

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



**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA  
LA INSTALACIÓN DE UN PLANTA  
PRODUCTORA DE BALDOSAS  
PODOTÁCTILES A PARTIR DE  
TERAFTALATO DE POLIETILENO  
RECICLADO**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

**Renatta Sofía Ordoñez Ortiz**

**Código 20150984**

**Luis Enrique Zarate Rivera**

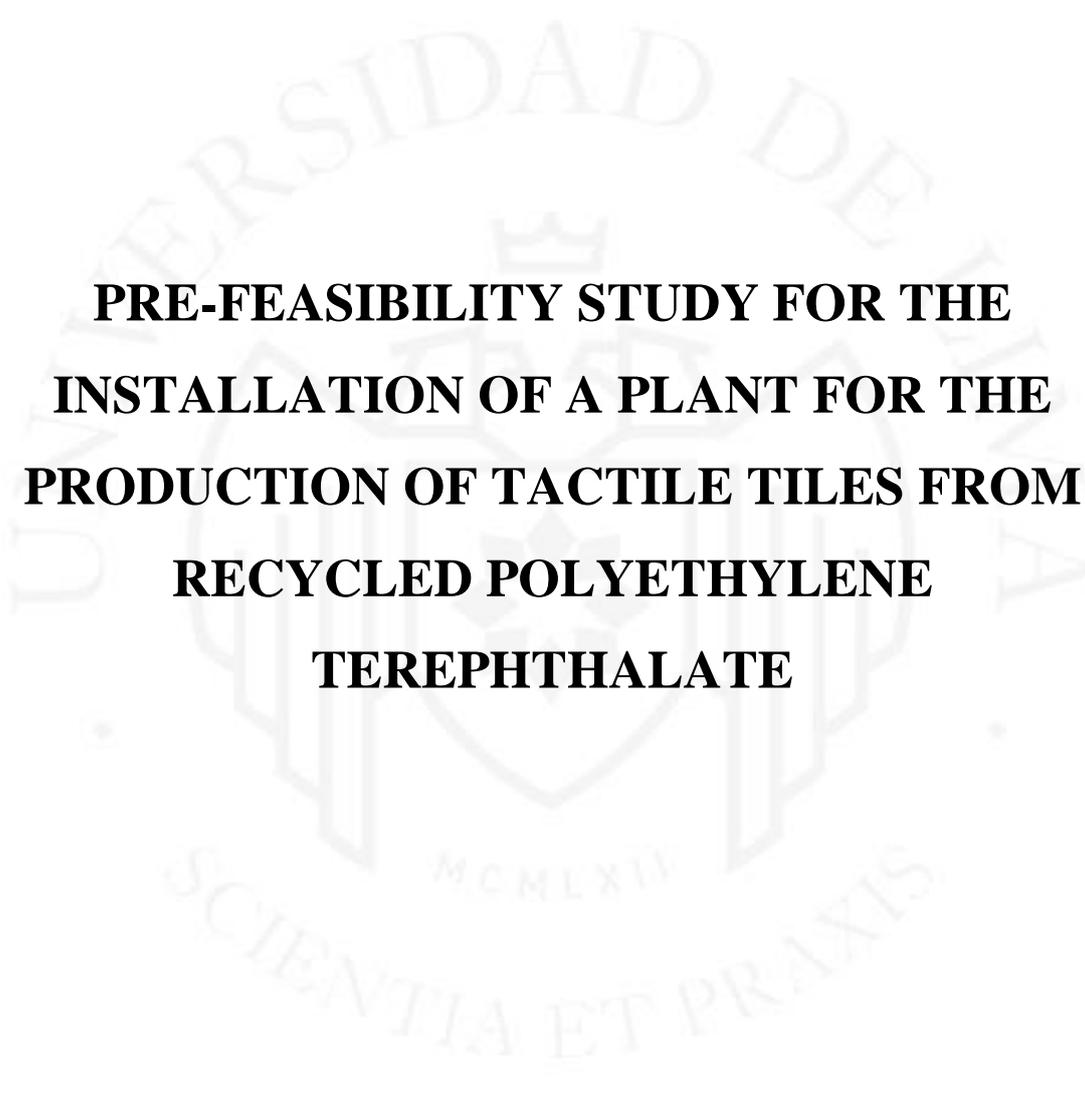
**Código 20153472**

**Asesor**

**Miguel Angel Navarro Neyra**

Lima – Perú  
Junio de 2022





**PRE-FEASIBILITY STUDY FOR THE  
INSTALLATION OF A PLANT FOR THE  
PRODUCTION OF TACTILE TILES FROM  
RECYCLED POLYETHYLENE  
TEREPHTHALATE**

# TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b>	<b>XVI</b>
.....	.....
<b>I</b>	
<b>ABSTRACT</b>	<b>XVI</b>
.....	.....
<b>II</b>	
<b>CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES.....</b>	<b>1</b>
1.1 Problemática .....	1
1.1.1 Presentación del tema .....	1
1.2 Objetivos de la investigación.....	5
1.2.1 Objetivo general .....	5
1.2.2 Objetivos específicos .....	5
1.3 Alcance de la investigación .....	5
1.3.1 Unidad de análisis.....	5
1.3.2 Población .....	6
1.3.3 Espacio.....	7
1.3.4 Tiempo.....	9
1.4 Justificación del tema .....	9
1.4.1 Justificación técnica.....	9
1.4.2 Justificación económica.....	13
1.4.3 Justificación social.....	13
1.4.4 Justificación ambiental .....	14
1.5 Hipótesis de trabajo .....	16
1.6 Marco referencial.....	16
1.7 Marco conceptual.....	20
<b>CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO .....</b>	<b>27</b>
2.1 Aspectos generales del estudio de mercado.....	27
2.1.1 Definición comercial del producto .....	27
2.1.2 Usos del producto, bienes sustitutos y complementarios .....	28

2.1.3	Determinación del área geográfica que abarcará el estudio .....	31
2.1.4	Análisis del sector industrial (cinco fuerzas de PORTER).....	33
2.1.5	Modelo de Negocios (Canvas).....	38
2.2	Metodología a emplear en la investigación de mercado.....	39
2.2.1	Método.....	39
2.2.2	Técnica.....	40
2.2.3	Instrumento .....	41
2.2.4	Recopilación de datos .....	41
2.3	Demanda potencial .....	42
2.3.1	Patrones de consumo .....	42
2.3.2	Determinación de la demanda potencial en base a patrones de consumo similares .....	43
2.4	Determinación de la demanda de mercado .....	49
2.4.1	Población proyectada.....	49
2.4.2	Proyección de la demanda .....	49
2.4.3	Definición del mercado objetivo .....	50
2.4.4	Determinación de la demanda del proyecto.....	51
2.5	Análisis de la oferta .....	52
2.5.1	Empresas productoras, importadoras y comercializadoras.....	52
2.5.2	Participación de mercado de los competidores actuales.....	52
2.5.3	Competidores potenciales si hubiera .....	53
2.6	Definición de la Estrategia de Comercialización.....	54
2.6.1	Políticas de comercialización y distribución .....	54
2.6.2	Publicidad y promoción.....	55
2.6.3	Análisis de precios.....	57
<b>CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA .....</b>		<b>60</b>
3.1	Identificación y análisis detallado de los factores de macrolocalización ..	60
3.1.1	Evaluación y selección de la macrolocalización .....	70
3.2	Identificación y análisis detallado de los factores de microlocalización ..	71
3.2.1	Evaluación y selección de la microlocalización .....	77
<b>CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA .....</b>		<b>79</b>
4.1	Relación tamaño-mercado .....	79
4.2	Relación tamaño-recursos productivos.....	79

4.3	Relación tamaño-tecnología .....	80
4.4	Relación tamaño-punto de equilibrio.....	81
4.5	Selección del tamaño de planta.....	82
<b>CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO.....</b>		<b>84</b>
5.1	Definición técnica del producto.....	84
5.1.1	Especificaciones técnicas, composición y diseño del producto.....	85
5.1.2	Marco regulatorio para el producto .....	91
5.2	Tecnologías existentes y procesos de producción .....	91
5.2.1	Naturaleza de la tecnología requerida.....	91
5.2.2	Proceso de producción.....	96
5.3	Características de las instalaciones y equipos.....	103
5.3.1	Selección de la maquinaria y equipos.....	103
5.3.2	Especificaciones de la maquinaria.....	104
5.4	Capacidad instalada .....	112
5.4.1	Cálculo detallado del número de máquinas y operarios requeridos .....	112
5.4.2	Cálculo de la capacidad instalada .....	113
5.5	Resguardo de la calidad y/o inocuidad del producto .....	115
5.5.1	Calidad de la materia prima, de los insumos, del proceso y del producto.....	115
5.6	Estudio de Impacto Ambiental .....	117
5.7	Seguridad y Salud ocupacional.....	121
5.8	Sistema de mantenimiento.....	123
5.9	Diseño de la Cadena de Suministro .....	124
5.10	Programa de producción .....	126
5.11	Requerimiento de insumos, servicios y personal indirecto .....	127
5.11.1	Materia prima, insumos y otros materiales.....	127
5.11.2	Servicios: energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc. ....	129
5.11.3	Determinación del número de trabajadores indirectos .....	129
5.11.4	Servicios de terceros .....	130
5.12	Disposición de planta.....	130
5.12.1	Características físicas del proyecto.....	130
5.12.2	Determinación de las zonas físicas requeridas .....	135
5.12.3	Cálculo de áreas para cada zona .....	137

5.12.4	Dispositivos de seguridad industrial y señalización .....	139
5.12.5	Disposición de detalle de la zona productiva .....	139
5.12.6	Disposición general .....	141
5.13	Cronograma de implementación del proyecto .....	143
<b>CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN.....</b>		<b>145</b>
6.1	Formación de la organización empresarial .....	145
6.2	Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios; y funciones generales.....	145
6.3	Esquema de la estructura organizacional.....	147
<b>CAPÍTULO VII: PRESUPUESTOS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO</b>		<b>149</b>
7.1	Inversiones.....	149
7.1.1	Estimación de las inversiones de largo plazo (tangibles e intangibles)..	149
7.1.2	Estimación de las inversiones de corto plazo (Capital de trabajo).....	152
7.2	Costos de producción.....	154
7.2.1	Costos de las materias primas.....	154
7.2.2	Costo de la mano de obra directa.....	156
7.2.3	Costo Indirecto de Fabricación (materiales indirectos, mano de obra indirecta y costos generales de planta) .....	156
7.3	Presupuesto Operativos .....	159
7.3.1	Presupuesto de ingreso por ventas.....	159
7.3.2	Presupuesto operativo de costos .....	159
7.3.3	Presupuesto operativo de gastos .....	160
7.4	Presupuestos Financieros.....	161
7.4.1	Presupuesto de Servicio de Deuda.....	161
7.4.2	Presupuesto de Estado Resultados.....	161
7.4.3	Presupuesto de Estado de Situación Financiera (apertura).....	162
7.4.4	Flujo de fondos netos.....	163
7.5	Evaluación Económica y Financiera .....	166
7.5.1	Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR .....	166
7.5.2	Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR.....	166
7.5.3	Análisis de ratios (liquidez, solvencia, rentabilidad) e indicadores económicos y financieros del proyecto.....	167
7.5.4	Análisis de sensibilidad del proyecto .....	169

<b>CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO.....</b>	<b>174</b>
8.1 Indicadores sociales.....	174
8.2 Interpretación de indicadores sociales.....	175
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>176</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>177</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>178</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>187</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Proporción de población con discapacidad visual en el Perú según el INEI, 2019 .....	2
Tabla 2.1 Población con alguna discapacidad según ámbito geográfico al 2017 ....	32
Tabla 2.2 Población con discapacidad visual por departamentos.....	33
Tabla 2.3 Modelo CANVAS .....	38
Tabla 2.4 Producción nacional de cerámicos de piso y pared .....	43
Tabla 2.5 Cálculo de la demanda potencial .....	49
Tabla 2.6 Área total de universidades, institutos e instituciones con rango universitario en Lima y Arequipa .....	49
Tabla 2.7 Demanda total del proyecto desglosada a 5 años en m <sup>2</sup> .....	50
Tabla 2.8 Cálculo de la demanda del proyecto .....	51
Tabla 2.9 Demanda del proyecto .....	52
Tabla 2.10 Precio en soles de baldosa podotáctil convencional .....	59
Tabla 3.1 Porcentaje de déficit de agua por departamentos .....	64
Tabla 3.2 Número de EO-RS por departamento.....	65
Tabla 3.3 Población económicamente activa, según ámbito geográfico al 2020 en miles de personas .....	65
Tabla 3.4 Población económicamente activa en miles por departamento .....	66
Tabla 3.5 Infraestructura vial existente del Sistema Nacional de Carreteras, según departamento.....	67
Tabla 3.6 Longitud de red vial pavimentada en kilómetros por departamento .....	68
Tabla 3.7 Población penitenciaria en los establecimientos penitenciarios según departamento.....	68
Tabla 3.8 Incidencias de delitos contra el patrimonio por departamento .....	69

Tabla 3.9 Matriz de enfrentamiento de factores de Macrolocalización.....	70
Tabla 3.10 Ranking de factores de macro localización .....	71
Tabla 3.11 Oferta de locales industriales según Urbana.....	73
Tabla 3.12 Costo de renta promedio de terrenos en US\$/ m <sup>2</sup> .....	73
Tabla 3.13 Denuncias por comisión de delitos según distrito .....	74
Tabla 3.14 Índice de criminalidad .....	75
Tabla 3.15 Nivel de inconformidad y desaprobación para gestiones municipales ..	76
Tabla 3.16 Predominancia de la Industria liviana.....	77
Tabla 3.17 Matriz de enfrentamiento de factores de Microlocalización .....	77
Tabla 3.18 Ranking de factores de Microlocalización.....	78
Tabla 4.1 Tamaño mercado: demanda del proyecto .....	79
Tabla 4.2 Capacidad instalada del proceso de producción .....	80
Tabla 4.3 Costos fijos y variables .....	82
Tabla 4.4 Resumen tamaño de planta .....	83
Tabla 5.1 Datos técnicos del PET .....	86
Tabla 5.2 Características diferenciales estudiadas del PET y RPET .....	88
Tabla 5.3 Especificaciones técnicas del producto.....	90
Tabla 5.4 Grado de cristalinidad de las mezclas de PET .....	93
Tabla 5.5 Proporciones de material plástico .....	101
Tabla 5.6 Detalle de maquinaria .....	103
Tabla 5.7 Información técnica de inyectora con tornillo barrera.....	107
Tabla 5.8 Cálculo del número de máquinas.....	113
Tabla 5.9 Cálculo de la capacidad instalada .....	114
Tabla 5.10 Matriz de evaluación de impactos ambientales .....	118
Tabla 5.11 Programa anual de seguridad y salud sobre el trabajo.....	122

Tabla 5.12 Plan de mantenimiento anual.....	124
Tabla 5.13 Programa de producción semestral.....	126
Tabla 5.14 Días de stock de seguridad.....	127
Tabla 5.15 Cálculo de stock de seguridad.....	127
Tabla 5.16 Programa de producción anual.....	127
Tabla 5.17 Requerimiento de materia prima, insumos y materiales.....	128
Tabla 5.18 Potencia de maquinaria en kW.....	129
Tabla 5.19 Análisis del factor movimiento.....	134
Tabla 5.20 Tabla de análisis del factor espera.....	134
Tabla 5.21 Método Guerchet.....	137
Tabla 5.22 Lista de motivos.....	139
Tabla 5.23 Tabla relacional.....	140
Tabla 5.24 Leyenda de maquinarias de planta.....	143
Tabla 5.25 Diagrama de Gantt.....	144
Tabla 6.1 Requerimiento de personal.....	146
Tabla 6.2 Principales funciones.....	147
Tabla 7.1 Valor de infraestructura.....	149
Tabla 7.2 Costo FOB de la maquinaria de producción.....	150
Tabla 7.3 Inversión de equipo de inventario.....	151
Tabla 7.4 Inversión de muebles y enseres.....	151
Tabla 7.5 Inversión total de activos fijos tangibles.....	152
Tabla 7.6 Inversión de activos fijos intangibles.....	152
Tabla 7.7 Costo de producción sin depreciación.....	153
Tabla 7.8 Capital de trabajo.....	153
Tabla 7.9 Inversión total del proyecto.....	153

