Valores para el cálculo del COK*

Concepto		Valor
rf	Tasa de interés que paga el día de hoy un activo libre de riesgo al plazo más cercano al del proyecto	2,76%
β	Índice normalizado que mide el riesgo de mercado de este activo financiero	252,12%
Rm-Rf'	Prima de riesgo del mercado	6,68%
rp	Tasa de riesgo país, para llevar la rentabilidad al mercado peruano	1,33%
COK		20,93%

Nota. El dato de rf fue obtenido del U.S. Department of the Treasury (2 019); la prima de riesgo del mercado, de New York University (2 020); y la tasa de riesgo país, del Banco Central de Reserva del Perú (2 021).

Para el cálculo del índice normalizado que mide el riesgo de mercado de este activo financiero (β), se empleó la siguiente fórmula. De esta manera, se calcula el β a partir de los datos mostrados en la siguiente tabla.

$$\beta_{\text{proy}} = \left(1 + \frac{\%Deuda}{\%Capital} * (1 - \%Impuesto) \right) * \beta_{\text{despalancada}}$$

Tabla 7.49*Cálculo de coeficiente Beta*

Beta	Valor
Inversión (%)	80,00%
Capital (%)	20,00%
Impuesto (%)	29,50%
β despalancada de la categoría empaques	0,66
β	252,12%

Nota. El dato de la β despalancada de la categoría empaques fue obtenido de New York University (2021).

7.5.2. Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR

Partiendo del flujo de fondos económicos mostrado anteriormente, se muestran los indicadores para la evaluación económica del proyecto.

Tabla 7.50

Indicadores de evaluación económica

Indicador	Económico
VAN (S/)	961 067,52
TIR	29,76%
Periodo de recupero	4 años y 5 meses
B/C	1,27

7.5.3. Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR

A continuación, tomando como base el flujo de fondos financieros, se muestran los indicadores para la evaluación financiera del proyecto:

Tabla 7.51

Indicadores de evaluación financiera

Indicador	Financiero
VAN (S/)	1 228 771,83
TIR	49,73%
Periodo de recupero	4 años y 2 meses
B/C	2,53

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

A continuación, se comentarán los indicadores obtenidos anteriormente, así como se calcularán nuevas ratios para los presupuestos de los EE.FF.

- **Análisis de indicadores de flujos económicos y financieros**

Teniendo los indicadores económicos, se observa que ninguno de los valores reporta pérdidas y rentabilidad negativa en el proyecto. El VAN económico arroja un valor positivo, lo que significa que el valor actual neto de todo el flujo, a la tasa de descuento COK de 20,93% genera ganancias. Esto también lo refleja el TIR económico de 29,76%, al ser mayor que el costo de capital del accionista. Por último, el beneficio/costo es mayor a uno y el período de recupero se encuentra dentro de la vida útil del proyecto, por lo que sin tomar en cuenta el financiamiento externo, el proyecto sí es rentable. Cabe resaltar que se recuperará la inversión a los cuatro años y cinco meses de iniciar el proyecto, lo cual no es lo ideal dado que lo que se busca es recuperar la inversión en el menor tiempo posible y no cerca del término del horizonte de vida del proyecto.

Respecto a los indicadores del flujo neto financiero, el panorama mejora, lo cual es debido a que la financiación es en gran parte externa y no por aporte propio. Esto se refleja en el VAN y TIR financieros, con un período de recupero un poco más corto, y con una relación de beneficio/costo de 2,53. Esto también nos indica que conviene tener cierto margen de apalancamiento con deuda a un banco. Así, dado que los requisitos de viabilidad de la instalación de la planta se cumplen, se concluye que el proyecto es viable económica y financieramente.

- **Análisis de ratios financieros (EE.FF.)**

A partir de los estados financieros presupuestados a cierre del año 2019, se realiza el cálculo de distintos tipos de ratios del proyecto para su respectivo análisis.

Tabla 8.52

Ratios financieros (EE.FF.) proyectados a cierre del 2019

Tipo	Indicador	Formula	Valor
	Razón corriente	Activo Corriente / Pasivo Corriente	1,57
Índice de Liquidez	Razón Ácida	Act. Corr. - Inv. / Pasivo Corriente	1,46
	Solvencia	Activo Total / Pasivo Total	1,39

(continúa)

(continuación)

Tipo	Indicador	Formula	Valor
Índice de endeudamiento	Cobertura de deuda	Utilidad Neta / Deuda total	0,15
	Razón de endeudamiento	Pasivo Total / Activo total	0,72
	Calidad de deuda	Pasivo Corriente / Pasivo Total	0,13
Índice de rentabilidad	ROA	Utilidad Neta / Activo Total	0,10
	Margen Bruto	Utilidad Bruta / Ventas	70,97%
	Margen Neto	Utilidad Neta / Ventas	15,49%

Se puede concluir que la empresa presenta un panorama óptimo en el primer año de implementación. Esto se debe a múltiples razones; entre ellas, se puede evidenciar que, en el primer año del proyecto, la empresa tiene una buena capacidad de atender las deudas a corto plazo, lo cual se evidencia en la razón corriente. Cabe resaltar que, según evidencia la razón ácida, la empresa sigue manteniendo una alta capacidad de pago de las deudas a corto plazo, aunque el inventario no pueda convertirse rápidamente en efectivo.

Por otro lado, respecto al endeudamiento, se evidencia que la utilidad neta representa un 15% de la deuda total en el primer año del proyecto, la cual es mayormente a largo plazo. Asimismo, el nivel de apalancamiento es alto, lo cual es recomendable dado que, si el activo es financiado en su mayor parte por los accionistas, sería más costoso por el mayor riesgo que representa para estos.

Por último, respecto a la rentabilidad del proyecto, el margen obtenido, después de deducir de las ventas totales, todos los costos y gastos (incluyendo el impuesto a la renta) es de 10%, el cual es un porcentaje adecuado para el primer año. Este último porcentaje, comparado con el margen resultante de solo deducir los costos de producción de las ventas (70,97%), es considerablemente menor, lo que significa que los gastos (tanto de operación como financieros) afectan de manera notable la utilidad. Finalmente, cabe resaltar que la utilidad neta representa un 15,49% del activo total de la empresa al primer año.

7.5.5. Análisis de sensibilidad del proyecto

Para el análisis de sensibilidad del proyecto se han elegido tres escenarios posibles.