Tabla 7.10 Costo de materia prima e insumos .....	155
Tabla 7.11 Cálculo del costo de la Mano de Obra Directa en el primer año .....	156
Tabla 7.12 Costo total anual MOD .....	156
Tabla 7.13 Cálculo del costo de la Mano de Obra Indirecta en el primer año.....	157
Tabla 7.14 Costo anual de Mano de Obra Indirecta .....	157
Tabla 7.15 Cálculo del costo anual de servicios .....	157
Tabla 7.16 Cálculo del costo de energía eléctrica .....	158
Tabla 7.17 Depreciación total para el primer año.....	158
Tabla 7.18 Costo Indirecto de Fabricación .....	159
Tabla 7.19 Presupuesto de ingresos por ventas .....	159
Tabla 7.20 Presupuesto de costos de producción .....	160
Tabla 7.21 Presupuesto de gastos .....	160
Tabla 7.22 Datos del préstamo .....	161
Tabla 7.23 Presupuesto de servicio a la deuda .....	161
Tabla 7.24 Estado de Resultados proyectado .....	162
Tabla 7.25 Balance general al 1 de enero del 2021 en soles .....	162
Tabla 7.26 Balance general al 31 de diciembre del 2021 en soles .....	163
Tabla 7.27 Flujo de Caja Económico.....	165
Tabla 7.28 Flujo de Caja Financiero.....	165
Tabla 7.29 Evaluación Económica .....	166
Tabla 7.30 Periodo de Recupero Económico.....	166
Tabla 7.31 Evaluación Financiera .....	167
Tabla 7.32 Periodo de Recupero Financiero.....	167
Tabla 7.33 Ratios de Liquidez .....	168
Tabla 7.34 Ratios de Solvencia.....	168

Tabla 7.35 Ratios de Rentabilidad.....	168
Tabla 7.36 Probabilidad y variación de las variables inciertas.....	170
Tabla 7.37 Probabilidad y variación de los escenarios posibles.....	170
Tabla 8.1 Cálculo del valor agregado .....	175



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Diagrama causa-raíz .....	3
Figura 1.2 Miles de residuos plásticos en América Latina y el Caribe .....	4
Figura 1.3 Población de 14 años y más con y sin alguna discapacidad según condición laboral, 2019.....	7
Figura 1.4 Población con alguna discapacidad según departamento, 2017.....	8
Figura 1.5 Porcentaje de población con educación superior, 2019.....	9
Figura 1.6 Máquina extrusora horizontal de tornillo sencillo para polietileno de baja densidad .....	11
Figura 1.7 Primer diagrama de Operaciones del Proceso tentativo para la elaboración de cajas de baldosas podotáctiles .....	12
Figura 1.8 Composición de los residuos sólidos generados en Perú, 2018 .....	16
Figura 1.9 Bosquejo de los cuerpos del extrusor .....	22
Figura 1.10 Diagrama de flujo del proceso de reciclaje de PET por flotación.....	23
Figura 2.1 Baldosa podotáctil en venta por la empresa Perú Vinyl.....	29
Figura 2.2 Baldosa podotáctil en venta por la empresa Signo Vial .....	30
Figura 2.3 Colección de baldosas podotáctiles de la empresa Ecasa Perú .....	30
Figura 2.4 Gráfico de universidades licenciadas por región en 2018.....	34
Figura 2.5 Hogares que disponen adecuadamente sus residuos sólidos inorgánicos según región natural.....	36
Figura 2.6 Principales destinos de exportación de baldosas cerámicas .....	42
Figura 2.7 Valores históricos de exportaciones e importaciones de baldosas cerámicas del 2014 al 2018.....	43
Figura 2.8 Consumo histórico de baldosas cerámicas en Estados Unidos de 2009 a 2016 .....	44

Figura 2.9 Paleta de colores en la tendencia calcified .....	45
Figura 2.10 Patrones en baldosas calcified .....	45
Figura 2.11 Paleta de colores en la tendencia dark fairytale.....	46
Figura 2.12 Baldosas de tendencia dark fairytale .....	46
Figura 2.13 Paleta de colores en la tendencia modern rustic.....	47
Figura 2.14 Baldosas en el suelo del tipo de tendencia modern rustic .....	47
Figura 2.15 Participación de las principales empresas productoras de baldosas a nivel nacional.....	53
Figura 2.16 Data histórica de ventas de exportación en millones de US\$.....	58
Figura 3.1 Departamentos a evaluar para la Macrolocalización.....	62
Figura 3.2 Porcentaje de acceso a red pública de alcantarillado, según departamentos .....	63
Figura 3.3 Cantidad de EO-RS por departamentos, según ubicación de planta de operaciones principal .....	64
Figura 5.1 Modelos de baldosas .....	85
Figura 5.2 Diagrama de operaciones del proceso .....	100
Figura 5.3 Diagrama de balance de materia .....	102
Figura 5.4 Tolva de abastecimiento .....	104
Figura 5.5 Silos de almacenamiento .....	105
Figura 5.6 Trituradora.....	106
Figura 5.7 Inyectora con tornillo barrera.....	107
Figura 5.8 Túnel de enfriamiento .....	108
Figura 5.9 Direccionadores de ventilación .....	109
Figura 5.10 Máquina rociadora de esmalte.....	110
Figura 5.11 Mesa de encajado .....	111
Figura 5.12 Faja transportadora de cajas .....	112

Figura 5.13 Diagrama de Gozinto.....	125
Figura 5.14 Cadena de suministro .....	125
Figura 5.15 Programa de producción por hora al 2022 .....	126
Figura 5.16 Diagrama relacional .....	140
Figura 5.17 Disposición de planta .....	142
Figura 6.1 Organigrama de la empresa .....	148
Figura 7.1 Variación porcentual anual de las ventas en el rubro hogar y Jardinería en Brasil .....	169
Figura 7.2 Distribución del VAN estimado .....	171
Figura 7.3 Análisis tornado de las variables inciertas para el VAN .....	172
Figura 7.4 Distribución de la TIR estimada.....	172
Figura 7.5 Análisis tornado de las variables inciertas para el VAN .....	173

## RESUMEN

En el presente trabajo se lleva a cabo una investigación sobre el estudio de pre factibilidad para la instalación de una planta de fabricación de baldosas podotáctiles a partir de tereftalato de polietileno reciclado donde se determina la viabilidad comercial, tecnológica, económica-financiera, social y ambiental. Se empiezan mencionando aspectos generales como la problemática de la investigación, descripción del producto, objetivos y alcance de la investigación. A continuación, se expone la justificación, marco referencial y conceptual, los cuales sientan las bases teóricas de esta investigación.

Luego, se detallan los aspectos generales del estudio de mercado, los que contienen la definición comercial del producto, además de determinar el área geográfica que abarcará el estudio y se procede a determinar la demanda real en base a patrones de consumo y data histórica recopilada para calcular la demanda del proyecto mediante técnicas de proyección y muestreo. Asimismo, se aplican herramientas necesarias para establecer el lugar óptimo de localización de planta seguidas del cálculo del tamaño de planta en base al mercado, tecnología disponible y recursos productivos, obteniendo así el factor limitante y el punto de equilibrio. Se expone también la ingeniería de proyecto detallando las características técnicas que cumple el producto además del proceso productivo, calidad, maquinaria, disposición de planta, entre otros. Acto seguido se presenta la organización operativa y estratégica de la empresa, continuada por el cálculo de inversiones y costos incurridos en el proyecto, entre los cuales se encuentran los insumos, mano de obra, etc.

Finalmente, se determina la viabilidad del proyecto mediante un análisis financiero utilizando conceptos que dan como resultado valores de los siguientes ratios financieros: VAN económico, VAN financiero, TIR económica y TIR financiera. Por último, se evalúa socialmente el proyecto y se analiza su impacto en la sociedad.

**Palabras clave:** tereftalato de polietileno, reciclaje, baldosas, podotáctil, discapacidad visual, .

## ABSTRACT

In the present work, an investigation is carried out on the pre-feasibility study for the installation of a plant for the manufacture of tactile tiles from recycled polyethylene terephthalate where the commercial, technological, economic-financial, social and environmental viability is determined. It begins by mentioning general aspects of the presentation of the topic such as the problematic of the research, a description of the product and a presentation of the objectives and scope of the research. Next, the justification of the present work and the hypothesis are exposed, as well as the referential and conceptual framework, which lay the theoretical bases of this research.

Then, the general aspects of the market study are detailed, which contains the commercial definition of the product. In addition, the geographical area that the study will cover is determined and then proceeds to calculate the real demand based on consumption patterns and historical data collected in order to estimate the project demand using projection and sampling techniques. After that, necessary tools are applied to establish the location of the plant followed by the calculation of the plant size based on the market, available technology and productive resources, thus obtaining the limiting factor and the equilibrium point. The project engineering is also exposed, where the technical characteristics that the product fulfills are shown in addition to the production process, quality, machinery, plant layout, among others. The operational and strategic organization of the company is then presented, followed by the calculation of investments and costs incurred in the project, among which are inputs, labor, etc.

Finally, the viability of the project is determined through a financial analysis using concepts that result in values of the following financial ratios: economic NPV, financial NPV, economic IRR and financial IRR. Finally, the project is socially evaluated and its impact on society is analyzed.

**Keywords:** polyethylene terephthalate, recycling, tiles, podotactiles, visual impairment.

# CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

## 1.1 Problemática

### 1.1.1 Presentación del tema

La situación actual del país no ha enfatizado esfuerzos en inclusión y facilidades para las personas con discapacidad visual, por más que exista una ley de trabajo (Ley General 29973). Gran parte de la población con esta condición sigue sin ser incluida, porque el ambiente en el que se desenvuelve no otorga la accesibilidad adecuada y llegan a presentarse grandes problemas para el tránsito en lugares concurridos, lo que conlleva a que puedan ocurrir accidentes. Una de las causas de la falta de accesibilidad adecuada es que muchos establecimientos priorizan la rentabilidad antes que la responsabilidad social (Morales, 2020). Asimismo, la Modificación de la Norma Técnica A.120 “Accesibilidad Universal en Edificaciones” del Régimen Nacional de Edificaciones manifiesta el uso de señalización podotáctil para brindar información sobre una ruta accesible para la seguridad y desplazamiento de las personas con discapacidad visual. Sin embargo, esta señalización no se encuentra presente en la mayoría de las edificaciones actuales. Dado esta problemática, el tema es el estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta de fabricación de baldosas podotáctiles a partir de tereftalato de polietileno reciclado.

Las baldosas podotáctiles resolverán el problema social de inclusión hacia las personas con discapacidad visual permitiendo que éstas puedan encontrar al interior de establecimientos una manera de orientarse más práctica que les facilite la navegación a través de espacios con alta concentración de personas, como lo son los centros de educación superior. Según las últimas estimaciones del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2019), para el año 2019 existen más de 1 672 023 personas con discapacidad en el territorio nacional, de las cuales el 50.9% padecen dificultad para ver, es decir 851 060 personas con discapacidad visual en el Perú.

**Tabla 1.1**

*Proporción de población con discapacidad visual en el Perú según el INEI, 2019*

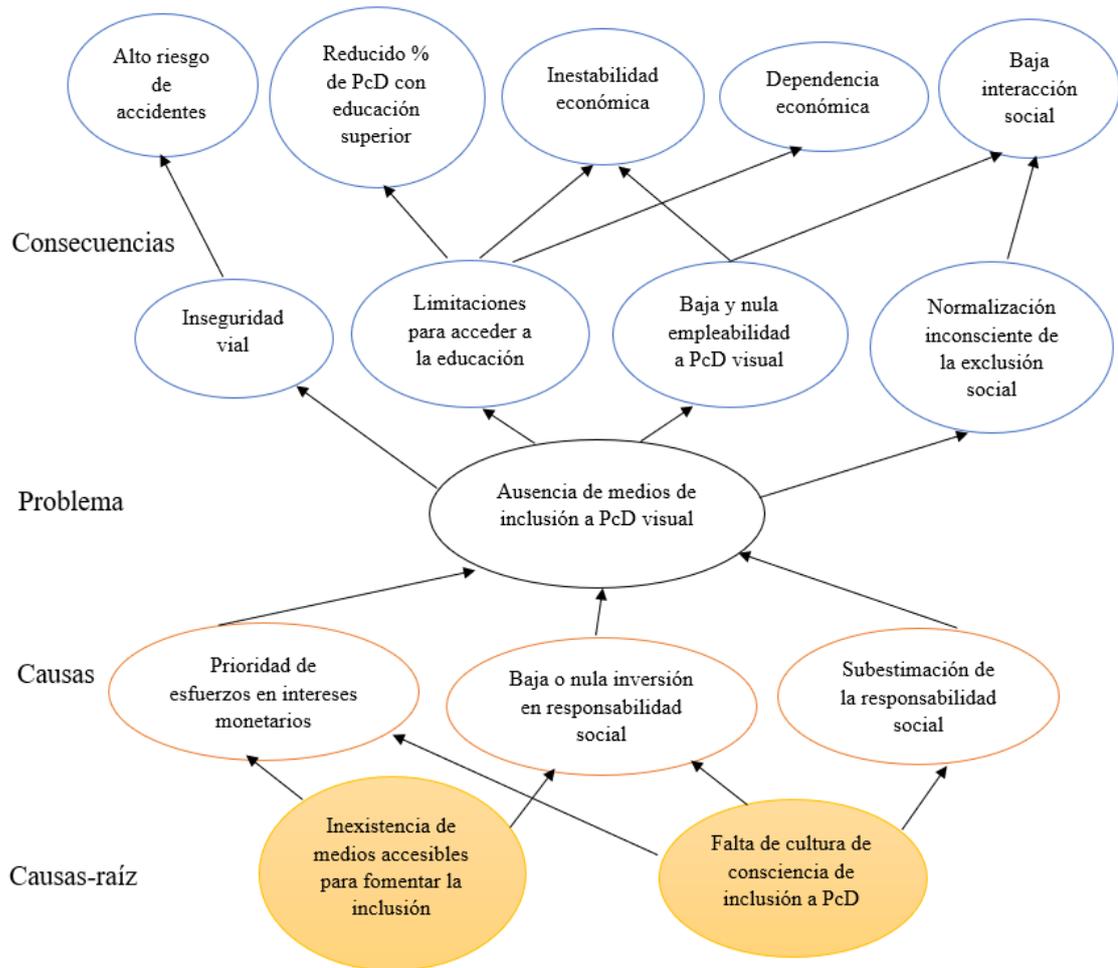
<b>Población</b>	<b>Habitantes</b>
Total	32 131 400
Con alguna discapacidad	1 672 023
Con discapacidad visual	851 060

*Nota.* Adaptado de *Perú: Estadísticas de las personas con alguna discapacidad*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2020 (<https://conadisperu.gob.pe/observatorio/wp-content/uploads/2021/04/INEI-Poblacion-con-alguna-discapacidad-20-julio-de-2020.pdf>)

A pesar de ser una cantidad considerable de personas, es de amplio conocimiento que la mayoría de las entidades públicas y privadas no integran de manera adecuada la tecnología y facilidades necesarias para que estas personas puedan integrarse fácil y cómodamente, muy por el contrario, en la mayoría de los casos la falta de estos implementos ocasiona que las personas con discapacidad no puedan efectuar acciones cotidianas de manera eficaz y se exponen a accidentarse. Es por lo que a pesar de que la Ley General de la Persona con Discapacidad (Ley General N° 29973, 2012) estipula la integración de personas con discapacidad (PcD) en centros laborales esto no se cumple. Se plantea un mínimo de 5% y 3% de PcD en empresas públicas y privadas respectivamente; sin embargo, en muchos de los casos las personas con ceguera no llegan a formar parte de estos porcentajes, pues no hay facilidades para guiarse en el interior de los establecimientos.

**Figura 1.1**

*Diagrama causa-raíz*



El proyecto propone baldosas podotáctiles que pueden ser aplicables al interior de instituciones de educación superior por el formato práctico en el que se presentarán, sirviendo de guía fácil para que en el suelo las personas con discapacidad visual no requieran realizar muy largos movimientos de guía con sus bastones pudiendo golpear otros transeúntes, sino que puedan fácilmente orientarse por un patrón percibido en el suelo en las baldosas debajo de sus pies, las cuales a su vez estarán fabricadas a partir de tereftalato de polietileno (PET) reciclado, contribuyendo a reducir el exceso de contaminación ocasionado por este plástico y su posterior práctica aplicación al interior de otros lugares, así como los centros de trabajo ya mencionados, en los cuales su implementación sería mucho más fácil de ser exitosa en los centros de educación

superior, generando así un impacto positivo en la comunidad de personas con discapacidad visual tanto educacional como laboralmente.

Además, se plantea colaborar con la reducción del nivel de contaminación por residuos PET, al reutilizarlo como materia prima. Esta problemática es de suma importancia, ya que se generan 1 926 toneladas de desechos plásticos al día en Perú, el cual el 46% se produce en Lima y Callao (El Comercio, 2020). Adicionalmente, dado la coyuntura de la pandemia del COVID 19, el MINAM informó que los esfuerzos por la lucha contra el plástico fueron perjudicados por el excesivo uso de plásticos de un solo uso, como para las compras de abastecimiento en los hogares, dado el desconocimiento y temor de la población.

Este problema afecta a toda la región de América Latina y el Caribe, según estudios de las Naciones Unidas (Actualidad Ambiental, 2021), se genera 541 mil toneladas de residuos al día y serán 670 mil toneladas diarias al 2050. Actualmente, 17 mil toneladas pertenecen a plásticos de un solo uso, por lo que se puede calcular que serán más de 21 mil toneladas al 2050.