Escenario 1: El producto es principalmente resultado del procesamiento de la resina Ingeo 2003D PLA de NatureWorks. Por tanto, el precio de este se pronostica que apalanca en gran medida los costos de producción del mismo. De igual manera, dado que

nos encontramos en un contexto en el que las resinas convencionales derivadas del petróleo, principales competidoras de la resina de PLA, se encuentran en una continua volatilidad en su precio gracias a la volatilidad proveniente del commodity petróleo crudo (Markets Insider, 2019), es factible pensar que el precio de la materia prima pueda crecer. Por tanto, en este escenario se propone que **el precio de la materia prima principal se incremente.**

Tabla 7.53

Análisis de sensibilidad – Escenario 1

Escenario 1		(Incremento de costo de MP principal)		
Variables	Costo unitario (S/ / 1 ton Resina)			
A. Proyecto actual	796,4			
B. Intermedio	2 541,07			
C. Máximo	4 285,74			
Indicadores	A	B	C	
Margen Bruto	70,97%	60,78%	50,58%	
Margen Neto	15,49%	8,99%	2,48%	
Utilidad neta, Año 1 (S/)	419 004	243 117	67 229	
VAN Financiero (S/)	1 228 772	614 388	0	
TIR Financiero	49,73%	34,43%	20,93%	

Escenario 2: Se plantea que, por motivos comerciales, **el precio del producto terminado pueda disminuir**, con el objetivo de incrementar el nivel de ventas y/o con la posibilidad de atraer más clientes.

Tabla 7.54

Análisis de sensibilidad del proyecto – Escenario 2

Escenario 2		(Disminución de precios del PT)		
Variables	Precio unitario (S/ / caja)			
A. Proyecto actual	47,50			
B. Intermedio	42,61			
C. Máximo	37,72			
Indicadores	A	B	C	
Margen Bruto	70,97%	67,64%	63,45%	
Margen Neto	15,49%	10,01%	3,11%	
Utilidad neta, Año 1 (S/)	419 004	242 919	66 881	
VAN Financiero (S/)	1 228 772	614 306	0	
TIR Financiero	49,73%	34,70%	20,93%	

Escenario 3: Dadas las recientes intenciones del gobierno peruano de incrementar sus regulaciones respecto a plásticos de un solo uso, es factible pensar que la cantidad vendida por el negocio disminuya, de llegarse a concretar un proyecto de ley que supervise al sector plástico en el país, con un subsecuente intento de trasladar la demanda de los consumidores hacia otros empaques más eco amigables que el nuestro (papel, cartón, etc.). Por tanto, en este escenario se propone que la **cantidad vendida (demanda) se reduzca en proporción** para los años de vida útil del proyecto.

Tabla 7.55

Análisis de sensibilidad – Escenario 3

Escenario 3		(Disminución de la demanda proyectada)		
Variables	Proporción de la demanda de proyecto actual (%)			
A. Proyecto actual	100,00%			
B. Intermedio	88,11%			
C. Máximo	76,21%			
Indicadores	A	B	C	
Margen Bruto	70,97%	67,88%	63,81%	
Margen Neto	15,49%	10,21%	3,28%	
Utilidad neta, Año 1 (S/)	419 004	243 385	67 669	
VAN Financiero (S/)	1 228 772	613 838	0	
TIR Financiero	49,73%	34,72%	20,93%	

El análisis realizado arroja los siguientes resultados, a manera de resumen del cuadro con indicadores ya presentado:

- El costo de materia prima principal, es decir, de la resina Ingeo 2003D de NatureWorks, puede incrementarse hasta 4 285,74 soles por caja de una tonelada de resina, manteniendo todos los otros factores constantes, de tal forma que pueda hacer inviable el proyecto. Esto es, que este precio configure un VAN financiero igual a cero, y un TIR financiero igual al COK calculado durante el proyecto. Esto indica que esta variable no tiene un apalancamiento tan grande en los indicadores generales del proyecto.
- La caja de 50 envases, originalmente ofrecida a 47,50 soles, puede reducirse hasta 37,72 soles, manteniendo constantes toda otra variable adicional, y mantener viable el proyecto.

- El programa de producción hallado en los capítulos anteriores puede reducirse hasta el 76,21% de su total calculado para mantener el proyecto viable, es decir, que se tiene un margen de aproximadamente 25% anual por el cual se puede producir y vender por debajo del proyectado.

Por tanto, se descubre que el proyecto es muy sensible y apalancado a la cantidad de envases vendidos. Una reducción en el 12% en el mismo reduce el VAN financiero a aproximadamente la mitad, dándonos a entender que la cantidad vendida es clave para obtener beneficios en el negocio. Como se mencionó anteriormente, puede reducirse la cantidad de ventas, hasta el 76,21% de su total calculado en cada año para mantener el proyecto viable.



CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO

El proyecto se buscará ser implementado en Villa El Salvador, como se definió en el capítulo correspondiente a localización de planta. Justamente este distrito es uno de los más productivos e importantes de Lima Sur, e incluso es considerado como el centro industrial más concurrido y de mayor preferencia de la provincia, al poseer el Parque Industrial de Villa el Salvador, con un estimado de más de 1 500 negocios incluyendo comercializadoras y fábricas de artesanía, carpintería, alimentos, muebles, ferretería y vidrieras, etc. (Villa El Salvador, s.f.). El proyecto tendrá influencia directa para con estos.

“Parque Industrial es una estación de la Línea 1 del Metro de Lima en Perú. Está ubicada en la intersección de Avenida Separadora Industrial con Avenida El Sol en el distrito de Villa El Salvador. La Micro y Pequeña Empresa se fortalece continuamente gracias al esfuerzo de los mismos empresarios. La cercanía a las estaciones del tren eléctrico (Parque Industrial y Villa el Salvador) lo hace más accesible para los visitantes de todo Lima.” (Villa El Salvador, s.f.).

El proyecto busca formar parte de esta zona altamente productiva como varios negocios del tipo pequeña y mediana empresa han logrado establecerse.

El distrito, lógicamente por pertenecer al Cono Sur, posee cercanía directa con San Juan de Miraflores, Villa María del Triunfo, Chorrillos y Lurín. Asimismo, toca la costa del país al encontrarse con el Océano Pacífico, teniendo cercanía a los puertos por los que se trasladará todo lo importado por el proyecto.

8.1. Indicadores Sociales

Se evaluarán tres indicadores sociales: Valor agregado actual, densidad e intensidad de capital. Para el cálculo del primero, se toma en cuenta el Costo Promedio Ponderado de Capital (CPPC), dado que es un proyecto privado. Para su cálculo, se utiliza la siguiente fórmula, así como los siguientes valores para cada componente.

$$CPPC = Kd * (1 - T * Wd + Ke * We)$$

Tabla 8.1.

Cálculo de CPPC

Componente	Concepto	Valor
Kd	TEA	15,39%
T	Impuesto a la renta	29,50%
Wd	Pasivo/Activo	72,13%
Ke	COK	20,93%
We	Patrimonio/Activo	27,87%
CPPC	Costo Promedio Ponderado de Capital	13,01%

Nota. La TEA fue obtenida de MiBanco (2 017).