**Figura 1.2**

*Miles de residuos plásticos en América Latina y el Caribe*



## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo general**

Determinar la viabilidad comercial, técnica, económica-financiera y ambiental-social para la instalación de una planta de fabricación de baldosas podotáctiles a partir de tereftalato de polietileno reciclado con la finalidad de dar un valor agregado y fomentar la inclusión.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Identificar y analizar las empresas que realizan el trabajo de tratamiento del PET a partir de los residuos sólidos generados con la finalidad de identificar la mejor opción de proveedor y estimar la cantidad de PET reciclado disponible como materia prima.
- Determinar las propiedades físicas y químicas del PET reciclado, con la finalidad de identificar sus ventajas comparativas aplicadas al aprovecharse sus cualidades en la elaboración de baldosas.
- Determinar la locación adecuada para la instalación de una planta de fabricación de baldosas podotáctiles a partir de PET reciclado.
- Calcular la demanda proyectada para la instalación de una planta de fabricación de baldosas podotáctiles a partir de PET reciclado.
- Analizar y llevar un seguimiento de las capacidades orientativas y táctiles de las personas con discapacidad visual para llevar a cabo la correcta aplicación y diseño de las baldosas podotáctiles.

## **1.3 Alcance de la investigación**

### **1.3.1 Unidad de análisis**

En el proyecto de investigación se analiza las baldosas podotáctiles a partir de PET reciclado. Esta materia prima se origina por el procesamiento de los desechos de plástico

que diariamente registran 1926 toneladas (MINAM, 2020) y es un gran contaminante por el tiempo que tardan en biodegradarse.

Estas baldosas tienen dos tipos de patrones para las superficies, las cuales son para advertencia y guía. Según la ISO 23599 (2012), estas baldosas podotáctiles deben tener un diseño con un ‘patrón de atención’ cuando se debe estar alerta o con cuidado al cambio espacial, por ejemplo, plataformas de las vías de tren, paraderos. También cuando no exista un desnivel de la vía peatonal a la vía vehicular, en intersecciones o cambios de dirección en caminos definidos por baldosas podotáctiles. Por otra parte, los patrones de guía indican la dirección de un camino. Esto se puede usar tanto en interiores como en exteriores.

En general, las baldosas deben tener un contraste táctil para ser reconocidas y ser claramente diferenciables entre los dos tipos. También, debe contar con contraste visual. Es importante que el diseño de las baldosas prevenga de tropiezos, para esto las dimensiones no deben superar los límites recomendados por la ISO 23599.

### **1.3.2 Población**

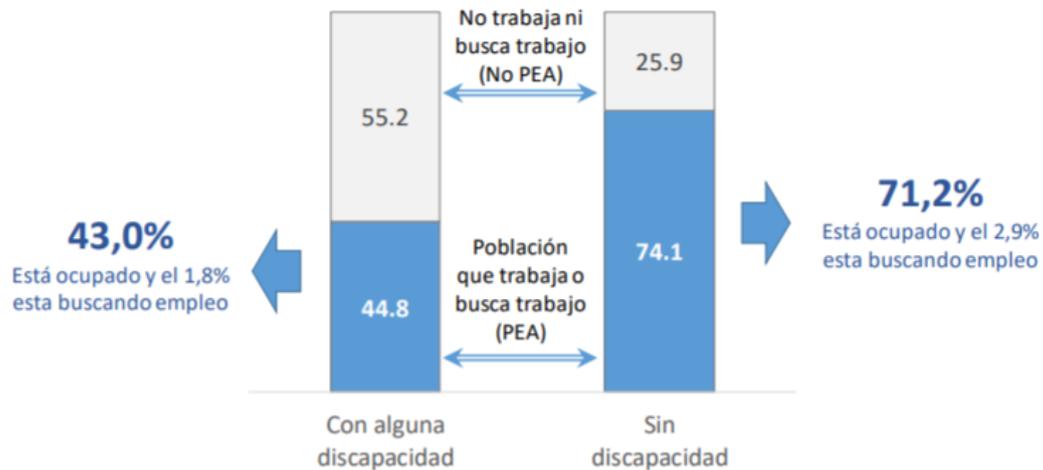
La principal población beneficiada por el producto de baldosas podotáctiles, es la comunidad de personas con discapacidad visual del Perú. Dadas las características de las baldosas de PET reciclado, las cuales son aptas para alto tránsito e ideales para interiores, se segmentará al consumidor como instituciones de educación superior públicas y privadas licenciadas por SUNEDU (universidades, institutos de educación superior e instituciones con nivel universitario), ya que estos centros educativos por ley deben ser aptos para personas con discapacidad visual (Ley General N° 29973, 2012). Por otro lado, estas instituciones se contactan con empresas constructoras para contar con la instalación de baldosas, por este motivo el cliente principal es el área dentro de dichas instituciones educativas encargada de contactar a empresas constructoras para efectuar los cambios en infraestructura y brindar así una mejor experiencia a sus estudiantes. Es decir, es un negocio principalmente *business to bussines* (B2B). Aunque, también habrá un canal directo al consumidor si se contacta directamente con la empresa.

La mayoría de la población con alguna discapacidad en el Perú pertenece a la Población Económicamente Inactiva (PEI). El producto de baldosas podotáctiles puede

ayudar a mejorar esta situación para las personas con discapacidad visual, al otorgar accesibilidad a instituciones de formación superior.

### Figura 1.3

*Población de 14 años y más con y sin alguna discapacidad según condición laboral, 2019*



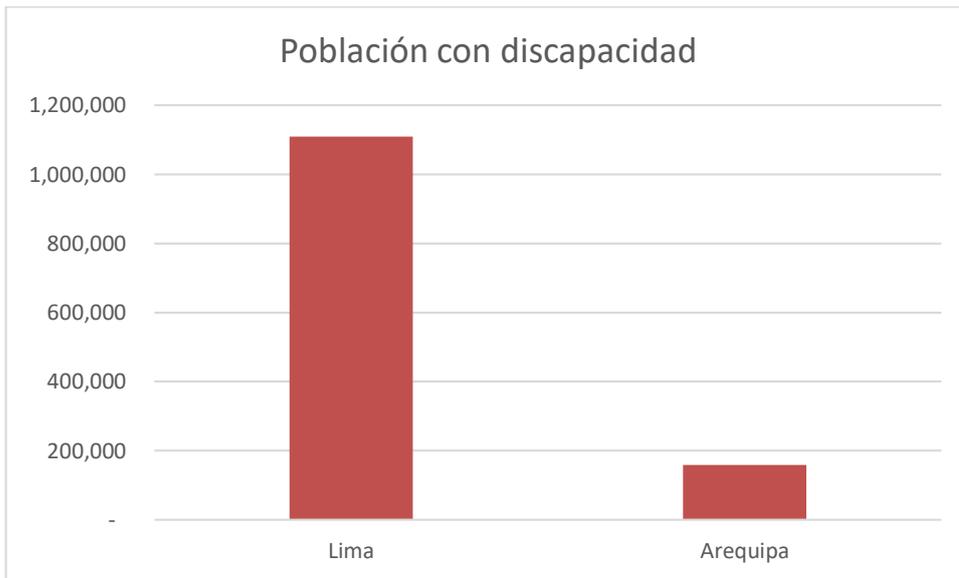
*Nota.* Adaptado de Perú: *Estadísticas de las personas con alguna discapacidad*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2020 (<https://conadisperu.gob.pe/observatorio/wp-content/uploads/2021/04/INEI-Poblacion-con-alguna-discapacidad-20-julio-de-2020.pdf>)

### 1.3.3 Espacio

Los departamentos con gran incidencia de población con discapacidad son Lima y Arequipa, como se puede observar en el siguiente gráfico del INEI (2017).

**Figura 1.4**

*Población con alguna discapacidad según departamento, 2017*



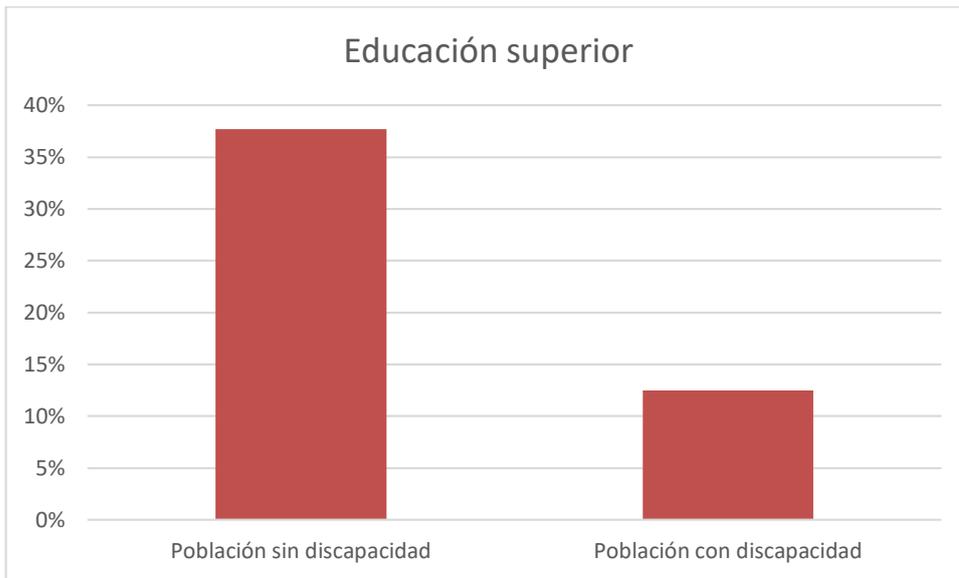
*Nota.* Adaptado de *Perfil Sociodemográfico de la población con discapacidad*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 ([https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1675/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1675/libro.pdf))

Este gráfico demuestra la incidencia de condiciones de discapacidad en la población en 2 regiones relevantes.

Además, en relación con el promedio de año de estudios, la población con discapacidad tiene una brecha de diferencia de 2.8 años en comparación con personas sin discapacidad (INEI,2019). Asimismo, el porcentaje de personas con discapacidad que realizaron estudios superiores son solo el 12.5%, mientras el porcentaje del total de la población es 37.7% (INEI, 2019). Con estas estadísticas se revela la necesidad de herramientas o medios que ayuden a reducir la brecha educativa de personas con discapacidad visual.

## Figura 1.5

Porcentaje de población con educación superior, 2019



*Nota.* Adaptado de *Capítulo 9: Características Educativas de la población de 15 a 29 años de edad*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019 ([https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1680/cap09.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1680/cap09.pdf))

Dado todas las estadísticas previas, se concluye que se delimitará a los departamentos de Lima y Arequipa con enfoque en las instituciones educativas con campus licenciadas por SUNEDU.

### 1.3.4 Tiempo

La presente investigación abarcará un periodo de tiempo desde el mes de abril de 2020 a diciembre de 2021.

## 1.4 Justificación del tema

### 1.4.1 Justificación técnica

El modelo de negocio plantea la fabricación de baldosas podotáctiles de material reciclado, la estrategia técnica de ingeniería estaría realizándose a través del uso de escamas limpias de PET. Esta materia prima se obtiene de Empresas Comercializadoras

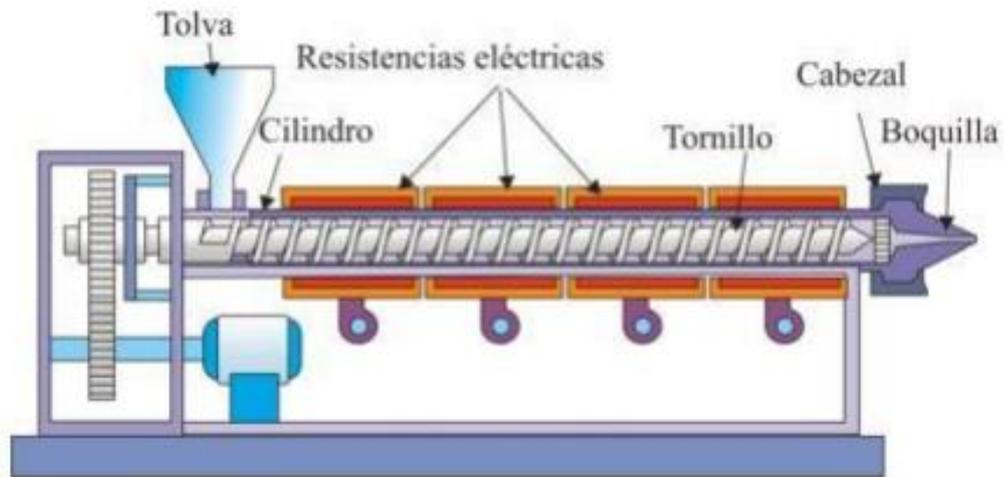
de Residuos Sólidos (ECRS). En Lima, se encuentran 402 de estas empresas, sin embargo, no todas estas empresas se dedican al tratamiento exclusivo del PET y principalmente participan en la recolección, mas no del proceso hasta el acondicionamiento. Las principales empresas locales, como proveedores, son Industrias San Miguel SA e Iberoamericana Plásticos SAC (Cisneros & Sánchez, 2014). Las escamas de PET se funden y mezclan con polímeros y aditivos en el proceso para la obtención de la mezcla madre la cual será transformada finalmente en baldosas podotáctiles al darle forma por prensado y los procesos correspondientes. El PET posee un elevado grado de cristalinidad al ser considerado como un polímero termoplástico lineal, dándole la propiedad de ser procesado a través de extrusión, termoconformado, inyección o soplado. Las propiedades principales del PET son las de poseer alta resistencia química, a corrosión y no ser biodegradable, la cual será una ventaja para ser procesado en forma de baldosas.

Para las baldosas, el proceso de forma se da mediante 2 tipos de tecnología en el caso del PET, ya sea por inyección o por combinación cabezal-extrusora (Díaz, 2012).

En el caso del presente proyecto, el proceso a llevar a cabo se realiza mediante un sistema de inyección que consta de una extrusora seguida de un molde que dará forma al producto. Aquí predomina la plastificación, proceso clave el cual transformará la materia prima y les dará forma final a las baldosas resultantes tras pasar por el molde con las medidas especificadas en este proyecto. Se eligió este proceso dadas las ventajas de tener una producción uniforme en piezas de gran consumo, además de la mayor capacidad que otorga el proceso y el tipo de forma con relieve que tendrá el producto final.

**Figura 1.6**

*Máquina extrusora horizontal de tornillo sencillo para polietileno de baja densidad*

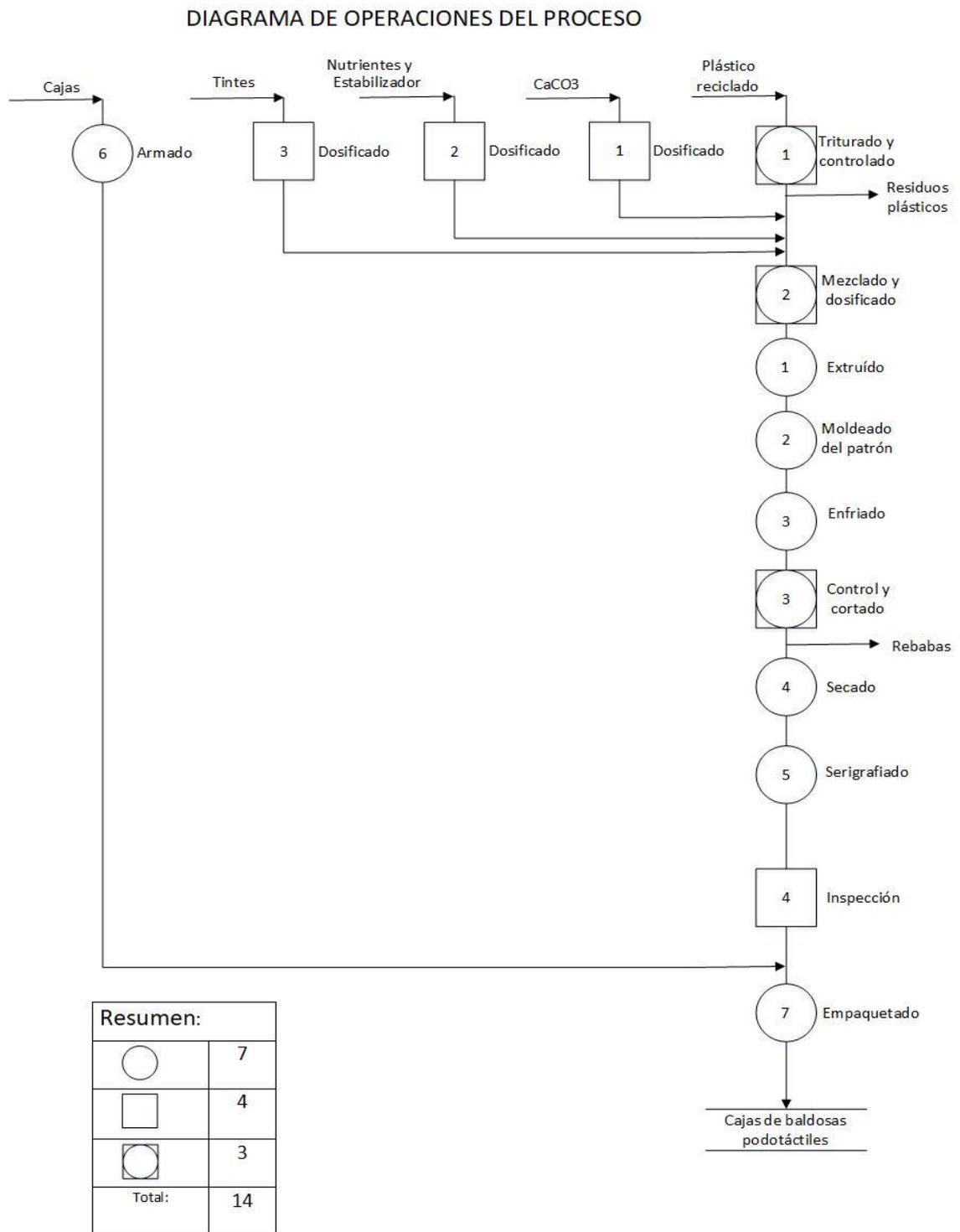


*Nota.* Adaptado de *Instrumentación y automatización de una máquina extrusora horizontal de tornillo sencillo para polietileno de baja densidad de la Universidad Pontificia Bolivariana*, por Leonardo Jaimes Corzo, 2012 ([https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1763/digital\\_22743.pdf?s](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1763/digital_22743.pdf?s))

El aprovechamiento del material plástico no solo otorga versatilidad en cuanto a maleabilidad, sino también se logran destacar las características de resistencia a la humedad, desgaste y abrasión por contacto. A esto se le añadirán aditivos que cumplan con la función de antibloqueo y antioxidantes, evitando que la materia prima PET se pegue en el tornillo barrera, además de agregarle tintes de decorado estético. Para llevar a cabo el decorado final sobre las baldosas se optó por el proceso de serigrafía (Stoeckhert,1997).