Tabla 8.2

Cálculo de Valor Agregado (S/)

	1	2	3	4	5
Salarios	764 445	764 445	925 170	925 170	925 170
Depreciación	85 941	85 941	85 941	85 941	85 941
Gastos financieros (intereses)	494 147	421 421	337 502	240 669	128 932
Utilidad antes de impuestos	594 332	887 612	959 507	1 324 612	2 014 299
Valor agregado	1 938 865	2 159 419	2 308 120	2 576 392	3 154 342
CPPC	13,01%				
Valor Agregado actual (S/)	8 295 902				

Además, para el cálculo de la densidad e intensidad de capital, se toma en consideración las siguientes fórmulas, dando como resultado los valores señalados en la tabla:

Tabla 8.3

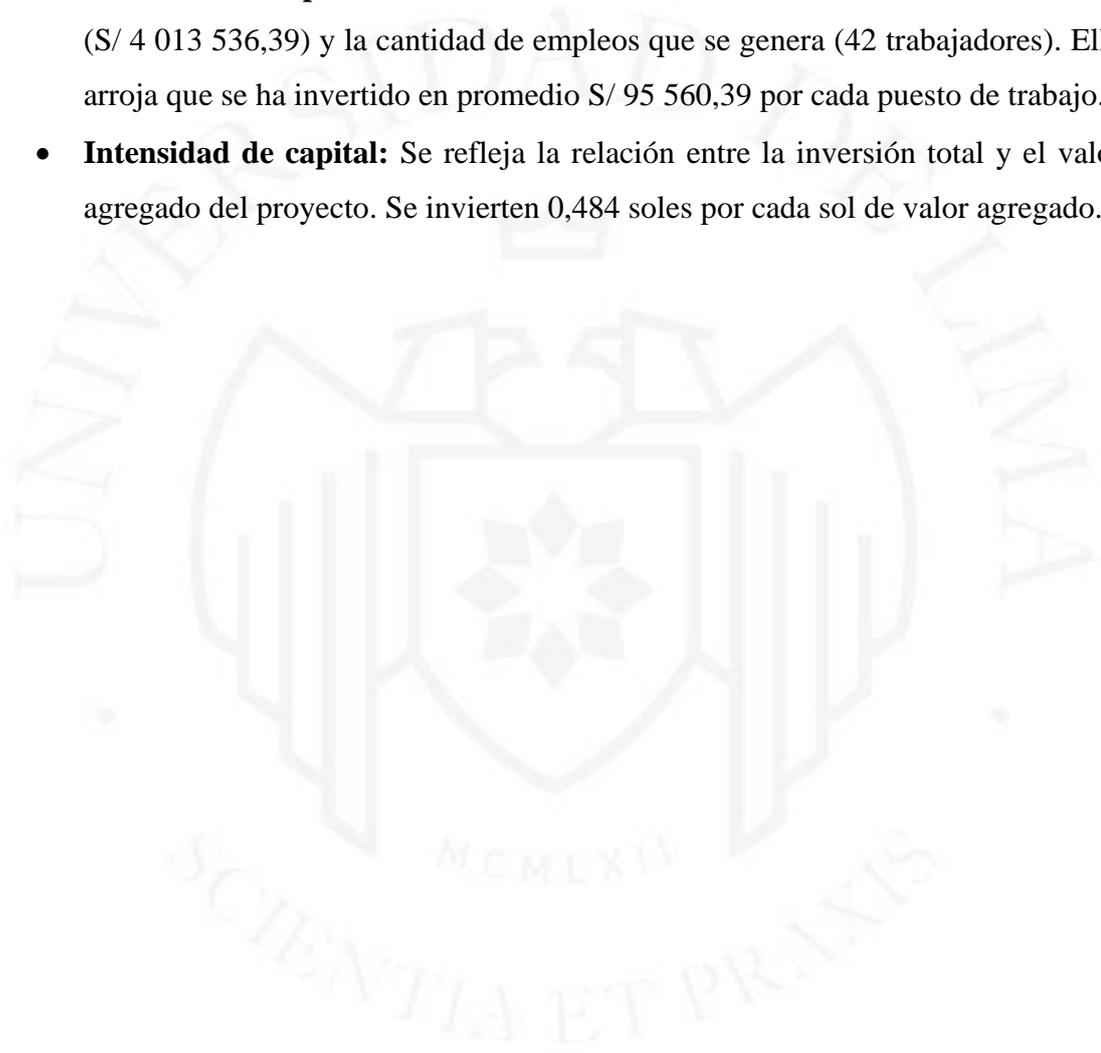
Cálculo de densidad e intensidad de capital

Indicador	Fórmula	Valor
Densidad de capital	Inversión total/ cantidad de empleos	95 560,39
Intensidad de Capital	Inversión total/Valor agregado	0,484

8.2. Interpretación de indicadores Sociales

La evaluación social del proyecto se hará con tres indicadores principales.

- **Valor Agregado:** Se puede concluir que, al término del ciclo de vida del proyecto, se habrá generado un valor agregado de S/ 8 295 902 al valor presente. Para su cálculo, se utilizó el Costo Promedio Ponderado de Capital (CPPC) de 13,01%, dado que es un proyecto privado.
- **Densidad de capital:** Esta métrica indica la relación entre la inversión total (S/ 4 013 536,39) y la cantidad de empleos que se genera (42 trabajadores). Ello arroja que se ha invertido en promedio S/ 95 560,39 por cada puesto de trabajo.
- **Intensidad de capital:** Se refleja la relación entre la inversión total y el valor agregado del proyecto. Se invierten 0,484 soles por cada sol de valor agregado.



CONCLUSIONES

- Por medio del presente trabajo de investigación, se ha logrado demostrar la viabilidad comercial, técnica, económica, financiera y social para la instalación de una planta productora de envases de plástico biodegradable a base de ácido poliláctico (PLA).
- El estudio de mercado realizado revela que las empresas que ofrecen servicios de alimentación en Lima que se preocupan por el medio ambiente tienen una intención de compra del 91,67%, y una intensidad de compra del 60,6%. Sus comportamientos reflejan que se reabastecen de envases cada semana principalmente por canales mayoristas. Asimismo, estas empresas prefieren comprar envases medianos rectangulares de dimensiones 23,6 x 14,8 x 8,9 cm., a un precio unitario de 0,95 soles por envase, vendidos en cajas de 50 envases.
- Se ha logrado calcular el programa de producción, en base a la demanda, estudio de mercado, stock de seguridad y la política de inventarios. Como resultado, se calculó que, al primer año del proyecto, se producirían 72 738 cajas de envases de PLA; y al último año (2 023), se producirían 107 000 cajas de envases.
- Se ha determinado que la localización de la planta sería en Villa El Salvador, Lima; con un tamaño de planta de 5 338 901 envases/año, definido por el tamaño-mercado del último año del horizonte de vida del proyecto. Además, la planta posee un área superficial de 1 556,86 m².
- El proceso cuello de botella es el de secado, en donde se emplea la máquina secadora de resina, la cual minimiza el contenido de agua en la resina Ingeo 2003D PLA, de la fabricante NatureWorks. Posterior a este proceso, se procede a extruir y termoformar la resina en las máquinas correspondientes. Finalmente, los envases resultantes serán encajados y sellados manualmente en cajas de 50 unidades cada una.

- Se ha definido que la capacidad instalada de la planta es 186 897,05 kg de envases por año. Así, siguiendo el programa de producción, se alcanzará una utilización de planta de cerca del 85% el último año del proyecto. De esta forma, surge la necesidad de trabajar tres turnos los últimos tres años del proyecto.
- Se ha determinado que el negocio tendrá una forma societaria de Sociedad Anónima Cerrada, y estará compuesto por 42 trabajadores en total, doce de los cuales corresponden a operarios directos de la planta. Asimismo, trece trabajadores corresponden a la mano de obra indirecta; once, a personal de oficina; y seis, al personal de servicios tercerizados.
- Se tendrá una inversión total de S/ 4 013 536,39. Asimismo, se contará con una financiación del 80% por un préstamo bancario de MiBanco a una TEA de 15,39%.
- Por último, se ha realizado la evaluación económica, financiera y social del proyecto, resultando el proyecto viable tanto económicamente como financieramente, con un VAN y TIR Económicos de S/ 961 067,52 y 29,76%; y un VAN y TIR Financieros de S/ 1 228 771,83 y 49,73%. En ambos casos, el beneficio es mayor al costo y la inversión es recuperable dentro del plazo del horizonte de vida del proyecto. Asimismo, el proyecto es viable socialmente dado que se invierte en promedio S/ 95 560,39 por cada puesto de trabajo, y existe una generación de valor agregado de S/ 8 295 902.

RECOMENDACIONES

- La moderna industria del plástico no solamente utiliza materia prima para la producción de sus productos, sino que hace uso de procesos adicionales de operación para el reciclaje y reintegro de la merma producida dentro del proceso de producción. Lógicamente, esto incrementaría la eficiencia y la productividad de la planta. Nuestro proyecto no posee un sistema de reciclaje de merma o de producto terminado, por lo que se recomienda añadir una máquina mixer o productora de escamas de plástico reciclado de PLA, y una máquina que permita peletizar estas escamas para que regresen al proceso de secado y puedan alimentar más la línea de producción.
- Dado que el proyecto resultó ser rentable se recomendaría hacer un estudio alternativo para la integración vertical de la empresa, al emprender el rubro de la producción de PLA en pellets para alimentar su planta, y para proveer a las fábricas de plásticos del país. Dado que el PLA puede ser producido a partir del almidón de la papa como insumo, se recomienda verificar la rentabilidad de una planta que produzca el polímero biobasado tomando en cuenta la abundancia de materia prima local que podría poseer.
- Dado que el periodo de recupero, tanto en la evaluación económica y financiera, es de más de cuatro años, y es cercano al término del horizonte de vida del proyecto, se recomienda evaluar la expansión de la vida útil. La demanda, según el estudio de mercado realizado, tiene una tendencia a incrementarse a través del tiempo, por lo que sería esta expansión sería recomendable.

REFERENCIAS

- 3M. (2005). *Dispensadores y Accesorios Scotch*.
<http://multimedia.3m.com/mws/media/1731790/dispensadores-de-cintas-adhesivas-scotch.pdf>
- Agencia Internacional de la Energía (2018). *Consumo de energía eléctrica (kWh per cápita)-Peru*.
https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.USE.ELEC.KH.PC?end=2014&locations=PE&most_recent_year_desc=true&start=1971&view=chart
- Agromarket. (2018). *Clamshells - Agromarket.pe*. <https://www.agromarket.pe/43-clamshells>
- Alibaba (s.f.). *Plastic machine making*. Recuperado el 22 de octubre del 2019, de https://www.alibaba.com/trade/search?fsb=y&IndexArea=product_en&CatId=&SearchText=plastic+machine+making&viewtype=&tab=
- Amado, A. (2014). *Síntesis, propiedades y aplicación del ácido poliláctico a partir del almidón de la papa* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de San Agustín]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2885/MTamsia005.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Andex Thermoforming & Printing. (s.f.). *What is clamshell packaging?*. <http://www.andex.net/clamshell-package-basics/>
- APIPLAST. (s.f.). *Información del Sector*. <http://apiplastperu.com/sector.html>
- ASIPLA. (23 de septiembre de 2014). *Los envases plásticos constituyen el 5,5% de las exportaciones chilenas del sector manufacturero*. <http://www.asipla.cl/los-envases-plasticos-constituyen-el-55-de-las-exportaciones-chilenas-del-sector-manufacturero/>
- Balarezo, C., D'Alessio, M., Lisung, G., & Ojeda, J. (2012). *Plan estratégico de la industria del envase* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Recuperada de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/4558/BALAREZO_DALESSIO_LISUNG_OJEDA_ENVASE.pdf
- Banco Central de Reserva del Perú, (2021). *Spread - EMBIG Perú (pbs)*. <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/diarias/resultados/PD04709XD/html>
- Banco de Crédito del Perú. (11 de febrero de 2019). *Tasas Activas en Soles*. <https://ww3.viabcp.com/tasasytarifas/TasasDetalle.aspx?ATAS=1&O=004&PC TAS=>

- Bocheng Machinery. (17 de septiembre del 2017). *PET fruit container box thermoforming machine*. <https://www.youtube.com/watch?v=2-EpZn-epys>
- Brilliant & McCumber. (1999). *Clamshell container with tear-away lid*. <https://patentimages.storage.googleapis.com/6a/98/bf/09e4c1456b8a30/US5897011.pdf>
- British Columbia. (2017). *Wholesale & Retail Trade*. http://www.guidetobceconomy.org/major_industries/retail.htm
- Calviño, F. (2021). *Guía de Google Ads: cómo te ayuda a conseguir más tráfico web*. Shopify. <https://es.shopify.com/blog/guia-de-google-ads-13-tipos-de-campanas-y-que-esperar-de-ellas>
- Castillo, J., & Salman, Y. (2017). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de envases de plástico termoformados rígidos* [Tesis de licenciatura, Universidad de Lima].
- Castro-Aguirre, E., Iñiguez-Franco, F., Samsudin, H., Fang, X., & Auras, R. (2016). Poly(lactic acid)—Mass production, processing, industrial applications, and end of life. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 107, 333-366. doi:<https://doi.org/10.1016/j.addr.2016.03.010>.
- CAT. (2012). *NPP18N2R, NPP20N2R, NPV20N2. Pedestrian Rider Pallet Trucks. 1,8 – 2,0 tons*. <https://www.mcfa.com/-/media/mcfa/sites/portal/files/forklifts/cat-lift-trucks/sales%20literature/clt-iii-npp20n2r-npv20n2-spec-english.pdf>
- Cely. (s.f.). *Fabrica de cajas de cartón*. https://www.cartoneriacely.com/?gclid=Cj0KCQjw3PLnBRCpARIsAKaUbgvuPzsm4HB0_pSnB5u7VqhFvcM96Vj7xaeBVi71NLQx0MS62hsdIyYaAs4nEALw_wcB
- Certificaciones del Perú S.A. (2017). *Certificado Calidad N° 1801912*. https://obengroup.com/files/ficha_tecnica/ensayos_de_migracion_recubiertos_1810.pdf
- Chen, A. (12 de febrero del 2015). Here's how much plastic enters the ocean each year [Esto es cuánto plastic ingresa al océano cada año]. *ScienceMag*. <https://www.sciencemag.org/news/2015/02/here-s-how-much-plastic-enters-ocean-each-year>
- CHEXPRESS. (2020). *Cotizador online*. Recuperado el 25 de noviembre de 2020, de <https://chexpress.pe/cotizador-online/>
- China.cn. (s.f.). *PLA NatureWorks Ingeo 2003D*. <https://www.china.cn/pla/4044180459.html>
- Colegio de Arquitectos del Perú. (2020). *Cuadro de Valores Unitarios Oficiales de Edificaciones para la Costa*. https://limacap.org/wp-content/uploads/2020/12/CVU_diciembre-2020-_page-0001.jpg