**Figura 1.7**

*Primer diagrama de Operaciones del Proceso tentativo para la elaboración de cajas de baldosas podotáctiles*



### **1.4.2 Justificación económica**

Las baldosas del estudio tienen la ventaja de utilizar como materia prima residuos sólidos plásticos, los cuales existen en abundancia y a un bajo precio (Aguilar y De La Cruz, 2016). Asimismo, en muchos países, la relación entre los precios de los materiales reciclables y la mano de obra es tal que el reciclaje es económicamente rentable (Angumba, 2016). Por otro lado, el proceso productivo para la obtención del producto final será continuo lo que optimizará el costo del producto terminado y se traducirá en un precio competitivo en el mercado respecto a sus sustitutos.

Por el lado económico se reducen costos al utilizar como materia prima material reciclado al cual solo se le añadirán los aglomerantes necesarios y aditivos que fortalezcan la sustancia que de forma y dureza a las baldosas precio (Aguilar & De la Cruz, 2016). Así el proyecto busca tener una estrategia de costos considerando como materia prima un insumo reciclado, cuyo resultado otorga una resistencia de calidad para cada baldosa, además de contar con un diseño que estéticamente llame la atención de los clientes, lo cual se verá reflejado en un nivel adecuado de ventas. Además, se centrarán los esfuerzos a instituciones educativas que posean uno o varios campus con mayor extensión y que sean “gran empresa”, es decir, que tengan ventas anuales superiores a 2300 UIT, según la Ley N° 30056 (CIEN – ADEX, 2020).

### **1.4.3 Justificación social**

Según los últimos informes del INEI para el año 2018 existen más de 600 mil personas con discapacidad visual en nuestro territorio nacional, de las cuales el 27% padecen ceguera total, mientras que el 73% resultante tiene alguna enfermedad relacionada a la ceguera.

Los resultados del Instituto Nacional de Estadística e Informática al 2019, muestran que del total de personas que tienen alguna discapacidad, el 41% estudió hasta primaria, el 27% secundaria, el 12.5% cuenta con superior universitaria y el 19% sin nivel.

La situación actual del país no ha enfatizado esfuerzos en inclusión y facilidades para las personas con discapacidad visual, los espacios públicos de las ciudades no son accesibles para ellos (Morales, 2020). Por más que exista una Norma Técnica de

Edificaciones (SDFG), actualmente no se cumple en diversos espacios. Muchas personas con esta condición siguen sin ser incluidas porque el mismo ambiente en el que se desenvuelven no les da accesibilidad adecuada, llegando a presentarse grandes problemas para que estas personas transiten en lugares concurridos pudiendo accidentarse o accidentar a otros.

La causa de esta problemática se debe a que muchos establecimientos no priorizan la responsabilidad social. Asimismo, existen municipalidades que no cumplen con las ordenanzas en tema de accesibilidad y la mayoría tienen sanciones al respecto (Morales, 2020). El proyecto brindará una experiencia única al fabricar un producto que fomente la inclusión de personas con discapacidad (PcD) visual en establecimientos educativos en los que usualmente, no se les da las facilidades requeridas, logrando que éstos encuentren mayor practicidad y fluidez de desplazamiento en el interior de estos lugares.

Por el lado social, los beneficios a la comunidad de personas con discapacidad visual significarán un cambio en el sentido de inclusión que estos tengan en lugares de alto tránsito de personas, pudiendo así orientarse más fácilmente mejorando su calidad de vida y estado de bienestar al otorgarles ciertas facilidades que no son usuales para ellos.

#### **1.4.4 Justificación ambiental**

Se contará con medidas de control de impacto ambiental por generación de residuos que se puedan llevar a cabo en el proceso de producción incorporando la estrategia ambiental de las 10R (Pardavé, 2007). El objetivo de estas estrategias es ir más allá de la estrategia 3R y abordar mejor la prevención e impacto ambiental contando a las 10R como principio de plan de gestión ambiental.

Las 10R y su descripción es la siguiente:

- **Reordenar:** Introducir los costos medioambientales provocados a terceros dentro de los costos de producción.
- **Reformular:** Intensificar los estudios de factibilidad para reformular los productos para que empleen atributos de reciclabilidad y biodegradabilidad.
- **Reducir:** Aminorar la utilización y el consumo de materias primas y energía, recurriendo a fuentes renovables.

- Reutilizar: Productos y envases, empaques y/o embalajes.
- Refabricar: Plantear procesos de producción más útiles y menos contaminantes para aminorar el impacto ambiental en los procedimientos.
- Reciclar: Obtener materias primas derivadas del producto final ya utilizado.
- Revalorizar: Los procesos, productos y los residuos en función de las desventajas de los recursos energéticos no renovables.
- Rediseñar: Los productos, equipos y procesos implementando sistemas que incrementen la eficiencia ambiental imitando ecosistemas para que los productos finales se conviertan en el eslabón de la cadena.
- Recompensar: La innovación relacionada con acciones medioambientales.
- Renovar: Se inclina por una mentalidad circular buscando ciclos en los circuitos productivos y circuitos de vida.

Asimismo, con relación a este proceso de producción, se reduce el impacto de contaminación ambiental al reciclar un material que forma parte de los principales residuos sólidos generados en el Perú, siendo nuestra materia prima PET parte de las 3600 toneladas al año generadas en plástico residual (El Comercio, 2018). El modelo resultará en una reducción de residuos plásticos que terminen en el mar y las playas, minimizará la cantidad de microplástico generado de la transformación de estos residuos, el cual puede ser ingerido por seres vivos y dañar ecosistemas pues según un estudio del Instituto del Mar del Perú (2017) se encontró 473 fragmentos de plástico por cada  $m^2$  de la playa Costa Azul (Callao). A continuación, se muestra la composición de los residuos sólidos generados en el Perú, de los cuales el 73.41% está representado por residuos sólidos aprovechables. (Defensoría Del Pueblo, 2019).

**Figura 1.8**

*Composición de los residuos sólidos generados en Perú, 2018*



*Nota.* Adaptado de Informe Defensorial N° 181: *¿Dónde va nuestra basura?*, por La Defensoría del Pueblo, 2019 (<https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2019/11/PPT-Informe-Defensorial-181.pdf>)

## 1.5 Hipótesis de trabajo

La instalación de una planta de fabricación de baldosas podotáctiles a partir de material reciclado PET podrá ser viable pues fomentará la inclusión social de las personas con discapacidad visual y es factible técnica y económicamente por la calidad de los materiales utilizados en su elaboración y el interés creciente en el mercado por la responsabilidad social.

## 1.6 Marco referencial

- **On human performance in tactile language learning and tactile memory.**

Autores: Ramiro Velázquez, Edwige Pissaloux

Nombre de la revista: The 23rd IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication.

Fecha: agosto 25-29, 2014.

### Similitudes

Para el estudio de la estimulación podotáctil, se utilizó un prototipo de pantalla táctil electrónica portátil que estimula las mecanoreceptoras en la planta del pie con vibraciones. Los resultados obtenidos son prometedores para la estimulación podotáctil y sugieren que es posible construir lenguajes táctiles.

### Diferencias

El artículo se enfoca en el proceso de aprendizaje de idiomas por medios táctiles y la capacidad de la memoria táctil. Además, informa sobre un experimento con un prototipo de pantalla táctil para el pie, pero para evaluar el nivel de percepción para tareas de interacción humano- computadora.

- **Tactile-Foot Stimulation Can Assist the Navigation of People with Visual Impairment.**

Autores: Velázquez, R., Pissaloux, E., Lay-Ekuakille, A.

Nombre de la revista: Applied Bionics and Biomechanics, 2015.

Fecha: 25 febrero 2015.

### Similitudes

Las similitudes radican en el tipo de instrucciones direccionales enviadas a través de señales a las personas con discapacidad visual para que éstas tomen decisiones de navegación. Los resultados y la forma de respuesta serán de utilidad pues ayudarán a entender las necesidades de las personas con discapacidad visual.

### Diferencias

La diferencia se centra en que el trabajo en el artículo está orientado a el desarrollo de calzado que provea estimulación podotáctil para asistir a las personas con discapacidad visual en su desplazamiento sobre cualquier superficie.

- **Active and Passive Haptic Perception of Shape: Passive Haptics Can Support Navigation.**

Autores: Rodríguez, J.-L., Velázquez, R., Del-Valle-soto, C., Gutiérrez, S., Varona, J., Enríquez-Zarate, J.

Nombre de la revista: Electronics.

Fecha: 23 marzo 2019.

#### Similitudes

Las similitudes con el tema de investigación se aplican en la detección de superficies con el uso de los pies, ya sea por proyección de caminos o por tacto directo de textura de superficies, evalúa la forma de interacción de las personas con discapacidad funcional visual.

#### Diferencias

Las diferencias se enfocan en que no está aplicada directamente a pisos adecuados y hechos especialmente para personas con discapacidad funcional visual, sino al resultado de cómo estas personas interactúan en superficies ya existentes y de qué manera proyectan la forma de un camino en base a su primera percepción de éste.

- **Preliminary evaluation of podotactile feedback in sighted and blind users.**

Autores: R Velázquez, O. Bazán.

Nombre de la revista: 2010 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society.

Fecha: 31 de agosto de 2010.

#### Similitudes

Se asemeja al tema del trabajo de tema de investigación en cuanto a respuestas sensoriales de la planta del pie, dando resultados que aportan al ratificar que las

personas con discapacidad visual son más perceptivas al tacto y cuentan con una más desarrollada visión espacial que las personas con visibilidad completa.

### Diferencias

Las diferencias son que no se arriba el problema desde el punto de vista de la superficie y el material sobre el cual puedan transitar estas personas, sino que el artículo ahonda de las posibilidades que se pueden otorgar sobre el mismo individuo a manera de prototipos que él puede llevar consigo para amplificar sus sentidos.

- **Foot-based interfaces for navigational assistance of the visually impaired.**

Autores: R Velázquez, O. Bazán.

Nombre de la revista: Pan American Health Care Exchanges (PAHCE).

Fecha: 4 mayo 2013.

### Similitudes

La similitud es que se centran en atacar al mismo problema de la percepción de las personas con discapacidad visual, además la información acerca de las necesidades de éstos al caminar sobre superficies será de utilidad, así como el potencial de la estimulación podotáctil.

### Diferencias

Las diferencias radican en que este artículo se centra en el desarrollo de un producto físico que el usuario llevaría en el pie para amplificar la percepción del suelo, además de presentar los resultados obtenidos con los prototipos podotáctiles.

- **Estudio de pre-factibilidad para la instalación de una planta productora de baldosas de plástico reciclado para piso y pared.**

Autores: Michael Christian Aguilar Palomino, Ronald Morin De la Cruz Montero.

Universidad: Universidad De Lima.

Año: 2016.

### Similitudes

La pre-factibilidad con materia prima de plástico reciclado para piso vendría a ser la misma, por lo tanto, se puede observar y concluir si el utilizar este material resulta factible económicamente. Además, el proceso de producción sería el mismo.

### Diferencias

La tesis está enfocada en la fabricación de una baldosa común, no especializada ni con razón social. El producto no tiene norma técnica, por lo que tiene mayor margen de libertad en el acabado final de la baldosa. La principal diferencia es la materia plástica, siendo en nuestro proyecto el PET y no polipropileno.

## **1.7 Marco conceptual**

El proyecto de investigación se basa en herramientas de ingeniería aplicadas en la fabricación de productos plásticos, revisando información de trabajos y procesos orientados al reciclaje de tereftalato de polietileno (Mansilla & Ruiz-Ruiz, 2009), el cual abarca el proceso de recuperación y reciclaje del PET con la finalidad de obtención de nuevos productos, así como una visión panorámica del mercado de dicho sector en Lima y su evolución anual. El proceso de elaboración de las hojuelas o "flakes" de PET a partir de reciclaje partiendo de la selección y separación de botellas plásticas es relativamente sencillo, en el presente trabajo de investigación se detallaron los puntos a tomar en cuenta en torno al proceso mecánico de transformación de este material. Adicional a dichos conocimientos, también es necesario tener en cuenta los procesos químicos de transformación del PET, pues el reciclado químico de este material presenta una mejor calidad a comparación del proceso mecánico (Casillas & Nicasio, 2016) ya que deja al

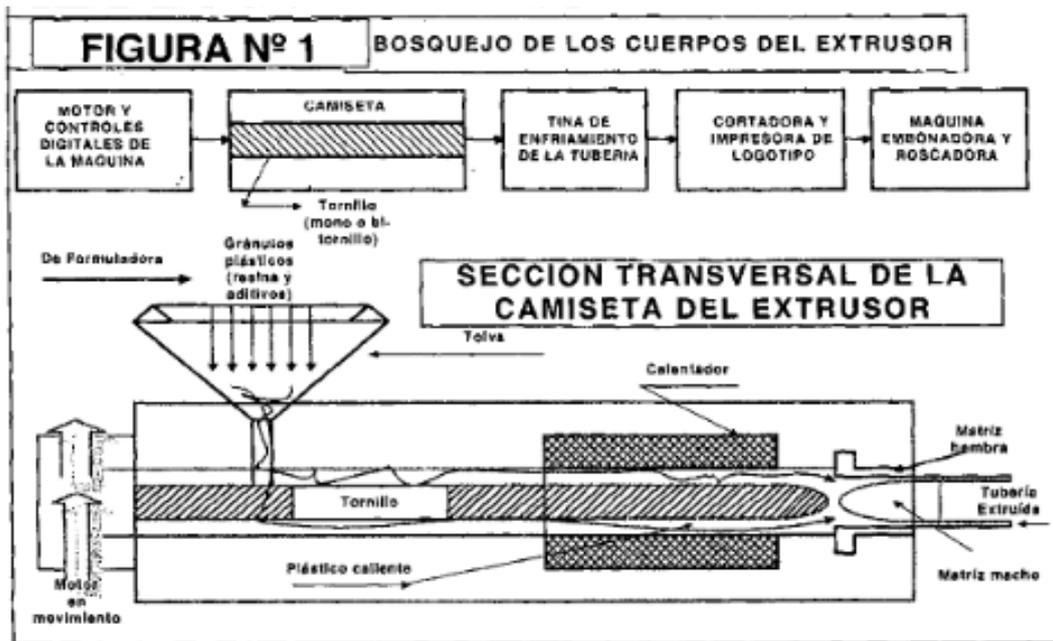
material en cuestión con un alto grado alimenticio, el método utilizado para dicho reciclaje es por glicólisis dejándolo en un estado casi virgen (proceso de rendimiento de alrededor del 50%).

Según Olivo (2005), en cuanto a los aditivos a usar podemos analizar diversas sustancias que al agregarlas otorgarán ciertas propiedades al material plástico resultante que de por sí solo o las tiene en valores ínfimos o no las posee, estas propiedades serán manejadas para ser disminuidas o incrementadas a conveniencia, tal es el caso de la adición de materiales antibloqueo los cuales evitarán que las películas del PET se peguen y puedan reducir la eficiencia de una operación del proceso de fabricación, así como también se añadirán antioxidantes con el objetivo de evitar o contrarrestar al máximo la degradación del PET por efecto de altas temperaturas en el proceso de extrusión y transformado, así las cadenas de plástico no se romperán y conservarán sus propiedades.

Es necesario tener conceptos básicos de lo que implica el proceso de extrusión, pues será crítico al ser en el que se efectuará plastificación de polímeros. Un proceso de extrusión consiste en el paso a presión a través de un orificio de un material termoplástico, en este caso el PET, tomando la forma del tornillo que lo arrastra a medida que es expedito por el orificio de salida (Carrión, J., 2000). Así el material plastificado llegará al formador que en el caso del presente proyecto dará paso al molde que formará el perfil de la baldosa podotáctil en un sistema combinado de inyección a molde. El proceso de plastificación tendrá cargas de materia prima, estas cargas tendrán composición fija en base a estabilizantes y aditivos que conformarán la fórmula científica ( $\text{CaCO}_3$ , tintes, nutrientes, estabilizador) los cuales en el caso de la extrusión se mezclarán en la camiseta del extrusor a altas temperaturas para que éstos se fundan, pasen a través del tornillo y terminen con la forma laminada característica de la baldosa. Al salir de la cámara de calor el material se debe enfriar rápidamente para que éste no se deforme, esto se realiza en una cámara de enfriamiento que siempre va contigua. En el caso de nuestro proyecto, a diferencia de la imagen presentada a continuación, inmediatamente seguido a la salida de la camiseta del extrusor se realizará el moldeado en caliente, para dar la característica de relieve y patrón podotáctil a la lámina que saldrá del extrusor, luego se procederá a enfriar.

**Figura 1.9**

*Bosquejo de los cuerpos del extrusor*



*Nota.* Adaptado de *Costos estándar-ABC para la industria de plásticos-línea de tuberías y accesorios de PVC: (Caso: SURPLAST S.A.C)*, por José L., Carrión Nin, 2000 ([https://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Tesis/Empre/Carri%C3%B3n\\_N\\_J/cap\\_4.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/BibVirtualData/Tesis/Empre/Carri%C3%B3n_N_J/cap_4.pdf))

Se debe tener en cuenta la calidad de mezcla del PET como materia prima (Alesmar et al., 2008) teniendo en cuenta el posible comportamiento del plástico que proviene de botellas de bebidas recicladas al ser usadas como agregado de una mezcla, para poder analizar sus efectos al mezclarlo en determinados porcentajes con otros aditivos que impulsen su resistencia.

En el proceso de reciclado del PET como materia prima, se llevan a cabo una serie de operaciones de las cuales predominan fundamentalmente la molienda, flotación, lavado y secado. Tras la recepción de botellas plásticas se puede proceder al reciclado del tereftalato de polietileno (Quito & Villafuerte, 2011).

**Figura 1.10**

*Diagrama de flujo del proceso de reciclaje de PET por flotación*



*Nota.* Adaptado de *Planta de reciclado polietilentereftalato*, por Quito Chulca & Villafuerte Chompol, 2011 (<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/4681/1/T176.pdf>)

A todo esto, se debe sumar el impacto del nuevo Decreto Legislativo aprobado el 9 de mayo del 2020 por el consejo de ministros, el cual modifica la legislación actual de residuos sólidos haciendo que el reciclaje ahora sea de carácter obligatorio en los hogares (como se cita en Gestión, 10 de mayo de 2020). La gestión de residuos desde el hogar implica la latente oportunidad de reducir costos por parte de empresas dedicadas a la recolección de residuos, la cual, de practicarse correctamente, puede tener un impacto directo en los costos del material PET reciclado a usarse en este proyecto de investigación.

Ejemplos a tomar en cuenta son como el de la empresa Eko-Rec, la cual presentó en el Congreso Internacional ACODAL de Agua, Saneamiento, Medio Ambiente y Energías Renovables en Colombia un prototipo de baldosa técnica de aspecto personalizable en el 2017, realizado con materiales 100% reciclados de rendimiento superior al de la cerámica en cuanto a tensión y resistencia al fuego, en dicho caso se utilizó 90% de etiquetas de botellas y 10% de tapas de éstas; dicho proyecto permite transformar residuos provenientes del reciclaje del PET en material provechoso para ámbito de construcción y otros sectores. Eko-REC es una empresa cuyo rubro y especialización es el del reciclaje de PET para su uso en diversas aplicaciones industriales, llegando a reciclar 23,000 toneladas de residuos al año (como se cita en 20 Minutos, 2017).

Se debe tener conocimiento de los siguientes términos para comprender el desarrollo de la teoría aplicada a la presente investigación:

**Antibloqueo:** Material cuya función es la de evitar la adherencia entre las películas de un plástico y que resulte difícil su separación.

**Antioxidante:** Material cuyo objetivo es el de evitar la degradación de un plástico y sus propiedades por efecto de la exposición a altas temperaturas.

**Biodegradable:** Sustancia capaz de descomponerse por causa de agentes biológicos presentes en el ambiente, resultando en elementos químicos naturales.

**Cadenas:** Compuestos químicos formados por la repetición de monómeros resultando en la construcción de macromoléculas.

**Camiseta:** Pieza perteneciente a la máquina extrusora/injectora en cuyo interior se alberga el tornillo y cuya función es la de mantener la temperatura altamente elevada durante el paso de la materia prima a través de ésta.

**Carga:** Es el conjunto de materia prima a procesar en una operación dentro de un proceso o a lo largo de éste.

**Cámara de enfriamiento:** Consiste en un recinto en el cual se extrae la energía térmica del material procesado.

**Cristalinidad:** Propiedad de los polímeros que define la disposición regular y periódica, u orden estructural, de las macromoléculas que contiene.

**Degradación:** Pérdida de atributos físicos y químicos de un compuesto por influencia de uno o diversos factores ambientales o químicos.

**Diagrama de Flujo:** Esquema que representa gráficamente la secuencia de un proceso.

**Diagrama de operaciones del proceso:** Gráfico que expone de manera secuencial la cronología de todas las operaciones, inspecciones y materiales utilizados a lo largo de un proceso de manufactura.

**Diseño:** Actividad o característica con la finalidad de proyección estética o funcional.

**Dureza:** Propiedad que consiste en el nivel de resistencia de un material a ser rayado por otro.

**Estabilizante:** Material con la función de impedir el cambio de la naturaleza química de un compuesto mediante la formación de enlaces.

**Extrusión:** Proceso mecánico cuya función es dar forma deseada a un plástico mediante el flujo de éste por presión y empuje.

**Exploración háptica:** Exploración a base de información recogida a través de un conjunto de sensaciones no visuales percibidas por una persona.

**Flakes/Hojuelas:** Escamas o piezas de PET de tamaño reducido que faciliten la dosificación en cada proceso, así como su transporte y almacenamiento.

**Flotación:** Proceso físico-químico cuyo objetivo es la separación de compuestos finos basados en sus propiedades superficiales haciendo que permanezcan en una fase o pasen de una a otra.

**Glicólisis:** Proceso químico de descomposición un polímero o despolimerización mediante la inserción de un diol.

**Inorgánico:** Compuestos en su mayoría carentes de átomos de carbono en su estructura química.

**Maleabilidad:** Propiedad que consiste en la fácil deformación de un material sin que se rompa.

**Microplástico:** Diminutas piezas de plástico de menos de 5 mm de diámetro que contribuyen a la contaminación del medioambiente.

**Moldeado:** Proceso de grabado de un patrón o figura sobre una superficie por medio de un molde.

**Molienda:** Proceso de triturado para la reducción de un material en piezas más pequeñas.

**Monómero:** Molécula simple, posee un bajo peso molecular.

**NSE:** Nivel socioeconómico.

**PcD:** Personas con discapacidad.

**PET:** Polímero cuya denominación química es tereftalato de polietileno.

**Plástico:** Material formado por compuestos orgánicos o sintéticos caracterizado por su capacidad de deformación sin llegar a romperse.

**Plastificación:** Proceso que mezcla y homogeniza por fundición una masa de material plástico para su posterior transformación.

**Podotáctil:** Superficie cuya textura es de fácil reconocimiento táctil a través de los pies por parte de personas con discapacidad visual.

**Polímero:** Macromoléculas en las que se repiten monómeros y forman cadenas.

**Prensado:** Proceso en el cual se ejerce una fuerte presión física sobre un material para darle una forma determinada.

**Proceso mecánico:** Proceso que logra una modificación física de un material.

**Proceso químico:** Proceso que logra un cambio estructural de un material modificando sus propiedades con respecto a su estado inicial.

**Reciclar:** Procesar materiales residuales o usados y transformarlos para ser reutilizados.

**Serigrafía:** Técnica de grabado por impresión sobre algún material.

**Termoplástico:** Material con la propiedad de volverse deformable o maleable al ser expuesto a altas temperaturas.

**Termoconformado:** Proceso que transforma materiales plásticos en la forma deseada producto de la exposición del plástico a altas temperaturas sobre un molde, adoptando su forma.

## CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO

### 2.1 Aspectos generales del estudio de mercado

#### 2.1.1 Definición comercial del producto

Se tendrá en cuenta las 4 P's del *marketing*: producto, precio, punto de venta y promoción. Considerando como producto a la baldosa podotáctil de material reciclado, en cuanto al precio que sea accesible, pero ligeramente superior al del promedio debido a la calidad otorgada, con relación al punto de venta se cuenta con una distribución eficaz con periodos cortos de entrega e instalación y para la promoción del producto existirá una comunicación mediante un servicio al cliente orientativo y cercano.

Para llevar a cabo las estrategias de comercialización se tomarán en cuenta los objetivos del proyecto, pero además de considerar los objetivos de inclusión y medioambientales se deberá analizar la capacidad y recursos disponibles para diseñar estrategias que sean eficaces al momento de satisfacer las necesidades del público objetivo. Para esto, se perfeccionarán estrategias de diferenciación de producto que vayan de la mano con la calidad otorgada producto de los aditivos e insumos usados en el proyecto de inyección de baldosas que le dan características superiores y más estéticas que la competencia. Se generará así, un posicionamiento en la mente del consumidor, no solo por ser una marca de baldosas podotáctiles, sino por la diferencia frente a otras marcas porque engloba una opción de sostenibilidad y de responsabilidad social a la vez que cuenta con una estética atractiva. Además, un objetivo es que el consumidor pueda reconocer que los productos pertenecen a “*Safe Walk*”, el presente proyecto.

En cuanto a la definición comercial del producto físico y sus niveles para satisfacer las necesidades del público objetivo en base a su valor agregado, se tiene:

**Producto básico:** Consta de baldosas de tereftalato de polietileno reciclado. Este material tiene características tales como buen comportamiento frente a esfuerzos permanentes y alta resistencia al desgaste (Angumba, 2016). Las dimensiones de largo y ancho son de 30 x 30 cm y las dimensiones de las cúpulas es de 4 mm de altura, el

diámetro superior de 20 mm y el diámetro inferior de 30 mm. El color de la presentación de baldosas variará según pedido del cliente en base a la gama de tonos de los tintes a usar. El producto satisfará la necesidad básica de orientación para las personas con discapacidad visual.

**Producto real:** El número de baldosas será en dependencia de la solicitud del cliente, ya que esta depende a su vez del área correspondiente a instalar las baldosas podotáctiles. Todos lotes tendrán especificadas las características técnicas del producto como dimensiones, color, resistencia y dureza las cuales son características propias de la materia prima y establecen su alto nivel de calidad. En cuanto a la presentación, cada baldosa contará con una estética marmoleada producto del uso de determinados tintes, lo cual será distintivo de la marca. La presentación final será en cajas, las cuales contarán con el logo de la marca, código del producto, peso, cantidad e información de contacto de la empresa.

**Producto aumentado:** Se brindará como valor agregado un servicio opcional previo a la instalación, el cual cuenta con un especialista en accesibilidad de edificaciones para que establezca qué zonas y cuál será el área necesaria de instalación de las baldosas. Esta figura sería tercerizada, sin embargo, el cliente a su vez es libre de contactar a la empresa para algún reclamo u observación post-venta. Los clientes estarán cumpliendo con una finalidad de responsabilidad social que, además aumenta el prestigio de imagen de empresa, agregada a su necesidad de adquirir losetas.

### **2.1.2 Usos del producto, bienes sustitutos y complementarios**

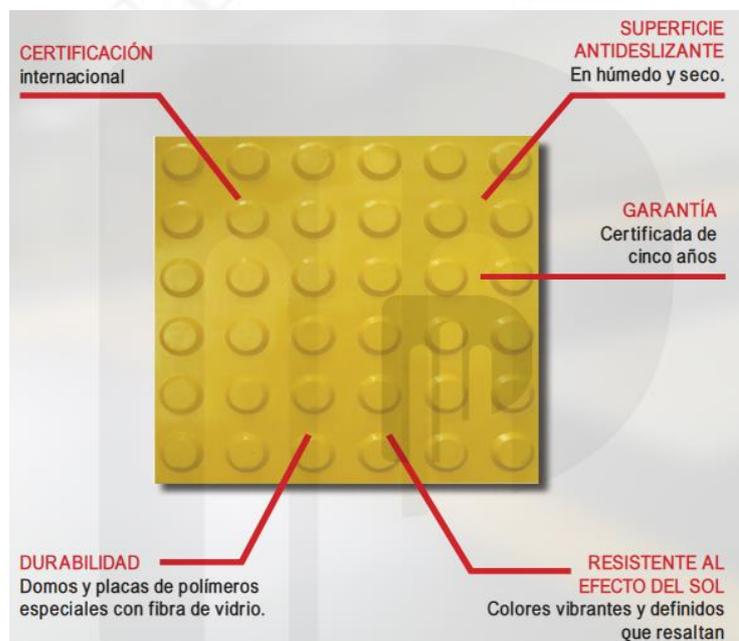
Las baldosas podotáctiles '*Safe Walk*' serían utilizadas para una correcta señalización, orientación y guía vial en ambientes públicos para personas con discapacidad visual. Actualmente, estas superficies podotáctiles se utilizan en estaciones de tren, metro y buses; instituciones educativas de nivel primario, secundario, técnico y superior; centros comerciales; vías principales; entre otras áreas transitables. Este producto brinda seguridad y disminuye el riesgo de accidentes viales de personas con condiciones visuales. Asimismo, para lograr el óptimo empleo de este producto, se fabricará de acuerdo con las especificaciones de la ISO 23599, ya que cuenta con los parámetros de

dimensiones y atributos para que las baldosas sean ideales y transitables tanto para personas con discapacidad visual y personas sin esta condición.

Entre los bienes sustitutos se encuentran los pisos podotáctiles convencionales que ofrece el mercado peruano, es decir a base de materiales no reciclados como PET, HIPS (Poliestireno de alta densidad), concreto, entre otros materiales. Además, en el mercado local no todos estos productos se rigen bajo las especificaciones ISO 23599, la cual aumenta la garantía y seguridad de las baldosas podotáctiles. Las marcas principales que brindan estas baldosas son: Perú Vinyl, Signo Vial y Ecasa Perú.

**Figura 2.1**

*Baldosa podotáctil en venta por la empresa Perú Vinyl*



*Nota.* Adaptado de *Baldosa Podotáctil*, por Perúvinyl, 2021 (<https://www.peruvinyl.pe/productos-baldosa-podotactil-baldosa-podotactil-32>)

Una de las marcas de la competencia, Signo Vial, tiene un precio referencial de \$16.00 + IGV, el cual incluye pegamento, clavo y tarugo. Signo Vial es una empresa que fue adquirida por Cintac S.A., empresa chilena, del Grupo CAP (Diario Estrategia, 2018). Esto fue realizado para continuar con su estrategia de crecimiento en el mercado de la seguridad, infraestructura y señalización vial y para seguir ampliando su participación en el mercado peruano.

## Figura 2.2

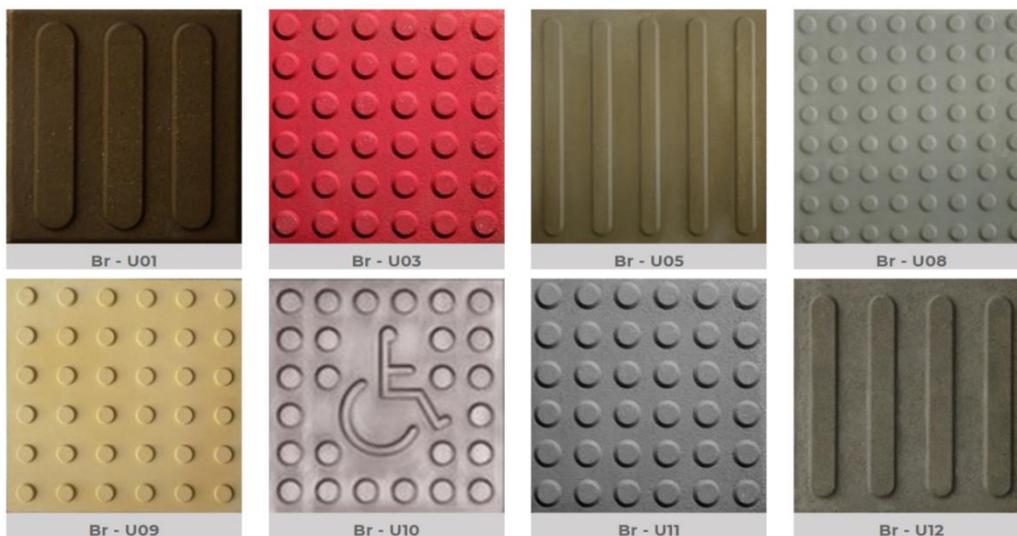
*Baldosa podotáctil en venta por la empresa Signo Vial*



*Nota.* Adaptado de *Baldosas podotáctiles*, por Signo Vial, 2020 (<https://www.signovial.pe/categoria/baldosas-podotactiles/>)

## Figura 2.3

*Colección de baldosas podotáctiles de la empresa Ecasa Perú*



*Nota.* Adaptado de *Baldosas Podotáctil*, por Ecasaperú, 2021 (<https://www.ecasaperu.com/baldosas-podotactil.html>)

En lo que respecta a bienes complementarios, se tiene a las baldosas comunes, las cuales pueden ser de: porcelanato, cerámica, mármol, concreto, ya que las baldosas podotáctiles solo abarcan un porcentaje de todo el piso. Además, el material adhesivo es

también un bien complementario para la instalación de las baldosas. En el servicio de la instalación, se utilizará adhesivo en polvo tipo cemento para enchapar las baldosas en los pisos, este tipo de adhesivo es ideal para PET.