- Collantes, I., Leyva, M., Mejía, J. P., & Ruíz, D. (2017). *Planeamiento Estratégico de la Industria Peruana del Plástico* [Tesis de doctorado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/9037/COLLANTES_LEYVA_PLANEAMIENTO_PLASTICO.pdf
- Colliers International. (2018). *Reporte Industrial IS, 2018*. http://www.colliers.com/~media/files/latam/peru/tkr%20industrial%201s_2018.pdf?la=es-pe
- Complejo Agroindustrial BETA. (s.f.). *Beta Complejo Agroindustrial*. <http://www.beta.com.pe/>
- Congreso de la República. (2012). *Bioplásticos, plásticos compostables y oxodegradables: la realidad sobre la biodegradabilidad de los envases plásticos* (N.º 03 /2012-2013). [http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/E51F7F4AE72E9B89052581230070C75C/\\$FILE/331_INFTEM3_biodiversidad.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/E51F7F4AE72E9B89052581230070C75C/$FILE/331_INFTEM3_biodiversidad.pdf)
- Consejo en Excelencia Técnica. (2015). *Jornadas técnicas Conocimiento para el crecimiento*. <http://corpfer.com.pe/wp-content/uploads/2016/11/CHILLERS-TIPOS-MANTENIMIENTO-Y-SOLUCIONES-DE-PROBLEMAS-TIPICOS-4.pdf>
- Cuevas, Z. (2017). *Obtención y caracterización de almidones termoplásticos obtenidos a partir de almidones injertados con poliésteres biodegradables* [Tesis de doctorado, Centro de Investigación Científica de Yucatán]. https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/466/1/PCM_D_Tesis_2017_Cuevas_Zujey.pdf
- Darnel Perú. (s.f.). *Empaques desechables Darnel Perú*. <http://pe.darnelgroup.com/>
- Decreto Supremo N° 085-2003-PCM. Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental para el ruido. (30 de octubre de 2003). [http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/Comisiones/2004/Ambiente_2004.nsf/Documentosweb/7F7A233762288E5205256F320057E462/\\$FILE/ds-85-2003-pcm-RUIDO.pdf](http://www2.congreso.gob.pe/Sicr/Comisiones/2004/Ambiente_2004.nsf/Documentosweb/7F7A233762288E5205256F320057E462/$FILE/ds-85-2003-pcm-RUIDO.pdf)
- Ecodyne Technologies S.A. (2015). *Mantenimiento preventivo torres enfriadoras de agua*. <https://www.ecodyne.com.mx/2015/05/26/mantenimiento-preventivo-torres-enfriadoras-de-agua/>
- El Pedregal S.A. (s.f.). *Pedregal, the fruit Company*. <http://www.elpedregalsa.com/en/>
- Encyclopedia Britannica. (1997). *Screw-type extruder*. <https://www.britannica.com/technology/materials-processing>
- Entfernungsrechner. (s.f.). *Calculadora de distancias*. <https://www.entfernungsrechner.net/es/>

- FarragTech. (2009). *Resin Drying*.
https://www.farragtech.com/media/145/download/CARD_Background_2009-08-25.pdf?v=1
- Gallo, F. (2015). *Reciclaje PET: Botella a Botella en Perú*.
http://www.ciudadasaludable.org/Mesa2015/2Fernando_Gallo_Alcances_e_implimentacion_del_DS_0382014_Bottle_to_Bottle_SMI.pdf
- Garcia, Y. (2014). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de producción de botellas biodegradables* [Tesis de licenciatura, Universidad de Lima]
- GoodStartPackaging. (s.f.). *Good Start Packaging. Compostable Food Packaging*.
<https://www.goodstartpackaging.com/>
- Goulds Pumps. (s.f.). *Manual de instalación, funcionamiento y mantenimiento*.
https://www.gouldspumps.com/ittgp/medialibrary/goulds/website/Literature/Instruction%20and%20Operation%20Manuals/Numerical/3700_IOM_Spanish.pdf?ext=.pdf
- Grupo Verona. (25 de enero de 2019). *Depreciación en materia de Impuesto a la Renta*.
<https://grupoverona.pe/depreciacion-en-materia-de-impuesto-a-la-renta/>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2012). *Rotulado de productos plásticos degradables*. *Requisitos*.
https://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_2654.pdf
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2014). *Plásticos. Determinación de la transmitancia luminosa. Total de materiales transparentes parte 1: Instrumento de un solo haz (iso 13468-1:1996, idt)*.
https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_13468-1.pdf
- Instituto Español de Comercio Exterior. (2018). *El mercado de envases para agroindustria en el Perú*.
<https://www.icex.es/icex/GetDocumento?dDocName=DOC2018779491&urlNoAcceso=/icex/es/registro/iniciar-sesion/index.html?urlDestino=https://www.icex.es:443/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicioices/informacion-de-mercados/estudios-de-mercados-y-ot>
- Instituto Nacional de Calidad. (s.f.). *Tienda Virtual*.
https://tiendavirtual.inacal.gob.pe/0/modulos/TIE/TIE_BuscarProductos.aspx?TXT=PLASTICOS&TIPO=1
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. (2004). *NTP 399.010-1-2004. Señales de seguridad: Colores, símbolos, formas y dimensiones de señales de seguridad. parte 1: reglas para el diseño de las señales de seguridad*.
<http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc2005/doc2005.htm>

- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2010). *Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIU) Rev.4*. https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0883/Libro.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (18 de febrero de 2014). *Cada día se crean en promedio 56 empresas que ofrecen comidas y bebidas y 6 de hospedaje*. <https://www.inei.gov.pe/prensa/noticias/cada-dia-se-crean-en-promedio-56-empresas-que-ofrecen-comidas-y-bebidas-y-6-de-hospedaje-7446/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2015). *Sistema de información integral para la toma de decisiones*. <http://webinei.inei.gov.pe:8080/SIRTOD/inicio.html#app=8d5c&d4a2-selectedIndex=0&d9ef-selectedIndex=1>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Perú: Estructura Empresarial, 2016*. https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1445/libro.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Demografía Empresarial en el Perú III Trimestre 2018*. https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_demografia_empresa.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Estadísticas de Seguridad Ciudadana. Enero – Junio 2018*. https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/04-informe-tecnico-n04_estadisticas-seguridad-ciudadana-ene-jun2018.pdf
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (01 de febrero de 2019). *Demografía Empresarial en el Perú*. <https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/demografia-empresarial-01-febrero-2019-5ta-correccion.pdf>
- Intelectrica. (s.f.). *Pretul – estante 4 niveles*. Recuperado el 20 de noviembre de 2020, de <https://intelectrica.pe/producto/estante-4-niveles/>
- Inversiones San Gabriel. (s.f.). *Catálogo. Inversiones San Gabriel*. <https://www.isgperu.com/catalogo/>
- Kershaw, P. (2015). *Biodegradable plastics and marine litter. Misconceptions, concerns and impacts on marine environments* [Plásticos biodegradables y basura marina. Conceptos erróneos, preocupaciones e impactos en los entornos marinos . Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente]. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7468/-Biodegradable_Plastics_and_Marine_Litter_Misconceptions,_concerns_and_impacts_on_marine_environments-
- Klimaïre (s.f.). *Deshumidificador por desecante industrial*. <https://www.klimaïre.com/>

- Kotler, P. & Armstrong, G. (2007). *Marketing. Versión para Latinoamérica* (11.^a ed.). México D.F.: Pearson Education.
- KPack. (s.f.). *Cinta de embalaje*.
<http://www.kaluca.com/Productos/Kpack/CintasdeEmbalaje.aspx>
- Krea merch. (s.f.). *Artículos publicitarios*. Recuperado el 20 de noviembre de 2020, de
<https://www.kreamerch.com/>
- LetsGoGreen.biz. (s.f.). *LetsGoGreen. Green products. Great everyday low prices*.
<http://letsogogreen.biz/>
- Ley N° 30884. Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables. (19 de diciembre de 2018).
<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-que-regula-el-plastico-de-un-solo-uso-y-los-recipientes-ley-n-30884-1724734-1/>
- Matarani: El puerto más importante del sur. (25 de junio de 2017). *La República*.
<https://larepublica.pe/sociedad/889178-matarani-el-puerto-mas-importante-del-sur>.
- Maximixe Consult S.A. (2017). Envases de plástico. *Caser : riesgos de mercados*. 29-55.
- Mercado Libre (s.f.). *Cinta De Embalaje Transparente 110 Yardas Caja De 36 Unids*.
https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-433154791-cinta-de-embalaje-transparente-110-yardas-caja-de-36-unids-_JM?quantity=1
- METTLER TOLEDO. (s.f.). *Balanza Industrial*. <https://www.mt.com/int/es/home.html>
- METTLER TOLEDO. (s.f.). *Analizador de humedad para resinas*.
<https://www.mt.com/int/es/home.html>
- MiBanco. (04 de octubre de 2017). *Tarifario General del Banco*.
<https://www.mibanco.com.pe/repositorioaps/data/1/1/1/jer/producto-matriz-archivos/files/Tarifario.pdf>
- Ministerio de Producción. (2018). *Anuario estadístico industrial, mipyme y comercio interno 2018*. <https://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/en/shortcode/oe-documentos-publicaciones/publicaciones-anuales/item/874-anuario-estadistico-industrial-mipyme-y-comercio-interno-2018>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (s.f.). *Cálculo de distancias entre ciudades*.
<https://gis.pvn.gob.pe/servicios/distancias/index.htm>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2013). *Reglamento Nacional de Edificaciones*.
- Ministerio del Ambiente. (2010). *Informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales en el Perú, gestión 2009*.
<https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/2093.pdf>

- Mora, L., Suarez, D., & Rodríguez, D. (s.f.). *Implementación de una metodología de calidad y productividad en una PYME del sector plástico*.
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/13505/1/%E2%80%9CIMPLEMENTACI%C3%93N%20DE%20UNA%20METODOLOG%C3%8DA%20DE%20CALIDAD%20Y%20PRODUCTIVIDAD%20EN%20UNA%20PYME%20DEL%20SECTOR%20PL%C3%81STICO.pdf>
- NatureWorks LLC. (2015). *Best Practices for Ingeo Processing*.
https://www.natureworkslc.com/~media/Files/NatureWorks/Technical-Documents/Processing-Guides/ProcessingGuide_Best-Practices-for-Ingeo-Processing_pdf.pdf?la=en
- NatureWorks LLC. (2015). *Ingeo Biopolymer 2003D Safety Data Sheet Food Packaging and Food Serveware*.
https://www.natureworkslc.com/~media/Files/NatureWorks/Technical-Documents/Technical-Data-Sheets/TechnicalDataSheet_2003D_FFP-FSW_pdf.pdf?la=en
- NatureWorks LLC. (2015). *Processing Guide for Thermoforming Articles*.
https://www.natureworkslc.com/~media/Files/NatureWorks/Technical-Documents/Processing-Guides/ProcessingGuide_Thermoforming-Articles_pdf.pdf?la=en
- NatureWorks LLC. (2015). *Sheet Extrusion Processing Guide*.
https://www.natureworkslc.com/~media/Files/NatureWorks/Technical-Documents/Processing-Guides/ProcessingGuide_Sheet-Extrusion_pdf.pdf?la=en
- NatureWorks LLC. (2016). *Crystallizing and Drying Ingeo Biopolymer*.
https://www.natureworkslc.com/~media/Files/NatureWorks/Technical-Documents/Processing-Guides/ProcessingGuide_Crystallizing-and-Drying_pdf.pdf?la=en
- NatureWorks LLC. (2017). *Regulatory Affairs Compliance Information (RACI)*.
https://www.natureworkslc.com/~media/Files/NatureWorks/Resources/Regulatory-Affairs/RegulatoryAffairs_ComplianceInformation_NTR_pdf.pdf?la=en
- NatureWorks LLC. (2018). *Ingeo Biopolymer 2003D Technical Data Sheet For Fresh Food Packaging and Food Serveware*.
https://www.natureworkslc.com/~media/Files/NatureWorks/Technical-Documents/Technical-Data-Sheets/TechnicalDataSheet_2003D_FFP-FSW_pdf.pdf?la=en
- New York University. (2020). *Annual Returns on Stock, T.Bonds and T.Bills: 1928 – Current*.
http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/histretSP.html
- New York University. (2021). *Betas by Sector (US)*.
http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