Adicionalmente, se cuenta con información extraída de las estaciones del Metropolitano, en las cuales se tiene que hay una totalidad de 4500 baldosas podotáctiles convencionales repartidas entre las 35 estaciones existentes al año 2017, cada una con un promedio de 600 metros cuadrados de superficie.

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

Para la determinación de los departamentos del Perú que abarcará el estudio, se tomó en cuenta la información estadística acerca del total de personas con discapacidad realizada por INEI (2017). Estos datos revelan que el departamento con mayor incidencia de personas con discapacidad es Lima con 31,2%. Seguido por los departamentos de Piura, La Libertad, Puno y Arequipa, los cuales tienen porcentajes que oscilan entre 5% y 5,4%.

Es así como se recurre a tomar en consideración a los departamentos de Lima y Arequipa, pues son las 2 regiones que cuentan con la mayor cantidad de alumnado matriculado en instituciones de educación superior (Diario Andina, 2017) siendo a su vez estas instituciones parte de las infraestructuras en las que se busca implementar baldosas podotáctiles.

Para este análisis, se observaron las estadísticas de la población con alguna discapacidad según ámbito geográfico obtenido del Registro Nacional de la Persona con Discapacidad (2017) del Consejo Nacional para la Integración de la Persona con Discapacidad (CONADIS).

**Tabla 2.1***Población con alguna discapacidad según ámbito geográfico al 2017*

Región	Censos Nacionales 2017: XII de Población y VII de Vivienda	Registro Nacional de la Persona con Discapacidad 1/	
	Abs.	Abs.	%
<b>Total</b>	<b>3 209 261</b>	<b>310 948</b>	<b>9,7</b>
Amazonas	36 557	8 367	22,9
Áncash	129 219	10 192	7,9
Apurímac	45 723	7 389	16,2
Arequipa	158 987	12 050	7,6
Ayacucho	67 082	7 769	11,6
Cajamarca	119 632	15 245	12,7
Callao	114 750	11 653	10,2
Cusco	144 562	15 523	10,7
Huancavelica	35 137	7 170	20,4
Huánuco	70 901	8 776	12,4
Ica	93 671	8 657	9,2
Junín	134 820	10 986	8,1
La Libertad	167 632	13 017	7,8
Lambayeque	123 765	8 499	6,9
Lima	1 109 948	92 696	8,4
Loreto	77 260	5 183	6,7
Madre de Dios	13 805	1 485	10,8
Moquegua	21 067	2 498	11,9
Pasco	26 446	5 711	21,6
Piura	173 477	22 244	12,8
Puno	160 082	13 005	8,1
San Martín	76 781	8 839	11,5
Tacna	40 065	3 673	9,2
Tumbes	22 211	6 540	29,4
Ucayali	45 683	3 626	7,9

*Nota.* Adaptado de *Perfil Sociodemográfico de la población con discapacidad*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017

([https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1675/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1675/libro.pdf))

Posteriormente, se obtuvo el total de población con discapacidad visual en las regiones de Lima y Arequipa para evaluar el alcance que tendría el producto “baldosas podotáctiles” en estas regiones y el número de población que se podría ver beneficiada con la instalación de este recurso para su inclusión. Se tomó como dato para el cálculo el 48.3% que representan las personas con discapacidad visual del total de personas con discapacidad (Díaz Dumont, 2019).

**Tabla 2.2**

*Población con discapacidad visual por departamentos*

	<b>Porcentaje de limitación para ver</b>	<b>Población con discapacidad</b>	<b>Población con discapacidad visual</b>
Lima	48.3%	1 109 948	536 104
Arequipa	48.3%	158 987	76 790

Dados los resultados, en Lima se obtiene el mayor número de personas con discapacidad visual, encontrándose 536 mil 104 habitantes, mientras que en Arequipa se encuentran 76 mil 790 habitantes aproximadamente. Las cifras de los departamentos de Lima y Arequipa manifiestan un número de población con discapacidad visual considerablemente superior en comparación a la población con esta discapacidad del resto de departamentos.

Debido a este análisis, se concluye que el área geográfica que abarcará el estudio será en los departamentos del Perú de Lima y Arequipa dado el alto número de personas con discapacidad visual existente sumado a las afinidades del proyecto a estas regiones.

#### **2.1.4 Análisis del sector industrial (cinco fuerzas de PORTER)**

- **Poder de negociación de los clientes**

Los principales clientes del producto serán centros de educación superior, los cuales constan específicamente de universidades públicas y privadas licenciadas por la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria, institutos de educación superior licenciados e instituciones con rango universitario. En el territorio peruano, como se puede observar en el caso de universidades, la gran mayoría se encuentra concentrada en la capital (SUNEDU, 2018).

**Figura 2.4**

*Gráfico de universidades licenciadas por región en 2018*



*Nota.* Adaptado de *Universidades Licenciadas*, por SUNEDU, 2018 (<https://www.sunedu.gob.pe/lista-de-universidades-licenciadas/>)

Y a la fecha, según lo observado en el portal web de la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria (SUNEDU, 2021) ya son 94 las universidades licenciadas a nivel nacional, de las cuales 41 de ellas están situadas en Lima y Arequipa.

Asimismo, se tiene que el número de estudiantes inscritos en instituciones de educación superior tecnológica es mayor en Lima y Arequipa por sobre todas las regiones según el Sistema Nacional de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Calidad Educativa (SINEACE, 2017) sumando un total de 222,868 alumnos matriculados, además de tener ambas regiones una alta concentración de instituciones licenciadas (SUNEDU, 2020), lo cual implica un alto tránsito estudiantil.

Así, el poder de negociación de las instituciones de educación superior públicas es medio, debido a que pueden optar por solicitar un precio que ellas consideren oportuno y ventajoso para reducir costos, pero, a la vez dada la naturaleza de nuestro producto, pueden mostrar interés por cumplir en materia de responsabilidad social. Con respecto a instituciones de educación superior privadas, el poder de negociación es bajo debido a que al ser centros educativos su prioridad debe ser fomentar la inclusión y accesibilidad para sus potenciales estudiantes, por lo cual no estarían tentados a proponer cambios de precio dado que el proyecto es una implementación de un programa de responsabilidad social que también los beneficia en cuanto a reputación y cuentan con los fondos necesarios para implementar inversión en infraestructura.

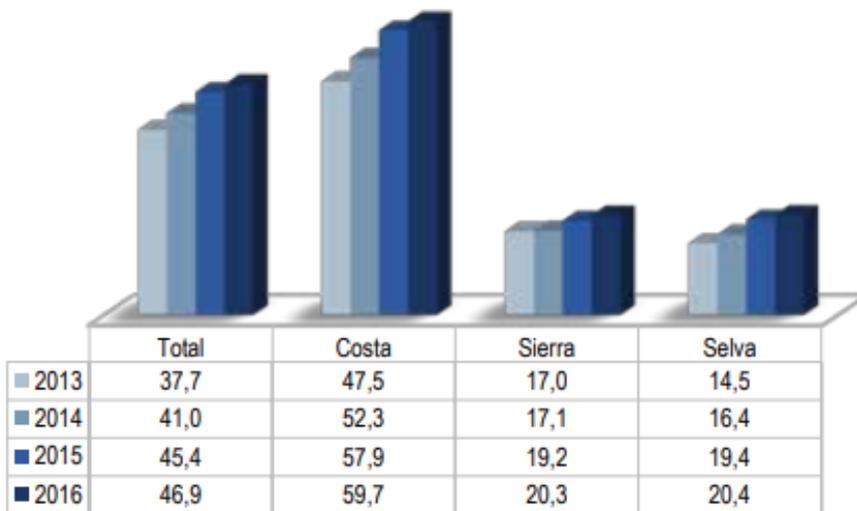
- **Poder de negociación de los proveedores**

La disponibilidad de materia prima es crucial para este proyecto y provendrá de empresas dedicadas al reciclaje y transformación del PET. Tal es el caso de San Miguel Industrias, la cual es la planta de reciclaje de botellas PET más grande del Perú con una capacidad de procesar 20,000 toneladas anuales, siendo sus principales clientes Backus, Aje, entre otros. De esta manera, se puede optar por la compra de escamas de PET al por mayor, siendo nuestros proveedores empresas recolectoras y recicladoras como Emaús Reciclaje Perú, la cual opera recolectando gratuitamente desechos plásticos de los hogares peruanos a lo largo de nuestro territorio.

Actualmente, la Ley N° 29419 regula la actividad de los recicladores, amparando la formalización de las asociaciones de recolección, quienes serán nuestros proveedores, pues según el Reporte Estadístico llevado a cabo por el Sistema Nacional de Industrias (SNI, 2017) en el Perú se consumen en promedio 31kg de plástico por cada habitante. Además, se cuenta con la mayor proporción de uso y disposición de residuos plásticos en la costa del Perú (Lima), contando así con mayor abastecimiento de materia prima en la capital.

**Figura 2.5**

*Hogares que disponen adecuadamente sus residuos sólidos inorgánicos según región natural*



*Nota.* Adaptado de *Servicios*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 ([https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1520/cap01.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1520/cap01.pdf))

Existe un alto nivel de negociación de los proveedores de PET reciclado y tratado, pues disponen de un alto grado de concentración al no ser su trabajo una práctica común entre varias empresas, siendo pocas las empresas dedicadas a esto en el Perú pudiendo así fijar un precio alto al no contar con mucha competencia y contar con una cartera de clientes fija que requieren de esos insumos en cantidades superiores a las requeridas para llevar a cabo este proyecto.

- **Amenaza de nuevos entrantes**

Actualmente en el mercado nacional no existen empresas orientadas a satisfacer específicamente dicha necesidad de las personas con discapacidad visual de manera sostenible (FAIS PERÚ, 2020).

Así también, se considera dentro de la amenaza de productos sustitutos la propensión de los centros educativos de preferir la compra de baldosas por la estética de estas, por su costo y disponibilidad, ya sean de materiales cerámicos o vinilo, así como por el fácil acceso a empresas que vendan éstas losetas comunes en tiendas por departamento, pues el dinamismo que existe en la industria de fabricación de baldosas ha permitido que las empresas realicen mayores

inversiones en innovación, creciendo año tras año en producción y exportaciones (SNI, 2015).

Debido a esto, la amenaza de los nuevos entrantes es baja, pues se encontrarán con barreras de entrada como diferenciación de producto en nuestra empresa tras habernos ganado la fidelidad de nuestros clientes con este producto innovador a través de una marca y el diseño llamativo que nos diferencia por sobre las baldosas podotáctiles convencionales. Además, también será baja porque es un producto orientado a la responsabilidad social, no siendo principal prioridad obtener altas rentabilidades como son buscadas por otras empresas (CCL, 2019).

- **Rivalidad entre los competidores**

En el caso del presente proyecto, se han llevado a cabo productos similares en otras partes del mundo, como lo es el caso de la empresa española Eko-Rec, la cual cuenta con un producto baldosa a base de material 100% reciclado con aspecto exterior personalizable presentado el 2017 y que, de entrar al mercado peruano, sería competencia directa. No obstante, existen empresas como Perú Vinyl que ofrecen baldosas podotáctiles de poliuretano, como parte de su gama de productos; la empresa Signo Vial cuya baldosa podotáctil está desarrollado en policarbonato HIPS (Poliestireno de Alto Impacto) y la empresa Ecasa Perú, que desarrolla pavimento táctil.

Se considera una baja rivalidad para este tipo de baldosas que abarcan un tema de responsabilidad social como valor agregado, pues el enfoque es otro diferenciado del de la mayoría de empresas de baldosas existentes en el mercado; sin embargo, existen altas cantidades de éstas empresas de baldosas comunes las cuales pelean por acaparar mercados como ya se mencionó y ya constituyen un mercado con clientes establecidos, dentro de las cuales solo se diferencian entre sí por la preferencia del público en base al acabado, principalmente cerámico dado su menor precio y estética (Capeco, 2017).

## 2.1.5 Modelo de Negocios (Canvas)

**Tabla 2.3**

*Modelo CANVAS*

Asociados Clave	Actividades Clave	Propuesta de Valor	Relación con los clientes	Segmento de Clientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empresas constructoras</li> <li>- Comunidad con discapacidad visual</li> <li>- Estudios arquitectónicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diseño del producto</li> <li>- Fabricación del producto</li> </ul>	Brindar la accesibilidad de un tránsito seguro a personas con discapacidad visual mediante baldosas podotáctiles elaboradas a partir de PET reciclado y realizar la instalación en Instituciones de Educación Superior, lo cual apoya al crecimiento profesional.	Servicio desde el diseño integrable hasta la instalación.	B2B: Instituciones de Educación Superior ubicadas en Lima y Arequipa que cuenten con un campus amplio y altamente transitado.
<b>Recursos Clave</b> Know how de la fabricación y diseño del producto			<b>Canales</b> Directo con las Instituciones de Educación Superior, enfocando la comunicación al área de responsabilidad social universitaria.	
<b>Estructura de Costos</b>  Costos Fijos: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Marketing</li> <li>- Alquiler de local</li> </ul> Costos variables: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Materia prima: PET reciclado</li> <li>- Producción</li> <li>- Distribución</li> </ul> Costo variable unitario: S/ 81.87			<b>Flujos de ingreso</b>  <ul style="list-style-type: none"> <li>- Venta</li> <li>- Instalación</li> </ul> Precio unitario: S/. 350	

## **2.2 Metodología a emplear en la investigación de mercado**

Para la metodología empleada en la investigación de mercado se utilizaron como fuentes secundarias externas datos electrónicos publicados, y se obtuvo una recopilación de datos del INEI para hallar la producción de baldosas de cerámicas nacional y de Veritrade para hallar las importaciones y exportaciones de pisos, suelos y baldosas de Perú para tener una referencia del mercado de baldosas nacional e internacional, comparando dicha información con la obtenida de bases de datos de SUNEDU, MINEDU y estudios publicados sobre infraestructura de universidades peruanas, de los cuales se recopiló la cantidad de instituciones licenciadas, cantidad de estudiantes, tamaño de instituciones, entre otros.

Asimismo, se utilizarán fuentes primarias cuantitativas al realizar encuestas y se calculó la proyección de la demanda por regresión optando por la que mejor se ajusta a los valores por tener el mayor coeficiente de correlación que fue la regresión potencial.

### **2.2.1 Método**

Para realizar el proyecto de investigación se utiliza el método aplicado, que conlleva la utilización de diversas técnicas e instrumentos para lograr resolver los objetivos propuestos y corroborar la hipótesis planteada. Esta investigación aplicada responde a problemáticas que incide en generación de conocimiento e indagación para resolver circunstancias dadas.

Asimismo, se realizan tanto métodos cualitativos como cuantitativos para las diferentes operaciones del proceso de producción del producto.

Métodos cualitativos: Para el diseño del producto que se plantea, se realizarán pruebas sensoriales de atributos por parte de un grupo seleccionado de PcD visual. Además, se expone diagramas de causa-raíz con la finalidad de orientarlo hacia la problemática social del presente tema de investigación. En cuanto al proceso productivo, los operarios inspeccionarán la calidad de los productos finales por método sensorial.

Métodos cuantitativos: Se realizará este método principalmente para la combinación de la materia prima de PET reciclado, cantidades de dosificación en base a propiedades y resultados buscados a obtener a lo largo del proceso. Además, para la localización de la empresa y el pronóstico de la demanda.

Se lleva a cabo una investigación aplicada, pues se aplica el método científico con el fin de la resolución de problemas prácticos. Asimismo, la elaboración de gráficos de barras y porcentuales para la exposición de los datos recopilados por indagación. Por otra parte, se hará uso de herramientas de ingeniería aplicadas a los procesos para seguir secuencialmente el flujo de éstos a lo largo de la producción de baldosas podotáctiles.

### **2.2.2 Técnica**

La empresa aplicará la metodología Kanban, cuya utilización sirve como fuente de información porque demuestra donde se encuentran los cuellos de botella en el proceso y qué impide la continuidad de este.

Esta metodología tiene 4 principios:

- Empezar con lo que se hace ahora: El método Kanban no requiere configuración previa del proceso de producción, se realiza con los flujos reales de trabajo y no requiere cambios drásticos en la organización de la empresa.
- Comprometerse a buscar e implementar cambios incrementales y evolutivos: Este método busca realizar cambios continuos, aunque pequeños, lo que favorece a un cambio incremental y evolutivo del proceso actual con mínima resistencia.
- Respetar los procesos, las responsabilidades y los cargos actuales: El principal lineamiento de este método es no realizar cambios radicales. Se valora el proceso, los roles y los cargos actuales y alienta el cambio incremental de estos, ya que no provocar miedo para frenar el progreso.
- Animar el liderazgo en todos los niveles. Es importante que la fomentación de una mentalidad de mejora continua, Kaizen, para alcanzar un óptimo rendimiento, con énfasis destaca a los trabajadores de operación diaria como fundamental actor de liderazgo.

Por otra parte, se hace uso del diagrama causa-raíz aplicado a la problemática de las personas con discapacidad visual como metodología de análisis de factores influyentes en la problemática.

Se gestionará las cantidades de materiales y su almacenamiento por pesaje, llevando un registro de éstos mediante herramientas informáticas, así como también las cantidades de los productos terminados.

Como metodología de procesos, se hace uso del diagrama de operaciones del proceso para la elaboración de baldosas podotáctiles y las cantidades de materiales e insumos a entrar en cada proceso, para tener la precisión requerida en cada uno de ellos.

Se llevará a cabo inspecciones periódicas en la maquinaria usada, para verificar el adecuado rendimiento de éstas y determinar el mantenimiento necesario.

Se aplicará la implementación de un sistema de incentivos a los trabajadores con el fin de obtener metas trazadas de producción, mantener objetivos de costos y reducir la curva de aprendizaje con capacitaciones a los nuevos trabajadores.

Se hará uso del método sensorial para las inspecciones dentro de las operaciones combinadas en el diagrama de operaciones del proceso.

### **2.2.3 Instrumento**

Para llevar a cabo el diseño, la fabricación y la instalación de las baldosas podotáctiles se utilizarán instrumentos como:

- Focus groups: Para un estudio del diseño óptimo de las baldosas podotáctiles en lugares públicos con alta concurrencia.
- Laboratorio de química: Para examinar la composición de nuestra materia prima.
- Laboratorio de calidad: Para evaluar la calidad en términos de peso, rugosidad, dimensiones, color, sonido del producto final.

### **2.2.4 Recopilación de datos**

Fuentes de información primarias: Documentos como la ISO 23599, entrevistas e investigaciones. Fuentes de información secundarias: Se utiliza material de revistas de páginas como Scopus y tesis verificadas por la SUNEDU.

## 2.3 Demanda potencial

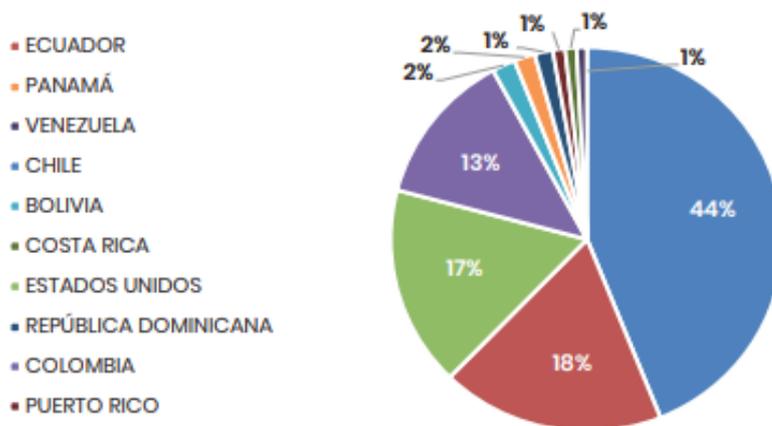
### 2.3.1 Patrones de consumo

Debido a la ausencia de este producto en el mercado, se utilizará la demanda histórica de baldosas cerámicas como referencia, pues si bien el principal producto sustituto serían las baldosas podotáctiles comunes, la data histórica de éstas se encuentra contenida en la de baldosas cerámicas debido a la aplicabilidad con la que cuentan todos los tipos de baldosas.

En cuanto a la exportación de los pisos cerámicos se ha registrado en el 2018 un incremento del 9% respecto del 2017 (CCL,2019), siendo el mercado chileno el principal destino al cual éstos son exportados de los 67 países a los que exporta el Perú.

**Figura 2.6**

*Principales destinos de exportación de baldosas cerámicas*



*Nota.* Adaptado de *Placas y Baldosas impulsaron exportaciones de cerámicos*, por Cámara de Comercio de Lima, 2018 ([https://apps.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/r880\\_3/comercio%20exterior.pdf](https://apps.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/r880_3/comercio%20exterior.pdf))

El mercado nacional ha producido históricamente cantidades en crecimiento durante los últimos años debido al aumento en la demanda de exportaciones, pues la producción nacional de baldosas cerámicas representó el 2018 el 85.7% del total de productos cerámicos exportados. (Lima, 2019)

**Tabla 2.4**

*Producción nacional de cerámicos de piso y pared*

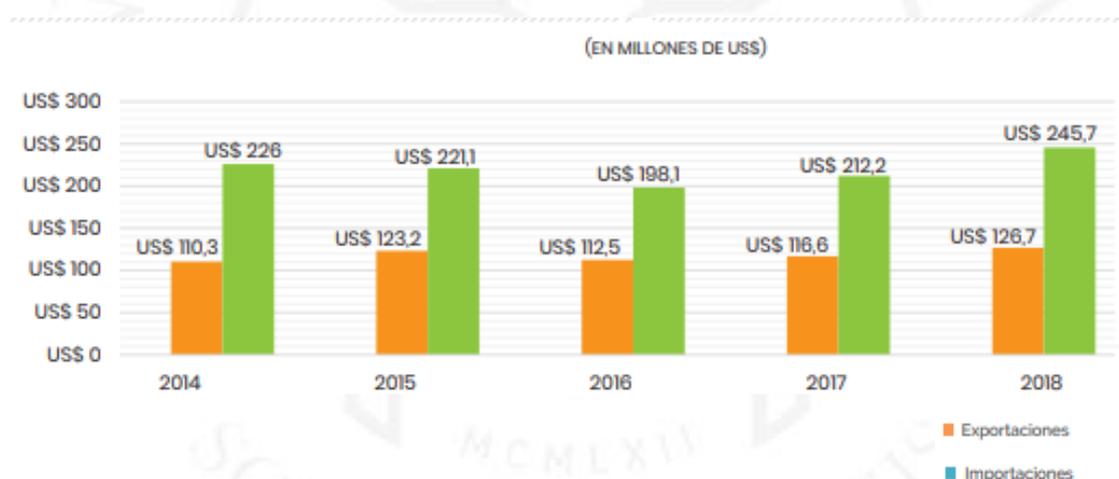
Unidad	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Metro cuadrado	53 098 683	58 397 362	59 970 373	64 732 871	62 561 539	60 342 585

*Nota.* Adaptado de *Producción de cerámicos de piso y pared*, por Ministerio de Producción, 2018

Por otra parte, se tiene que las importaciones de pisos cerámicos superan a las exportaciones peruanas de los mismos. En el 2018 se registró un incremento respecto del año anterior de 15.7% siendo China el principal proveedor de cerámicos hacia el Perú (CCL, 2019), principalmente porcelanatos.

**Figura 2.7**

*Valores históricos de exportaciones e importaciones de baldosas cerámicas del 2014 al 2018*



*Nota.* Adaptado de *Placas y Baldosas impulsaron exportaciones de cerámicos*, por Cámara de Comercio de Lima, 2018 ([https://apps.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/r880\\_3/comercio%20exterior.pdf](https://apps.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/r880_3/comercio%20exterior.pdf))

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

Para el análisis de la demanda se tomó en cuenta las cantidades de baldosas cerámicas importadas al Perú, las exportadas y las producidas tras recabar información presente en bases de datos del INEI y de Datatrade; Sin embargo, dada la naturaleza de responsabilidad social del presente proyecto, se tomará para el cálculo de la demanda potencial el total de instituciones públicas y privadas de educación superior licenciadas a

nivel nacional, teniendo como meta ideal la implementación de baldosas podotáctiles en la totalidad de éstas.

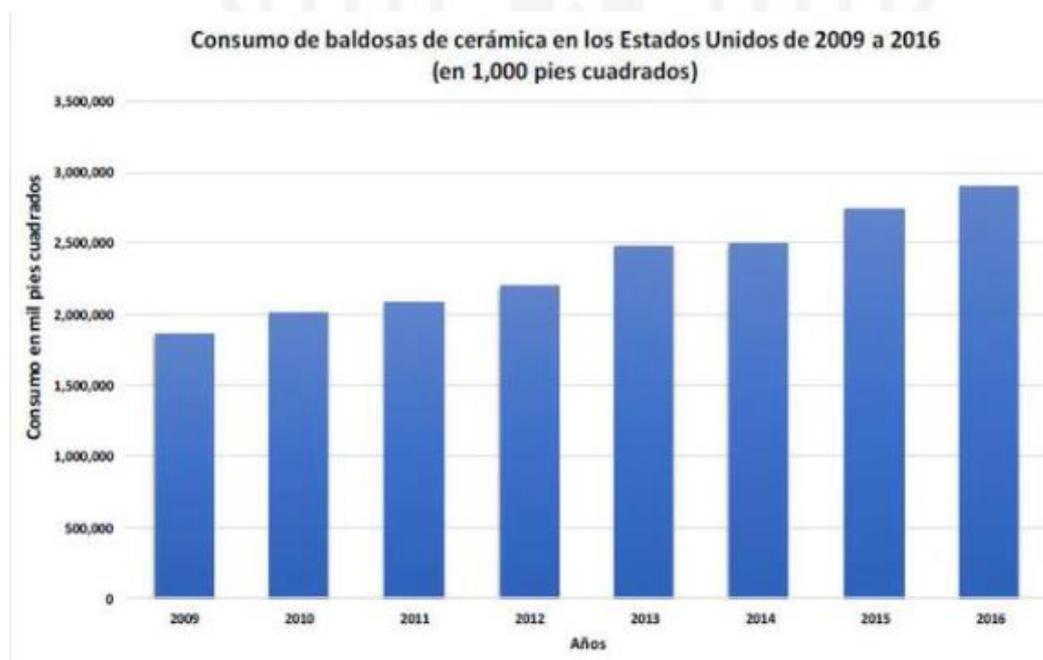
Según lo observado en las bases de datos correspondientes al Ministerio de Educación y la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria, se ha otorgado licenciamiento a nivel nacional a un total de 92 universidades, 2 escuelas de posgrado y 50 instituciones de educación superior con rango universitario (SUNEDU,2020). Además de un total de 115 institutos licenciados (MINEDU,2020).

Se tienen así 259 centros educativos, de los cuales considerando 25,000 m<sup>2</sup> como tamaño promedio de un campus (UPCH, 2020) se obtiene un tamaño total de 6,475,000 m<sup>2</sup> al cual se abastecería con baldosas podotáctiles.

En cuanto a tendencia del mercado, se tiene que el 17% de las baldosas cerámicas exportadas van al mercado de Estados Unidos (CCL, 2019), así podemos observar que éste cuenta con un mercado creciente históricamente a lo largo de los años como se observa a continuación

**Figura 2.8**

*Consumo histórico de baldosas cerámicas en Estados Unidos de 2009 a 2016*



*Nota.* Adaptado de *Estas son las tendencias del mercado de baldosas cerámicas en EE. UU*, por Diario Gestión, 2018 (<https://gestion.pe/economia/son-tendencias-mercado-baldosas-ceramicas-ee-uu-226699-noticia/>)

En cuanto a las tendencias de mercado para la preferencia dentro de los pisos cerámicos en base al evento “Coverings” (Stacy García, 2012) predominan las siguientes:

*Calcified*: Tendencia que emula erosión natural de suelos, fosilización y descomposición basada en colores pasteles.

**Figura 2.9**

*Paleta de colores en la tendencia calcified*



*Nota.* Adaptado de *Tendencias de los azulejos cerámicos en EE.UU.*, por Oficina Comercial de Perú en Miami, 2012 (<https://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/estudio/82943580rad826DE.PDF>)

**Figura 2.10**

*Patrones en baldosas calcified*



*Nota.* Adaptado de *Tendencias de los azulejos cerámicos en EE.UU.*, por Oficina Comercial de Perú en Miami, 2012 (<https://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/estudio/82943580rad826DE.PDF>)

*Dark fairytale*: Tendencia cuya influencia es la de colores sombríos inspirados en la asociación a lo misterioso.

**Figura 2.11**

*Paleta de colores en la tendencia dark fairytale*



*Nota.* Adaptado de *Tendencias de los azulejos cerámicos en EE.UU.*, por Oficina Comercial de Perú en Miami, 2012 (<https://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/estudio/82943580rad826DE.PDF>)

**Figura 2.12**

*Baldosas de tendencia dark fairytale*



*Nota.* Adaptado de *Tendencias de los azulejos cerámicos en EE.UU.*, por Oficina Comercial de Perú en Miami, 2012 (<https://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/estudio/82943580rad826DE.PDF>)

*Modern rustic:* Tendencia que busca crear ambientes modernos basados en colores fuertes de paleta marrón y gris, similar al hormigón.

**Figura 2.13**

*Paleta de colores en la tendencia modern rustic*



*Nota.* Adaptado de *Tendencias de los azulejos cerámicos en EE.UU.*, por Oficina Comercial de Perú en Miami, 2012 (<https://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/estudio/82943580rad826DE.PDF>)

**Figura 2.14**

*Baldosas en el suelo del tipo de tendencia modern rustic*



*Nota.* Adaptado de *Tendencias de los azulejos cerámicos en EE.UU.*, por Oficina Comercial de Perú en Miami, 2012 (<https://www.siicex.gob.pe/siicex/resources/estudio/82943580rad826DE.PDF>)

Es así como se puede apreciar que la tecnología se ha ido adaptando para replicar la semejanza de un producto natural en las baldosas cerámicas demandadas por el mercado, pues la semejanza natural hacia la madera-piedra está en aumento.

De forma particular, la demanda actualmente está enfocada a dar importancia al aspecto ecológico, pues los consumidores prestan atención además del diseño a las buenas prácticas de manufactura, mostrando especial interés por empresas ecológicamente responsables.

Por otra parte, los formatos de presentación más buscados en el mercado de baldosas cerámicas son los de *Thin tile* y *Large Format* (Gestión, 2019). El primero se refiere a las baldosas en formato delgado, pero con altos términos de resistencia al impacto y rotura, mientras que el segundo se refiere a las baldosas de mayor dimensión por temas puramente estilísticos para eliminar un aspecto monolítico, así como también tener una mayor facilidad de instalación.

Esta propuesta de producto suele ser instalado por empresas constructoras, por esto, un factor que se toma en cuenta para observar la demanda de baldosas es el porcentaje de construcción en Lima y Arequipa 27.25% (INEI, 2018). Sin embargo, los clientes son los centros de educación superior de Lima y Arequipa; por esto, se toma en cuenta el área promedio de estos centros y el total de éstos para el cálculo de la demanda. También se establece la cantidad promedio de baldosas podotáctiles que se necesitará en un espacio, tomando como referencia las estaciones del Metropolitano y refacciones en la Villa Deportiva Nacional (VIDENA).

Así se observó que a través del Programa Mejoramiento Integral de Barrios (Andina, 2019) en obras de rehabilitación de los exteriores de la VIDENA se colocaron 2 140 m<sup>2</sup> de baldosas podotáctiles, los cuales representan el 26.72% del total de metros cuadrados rehabilitados (veredas, sardineles, estacionamientos y áreas verdes). Del mismo modo se tomó a consideración la proporción de baldosas podotáctiles instaladas en todas las 35 estaciones del Metropolitano a la fecha del 2017, obteniendo así que el 21.43% del área total representaba a las baldosas podotáctiles.

Tomando en cuenta que la demanda potencial abarcaría los 1 398 770 m<sup>2</sup> de las instituciones de educación superior a nivel nacional y aplicando el mayor porcentaje de utilización de baldosas podotáctiles en construcción expuestas anteriormente, se tiene una demanda potencial de 373 721 m<sup>2</sup>.

**Tabla 2.5***Cálculo de la demanda potencial*

Área total de centros educativos superiores	Factor proporción Baldosa-espacio (VIDENA)	Demanda potencial (m <sup>2</sup> )
1 398 770	26.72%	373 721

**2.4 Determinación de la demanda de mercado****2.4.1 Población proyectada**

La demanda se determina por el área total del campus de universidades, institutos e instituciones con rango universitario que se encuentran en los departamentos de Lima y Arequipa. Para el cálculo del área de universidades se tomó como referencia el área del Campus Central de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, para institutos se tomó el área del Instituto Superior Tecnológico IDAT, para instituciones con rango universitario se tomó el área de la Escuela Nacional Superior de Ballet.