- OSHA 1919.141 (c) (1) (i). (1998). *Seguridad y Salud Ocupacional. Saneamiento*.
[https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp-show_document?p_table=STANDARDS&p_id=970#1910.141\(c\)\(1\)\(i\)](https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp-show_document?p_table=STANDARDS&p_id=970#1910.141(c)(1)(i))
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía. (2019). *Pliegos Tarifarios aplicables al cliente final*. <http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/regulacion-tarifaria/pliegos-tarifarios/electricidad/pliegos-tarifarios-cliente-final>
- Pamolsa. (s.f.). *Productos: Peruana de Moldeados S.A.*. <http://www.pamolsa.com.pe/>
- Paz, C. (16 de abril del 2018). Contaminación: el rastro del plástico en el mar. *El Comercio*. <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/contaminacion-rastro-plastico-mar-noticia-512417>
- Peru: Top Publications. (2018). *Peru: The Top 10,000 Companies*. <http://www.toponlineapp.com>
- Plastics Insight. (s.f.). *Polylactic Acid Properties, Production, Price, Market and Uses*. <https://www.plasticsinsight.com/resin-intelligence/resin-prices/polylactic-acid/#trade>
- Porras, C. (2017). *Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta de producción de bandejas descartables biodegradables* [Tesis de licenciatura, Universidad de Lima]. http://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/ulima/6577/Porras_%20Loro%20C3%B1a_Christian_Alfredo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Porter, M. (1997). *Estrategia Competitiva*. Mexico D.F. : Editorial Continental.
- PRODUCE. (2016). *Anuario Estadístico Industrial, MYPE y Comercio Interno 2016*. http://ogeiee.produce.gob.pe/images/oe/Anuario%20Estad%20C3%ADstico%202016_2.pdf
- Ro-Flo Compressors, (2014). *Manual de instalación, operación y mantenimiento Compresores y bombas de vacío RO-FLO*. https://www.roflocompressors.com/wp-content/uploads/2015/02/Ro-Flo_IOM_Manual_SP.pdf
- Santiago, S., & Quispe, K. (2014). *Diseño de un plan de negocio para la introducción de bolsas plásticas biodegradables que contribuya a la conservación del medio ambiente en el mercado de San Juan de Lurigancho* [Tesis de licenciatura, Universidad de Lima]. Repositorio institucional de la Universidad de Lima. http://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/UPEU/315/Shirley_Tesis_bachiller_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Scotiabank. (03 de junio de 2017). *Crédito Negocios*. <https://scotiabankfiles.azureedge.net/scotiabank-peru/CrediScotia/pdfs/tarifas/036.pdf>
- Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima. (2015). *Estructura tarifaria aprobada mediante resolución del consejo directivo N° 022-2015-SUNASS-CD*.

http://www.sedapal.com.pe/c/document_library/get_file?uuid=e52230b3-8b48-4f56-8af4-10e7fcb849e8&groupId=29544

Selfpackaging Blog. (2019). *Tipos de cajas de cartón. ¿Qué tipo de cierre necesitas para tu caja?*. <https://selfpackaging.es/blog/tipos-de-cajas-las-cajas-de-carton/>

Seven charts that explain the plastic pollution problem [Siete gráficos que explican el problema de la contaminación del plástico]. (10 de diciembre de 2017). *BBC*. <https://www.bbc.com/news/science-environment-42264788>

SMI. (s.f.). *San Miguel Industrias Pet. Catalog*. <http://www.smi.com.pe/en/Catalog>

Sociedad Nacional de Industrias. (2018). *Reporte Sectorial Febrero 2018. Fabricación de productos de plásticos*. http://www.sni.org.pe/wp-content/uploads/2018/08/Resumen_reporte-sectorial-pl%C3%A1sticos.pdf

Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. (08 de marzo de 2016). *Cinco peruanas que dedican sus vidas al cuidado del ambiente*. <https://www.actualidadambiental.pe/fotos-cinco-peruanas-que-dedican-sus-vidas-al-cuidado-del-ambiente/>

Sodimac. (s.f.). *Muebles de oficina y escritorio*. <https://www.sodimac.com.ar/sodimac-ar/category/cat20004/muebles-de-oficina-y-escritorio>

Sonoco. (s.f.). *Catalog: Our Packaging Portfolio*. <https://www.sonoco.com/market/produce>

Sule, D. (2001). *Instalaciones de manufactura* (2.^a ed.) México D.F.: Ediciones Paraninfo

Superintendencia Nacional de Administración Tributaria. (2006). *INFORME N° 196-2006-SUNAT/2B0000*. <https://www.sunat.gob.pe/legislacion/oficios/2006/oficios/i1962006.html>

Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (2018). *Acumulado anual subpartida nacional/país*. <http://www.aduanet.gob.pe/cl-aditestadispartida/resumenPPaisS01Alias>

Superintendencia Nacional de Administración Tributaria. (2018). *Operatividad Aduanera*. <http://www.sunat.gob.pe/operatividadaduanera/index.html>

Superintendencia Nacional de Administración Tributaria. (2020). *Tratamiento arancelario por subpartida nacional. Recuperado el 19 de noviembre de 2020*. <http://www.aduanet.gob.pe/servlet/AIScrollini?partida=8477200000>

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. (Junio de 2014). *Estudio Tarifario EPS SEDALIB S.A.*. <http://www.sedalib.com.pe/upload/drive/42015/20150429-1243707520.pdf>

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. (Diciembre de 2014). *SEDAPAR S.A. Servicio de agua potable y alcantarillado de Arequipa*. <https://www.sunass.gob.pe/websunass/index.php/sunass/regulacion->

tarifaria/estudios-tarifarios/cat_view/419-regulacion-tarifaria/28-estudios-tarifarios/301-finales/460-arequipa-sedapar-s-a

- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. (2017). *Consumo de agua por distritos*. <http://www.sunass.gob.pe/websunass/index.php/sunass/supervision-y-fiscalizacion/indicadores-de-gestion/indicadores-promedio>
- Torres, F. (2011). *Desarrollo de envases y embalajes biodegradables y compostables para la mejora de la competitividad agroindustrial*. <https://investigacion.pucp.edu.pe/mes-investigacion/investigacion/desarrollo-de-envases-y-embalajes-biodegradables-y-compostables-para-la-mejora-de-la-competitividad-agroindustrial/>
- Torres, F., Torres, C., Troncoso, O., Diaz, D., & Amaya, E. (2011). Biodegradability and mechanical properties of starch films from Andean crops. *International Journal of Biological Macromolecules*, 48(4), 603-606. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2011.01.026>.
- ULINE. (s.f.). *Mesas industriales de trabajo*. https://es.uline.mx/BL_3853/Industrial-Packing-Tables.
- ULINE. (s.f.). *14 x 12 x 10" Cajas de Cartón*. <https://es.uline.mx/Product/Detail/S-4141/Corrugated-Boxes-200-Test/14-x-12-x-10-Corrugated-Boxes>
- UniversidadPeru. (2018). *Tal S.A*. <https://www.universidadperu.com/empresas/tal.php>
- U.S. Department of the Treasury. (21 de Mayo de 2019). *Daily Treasury Yield Curve Rates*. <https://www.treasury.gov/resource-center/data-chart-center/interest-rates/Pages/TextView.aspx?data=yieldYear&year=2016>
- Valia. (2018). *Análisis de Terrenos*. Recuperado de base de datos de la universidad de Lima.
- Villa El Salvador. (s.f.). *Conociendo Villa el Salvador*. <https://conociendovillaelsalvador.wordpress.com/>
- World freight rates. (s.f.). *Freight Calculator*. Recuperado el 26 de noviembre de 2020, de <https://worldfreightrates.com/en/freight>
- WorldCentric.org. (s.f.). *Compostable Ingeo™ Clamshells. World Centric*. <http://www.worldcentric.org/biocompostables/clamshells/PLA-take-out-containers>

BIBLIOGRAFÍA

- Aprendamos Marketing (18 de noviembre de 2019). ¿Cuánto debo Invertir en Facebook ADS? Cómo invertir Facebook [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=mbPuJm-2jo4>
- Diaz-Garay, B. & Noriega, M. (2018). *Manual para el diseño de instalaciones manufactureras y de servicios* (1.^a ed.). Lima: Fondo Editorial de la Universidad de Lima.
- Ferados 2019: ¿Qué días son no laborables en Perú?. (06 de abril de 2019). *Gestión*. <https://gestion.pe/peru/feriados-2019-peru-son-dias-laborables-ano-feriados-largos-dias-compensables-nnda-nnlt-251804>
- NatureWorks LLC. (2011). *Engineering Properties of Ingeo Biopolymer*. https://www.natureworksllc.com/~media/Files/NatureWorks/Technical-Documents/Properties-Documents/PropertiesDocument_Engineering-Properties_pdf.pdf?la=en
- NatureWorks LLC. (2011). *Ingeo Sheet Extrusion Checklist*. https://www.natureworksllc.com/~media/Files/NatureWorks/Technical-Documents/Fact-Sheets/FactSheet_Sheet-Extrusion-Checklist_pdf.pdf?la=en
- NatureWorks LLC. (2011). *Thermoforming Troubleshooting Guide*. https://www.natureworksllc.com/~media/Files/NatureWorks/Technical-Documents/Processing-Guides/ProcessingGuide_Thermoforming-Troubleshooting-Guide_Primary-Thin-Gage_pdf.pdf?la=en
- NatureWorks LLC. (2011). *Troubleshooting the Ingeo Sheet Extrusion Process*. https://www.natureworksllc.com/~media/Files/NatureWorks/Technical-Documents/Fact-Sheets/FactSheet_Troubleshooting-the-Ingeo-Sheet-Extrusion-Process_pdf.pdf?la=en



ANEXOS



ANEXO 1: Estructura de la encuesta realizada

1. ¿En su negocio se compra envases plásticos descartables?
 - a. Sí _____
 - b. No _____

2. ¿Cuál es la procedencia de los envases plásticos descartables que compra?
 - a. Local _____
 - b. Importado _____
 - c. Desconozco el lugar de procedencia de los envases _____

3. ¿En qué tipo de establecimiento realiza regularmente usted la compra de envases plásticos descartables?
 - a. Hipermercado
 - b. Supermercado
 - c. Bodega
 - d. Mayorista
 - e. Mercado
 - f. Ambulante

4. Del 1 al 4, indique el nivel de importancia que le otorga a las siguientes características al momento de comprar envases plásticos descartables. Siendo 1, nada importante; y 5, muy importante:

	1	2	3	4	5
a. Calidad	<input type="radio"/>				
b. Precio	<input type="radio"/>				
c. Diseño del Envase	<input type="radio"/>				
d. Biodegradabilidad	<input type="radio"/>				

5. En la escala del 1 al 10, actualmente, ¿qué tanto se preocupa su empresa por el medio ambiente?, siendo: (1) 'Mi empresa no se preocupa por el medio ambiente', y (10) 'Mi empresa se preocupa mucho por el medio ambiente'

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>									

En esta encuesta le presentamos una alternativa de envases plásticos amigables con el medio ambiente. Estos son 100% biodegradables y compostables, fabricados a partir de una resina hecha a base de almidón. Además de sus propiedades eco-amigables, cuentan con una alta resistencia a la humedad y a la grasa, así como poseen características de barrera de sabor y olor.

6. ¿Estaría dispuesto a comprar estos envases plásticos biodegradables y amigables con el medio ambiente, considerando que su costo sería mayor al de los envases plásticos tradicionales? Si su respuesta es NO, finalice la encuesta.
- a. Sí _____
- b. No _____

7. En una escala del 1 al 10, ¿qué tan seguro estaría de comprar el producto en mención, siendo: (1) muy poco probable, (10) Definitivamente sí lo compraría.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<input type="radio"/>									

8. ¿Cuánto más estaría dispuesto a pagar por la compra de un envase biodegradable y compostable?
- a. Hasta 20% más _____
- b. Hasta 40% más _____
- c. Hasta 50% más _____
- d. Más de 60% más _____
- e. No estaría dispuesto pagar más (0% más) _____

9. ¿En qué tamaño le gustaría encontrar estos envases plásticos biodegradables?
- a. Pequeño: 16.5 x 14.6 x 8.4 (forma cuadrada)
 - b. Mediano: 23.6 x 14.8 x 8.9 (forma rectangular)
 - c. Grande: 21.9 x 19.7 x 8.7 (forma cuadrada)

10. ¿Con qué frecuencia realiza sus compras de envases plásticos?

- a. Semanalmente _____
- b. Mensualmente _____
- c. Bimestralmente _____
- d. Trimestralmente _____
- e. Semestralmente _____
- f. Anualmente _____

11. ¿En paquete de cuántas unidades compraría usted el producto?

- a. 25 unidades
- b. 50 unidades
- c. 100 unidades
- d. Millar

12. Respecto a la pregunta anterior, ¿cuántos paquetes, con la cantidad de unidades seleccionada, compraría (en la frecuencia seleccionada en la pregunta 10)?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

13. ¿A través de qué medios le gustaría recibir información sobre el producto?

Puede marcar más de uno

- a. Facebook
- b. Instagram
- c. Twitter
- d. Afiches
- e. Otro medio: _____