**Tabla 2.6***Área total de universidades, institutos e instituciones con rango universitario en Lima y Arequipa*

	Lima	Arequipa	Ambas regiones	Área promedio (m <sup>2</sup> )	Área total (m <sup>2</sup> )
Universidades	37	4	41	20 000	820 000
Institutos	68	10	78	5 735	447 330
Instituciones con rango universitario	50	3	53	2 480	131 440
	Total				1 398 770

**2.4.2 Proyección de la demanda**

Para tener una proyección basada en el número de clientes a satisfacer y que además tenga un crecimiento anual escalonado, se realizó un análisis para distribuir la demanda teniendo en cuenta el tipo de centro educativo y el área de referencia. Así, se creó la siguiente tabla que ilustra el número de centros por tipo que se proyecta asistir cada año por 5 años. Como se muestra a continuación, se observa la demanda anual del proyecto

tras aplicar el menor porcentaje hallado de proporción baldosa-espacio (21.43% en estaciones del Metropolitano) al área total anual de instituciones sobre las cuales implementar las baldosas podotáctiles.

**Tabla 2.7**

*Demanda total del proyecto desglosada a 5 años en m<sup>2</sup>*

Año	Universidades	Institutos	Instituciones con rango Universitario	Área total	Área proyectada
1	0	8	3	53 320	11 426
2	1	7	4	70 065	15 015
3	2	6	5	86 810	18 603
4	3	5	6	103 555	22 192
5	4	4	7	120 300	25 780
<b>Total</b>					<b>93 016</b>

### 2.4.3 Definición del mercado objetivo

El mercado objetivo se define por universidades, institutos e instituciones con rango universitario como cliente principal, por otro lado, a la población con discapacidad visual como consumidor. El producto se segmentará para estos espacios dado el gran impacto social positivo para esta comunidad, ya que se provee de herramientas para continuar con una formación profesional o técnica, adicionalmente las cualidades estéticas y la funcionalidad de las baldosas para interior son diseñadas especialmente para estos centros educativos.

En cuanto al análisis relacionado directamente a los clientes empresariales, se tienen las siguientes variables que cumplen con los criterios del sector construcción en el cual se aplicará nuestro producto *“Safe Walk”*.

Segmentación psicográfica: Nos basaremos en la preferencia adquisitiva por parte de las universidades e institutos, que eligen el tipo de revestimiento en base a la relación precio, diseño y durabilidad. El nivel socioeconómico refleja el nivel de preferencia de la baldosa cerámica por sobre los otros tipos de baldosa, siendo esta de 37% para el NSE A, 49% para el NSE B y 66% para el NSE C (CAPECO, 2014).

Segmentación geográfica: El área que abarcará el proyecto será la de Lima y Arequipa, específicamente el sector urbano, ya que en este sector se encuentran los centros de educación superior.

Segmentación demográfica: Los clientes son universidades, institutos e instituciones con rango universitario, por ende, es un *business to business* (B2B). Se orientará a centros con mayor prestigio y mayor reinversión, dado que esto es un indicador de mayor probabilidad de la adquisición de las baldosas podotáctiles. Además, la comunicación estará direccionada al área de responsabilidad social universitaria o áreas semejantes, dado que se priorizará la necesidad de resolver el problema del alumnado con discapacidad visual.

#### 2.4.4 Determinación de la demanda del proyecto

Para la determinación de la demanda, se toma en cuenta la intención e intensidad obtenidas por entrevistas, estadística no muestral, de personas directamente relacionadas con el área de responsabilidad social de la Universidad de Lima.

También, se considera el porcentaje de utilización de baldosas podotáctiles calculado en base al área de baldosas podotáctiles instaladas en las estaciones del Metropolitano, de 21.43%, el factor menor, con la finalidad de asemejarse más a la realidad.

Dado el resultado del área proyectada en 5 años en base a la cantidad de instituciones a atender, el cual fue 93 016 m<sup>2</sup>, se estableció una participación de mercado de 34.48% para satisfacer la demanda proyectada.

**Tabla 2.8**

*Cálculo de la demanda del proyecto*

Área total (m <sup>2</sup> )	Factor proporción Baldosa espacio (Metropolitano)	Intención	Intensidad	Participación de mercado	Demanda del proyecto (m <sup>2</sup> )
1 398 770	21.43%	1	0.9	34.48%	93 016

Así, se obtiene una demanda por área que posee una equivalencia en cajas, unidad del producto final. A continuación, se presentará la proyección de la demanda en cajas anuales.

**Tabla 2.9**

*Demanda del proyecto*

<b>Año</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>
Demanda (cajas)	6 348	8 342	10 335	12 329	14 322

Se concluye una demanda proyectada de 6 348 cajas en el primer año, que va en aumento hasta 14 322 cajas al 2026.

## **2.5 Análisis de la oferta**

### **2.5.1 Empresas productoras, importadoras y comercializadoras**

Las principales empresas productoras de baldosas cerámicas y exportadoras del Perú hasta 2018 fueron Cerámica Lima, con un valor de US\$ 70.3 millones, seguido por Cerámica San Lorenzo con un valor de US\$ 33.45 millones, Aris Industrial con US\$ 8 millones, Corporación Cerámica por US\$ 4 millones y Refractarios Peruanos con US\$ 1.3 millones.

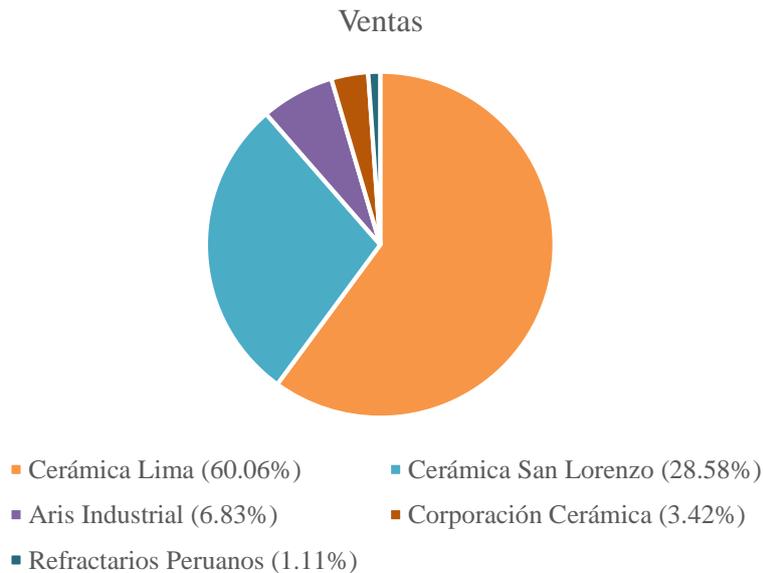
Si bien el principal mercado al cual se exporta es Chile con un valor en exportaciones de US\$ 52.8 millones, también los principales destinos en el 2018 fueron Ecuador con US\$ 22.1 millones, Estados Unidos con un valor de US\$20.2 millones y Colombia con US\$15.5 millones (CCL, 2019).

### **2.5.2 Participación de mercado de los competidores actuales**

Las baldosas cerámicas representan actualmente el 85.7% del total de productos cerámicos exportados debido a que durante el año 2018 la oferta peruana creció en exportaciones llegando a incrementarse en 9% respecto del 2017 (CCL,2019).

**Figura 2.15**

*Participación de las principales empresas productoras de baldosas a nivel nacional*



### **2.5.3 Competidores potenciales si hubiera**

A la fecha, en el mercado peruano no existen competidores con un producto de iguales características al del presente proyecto. Sin embargo, en otras partes del mundo, específicamente en España, se encuentra Eko-Rec, una empresa que fabrica baldosas de suelo hechas a partir de material reciclado la cual sería competencia directa en una hipotética entrada al mercado peruano.

Por otro lado, cabe mencionar que si bien existe oferta de baldosas podotáctiles como es el caso de Perú Vinyl con sus baldosas podotáctiles de poliuretano, la empresa Signo Vial cuya baldosa podotáctil está desarrollado en policarbonato HIPS (Poliestireno de Alto Impacto), la empresa Ecasa Perú con pavimento táctil, entre otros; ninguna de estas cuenta con el beneficio medioambiental del reciclaje aplicado en la formulación de su materia prima, pues todas usan fuentes vírgenes haciendo que ninguna de las empresas mencionadas sea similar al proyecto “Safe Walk”.

## **2.6 Definición de la Estrategia de Comercialización**

### **2.6.1 Políticas de comercialización y distribución**

El producto por fabricar contará con una estrategia de diferenciación de otras empresas del mismo rubro, ya que tenemos el valor agregado de sostenibilidad sumado al objetivo principal de responsabilidad social de este bien. Así, este producto satisfará la necesidad de inclusión para el desplazamiento seguro y se aumenta el aspecto ambiental al ser de PET reciclado. Además, se diferenciará por los servicios post venta de instalación y mantenimiento.

El diseño del canal de ventas que se manejará es de 0 etapas, ya que se venderá directamente a la empresa cliente en grandes volúmenes, direccionando la comunicación y estrategia de ventas al área de responsabilidad social o departamento similar correspondiente a cada institución por año del proyecto. Se tiene así que el primer año los clientes serán 11 instituciones educativas, otro grupo de 12 instituciones en el segundo año, 13 en el tercero, 14 en el cuarto año y 15 en el último año del proyecto, teniendo así al final del proyecto una cartera de clientes de 10 universidades, 30 institutos y 25 instituciones con rango universitario.

Se optará por una distribución eficaz, porque estará en el lugar y tiempo requerido por el cliente.

Se invertirá en publicidad de alta calidad para la correcta exposición de información del producto con campañas de concientización. Para posicionar la marca, se optará por la inversión en publicidad online y offline. Se invertirá en recursos físicos mediante la contratación de banners publicitarios en los principales centros comerciales de ambas ciudades; así mismo, se buscará posicionamiento en marketing digital a través del SEM (Search Engine Marketing) con inversión en Google Ads, además de campañas publicitarias en las principales redes sociales entre las cuales se incluirán banners en Facebook Ads, Stories de Instagram y LinkedIn. Se considerará Instagram dado que al ser una red social usada masivamente por universitarios se generaría un impacto positivo en la concientización sobre la discapacidad visual en la masa estudiantil. Se busca así que cuando se implementen estas baldosas en los centros educativos, los alumnos puedan reconocer que las baldosas pertenecen a la marca “*Safe Walk*”, ocurriendo un

posicionamiento en la mente no solo del consumidor final, sino de toda la población estudiantil generando así un impacto positivo en la necesidad de responsabilidad social y reconocimiento como marca social por encima de ser solo una marca productora de baldosas.

Finalmente, se tendrá un precio ligeramente por encima del mercado actual, ya que este producto es superior en comparación.

### **2.6.2 Publicidad y promoción**

Para la publicidad del producto de baldosas podotáctiles de material reciclado se considerará dos puntos importantes: el producto y la consciencia social-ambiental.

En primer lugar, se destacará las cualidades de las baldosas tales como durabilidad, resistencia, cristalinidad y que cumple con los requisitos regulatorios de la ISO 23599. Asimismo, las dimensiones de las baldosas podotáctiles también serán resaltadas ya que son ideales para interiores. Se dirige la publicidad al público objetivo: centros educativos superiores, al destacar las propiedades de la materia prima para ambientes de alto tránsito.

Por otro lado, se desarrollará publicidad de concientización de materia en responsabilidad social. Este punto resaltaré la importancia de generar el acceso adecuado a personas con discapacidad visual. Además, al ser de material reciclado tiene un impacto positivo con la gestión ambiental. Ambos puntos mejorarán la imagen de marca y la ética empresarial generar inclusión y sostenibilidad, por consiguiente, se obtendrá ventajas financieras.

Además de tener publicidad para el público objetivo o segmento de clientes, se realizará publicidad para empresas constructoras, ya que éstas serán aliadas y, también, clientes intermediarios para realizar la instalación de baldosas en las áreas solicitadas.

Los tipos de publicidad a usar serán tanto tradicionales como digitales, priorizando esfuerzos en estos últimos, pues al ser un modelo de negocio B2B se precisa de un proceso de compra más complejo para lo cual se buscará fomentar el interés de la comunidad en materia de responsabilidad social. En cuanto a los métodos tradicionales se invertirá en banners publicitarios físicos que aparecerán en los principales centros

comerciales y universidades más concurridas de Lima y Arequipa. Mientras que en los medios digitales se tendrá lo siguiente:

En lo que respecta a los medios a usar, se invertirá en publicidad de posicionamiento SEM (Search Engine Marketing) de Google Ads para tener posicionamiento por pago en el principal buscador con un sistema de pago por clic. Se hará uso también de búsqueda inteligente con keywords “baldosas”, “discapacidad visual”, “podotáctil”, “reciclaje”.

Se creará una página en WIX, en la cual se especificará a detalle la propuesta social de las baldosas, además del impacto medioambiental que tienen. Se añadirán fotos llamativas y el diseño de la página estará orientado a facilitarle al lector la lectura de la información del producto, especificaciones técnicas y el impacto esperado, enlazando dicha página web a las principales redes sociales de la marca (Facebook e Instagram).

En cuanto a redes sociales, se hará uso del Facebook Business Manager, para así tener un mayor control de los anuncios desde una sola plataforma, teniendo estadísticas de las interacciones midiendo así el alcance de la publicidad. En esta plataforma se invertirá en anuncios por secuencia, el cual es un formato que permitirá utilizar imágenes seguidas en un solo anuncio capturando la atención de la audiencia con el enfoque emocional direccionado a la responsabilidad social con las personas con discapacidad social. Además, se incluirán banners publicitarios en esta plataforma mediante Facebook Ads con las fotos de baldosas podotáctiles.

En Instagram se buscará la construcción de reputación de la marca y relaciones con el público peruano, se invertirá en publicidad por medio de “historias” con videos cortos y llamativos que demuestren el producto y sus beneficios en la sociedad, llamando a que los usuarios de dicha red social puedan entrar en la página de la marca y generar un crecimiento de la comunidad virtual orientada a responsabilidad social, haciendo que las instituciones educativas se concienticen en la materia.

Se hará uso también del email marketing para enlazar a los clientes con la web mediante el uso de Mailchimp, mediante la cual se enviarán campañas de emails informativos a los centros educativos. Se hará así propaganda publicitaria por correo electrónico a bases de datos de las instituciones educativas en Lima y Arequipa.

Se busca así con todos estos medios tener como resultado lo siguiente:

- **Audiencia:** Llegar a todo el público peruano y concientizar sobre la discapacidad visual y necesidades de inclusión a través de las redes sociales principalmente.
- **Accesibilidad:** La información acerca de *Safe Walk* debe estar disponible fácilmente para cualquier persona que lo requiera tanto en la página web como en redes sociales, así como también debe haber facilidad de comunicación entre vendedor y cliente.
- **Contenido:** La publicidad usada debe ser dinámica y con imágenes que llamen la atención del público, así como el uso de videos demostrativos en redes sociales.

Como resultado, se obtendrá presencia adquiriendo público a través de motores de búsqueda, opiniones y redes.

### 2.6.3 Análisis de precios

#### a) Tendencia histórica de los precios

En la data histórica recolectada se puede apreciar una tendencia creciente al valor FOB de exportación de baldosas cerámicas, contando con una tasa promedio de crecimiento anua del 27% pasando desde US\$11 millones en el año 2005 al valor de US\$96 millones en el 2014. Se mantienen los principales destinos de exportación de baldosas, siendo Chile el mercado dominante seguido de Colombia y Estados Unidos (INEI, 2015).

**Figura 2.16**

*Data histórica de ventas de exportación en millones de US\$*



*Nota.* Adaptado de *Exportación de baldosas de cerámica barnizada o esmaltada creció en 762%*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2015 (<https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/exportacion-de-baldosas-de-ceramica-barnizada-o-esmaltada-crecio-en-762-8688/>)

#### **b) Precios actuales**

Analizando en función de los pisos cerámicos, dependiendo del acabado el precio al cual es vendido oscila desde los S/ 16 x  $m^2$  hasta los S/40 x  $m^2$  dentro del mismo nivel de gama (Promart).

En el caso de baldosas podotáctiles de concreto, como podemos apreciar a continuación, en la tercera fila, el precio unitario por baldosa es de S/20.43 soles en promedio (CYPE, 2019).

**Tabla 2.10***Precio en soles de baldosa podotáctil convencional*

<b>Año</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio parcial</b>
m <sup>2</sup>	Loseta de concreto para uso exterior, acabada con botones, clase resistente a flexión T, clase resistente según la carga de rotura 3, clase de desgaste por abrasión G, formato nominal 20x20x3, 1cm, color gris.	1.050	20.43	21.45

*Nota.* Adaptado de *Precio de baldosa podotáctil convencional*, por CYPE Ingenieros, 2019 ([http://www.peru.generadordeprecios.info/obra\\_nueva/Revestimientos/Suelos\\_y\\_pisos/Ceramicos\\_gres/Solado\\_de\\_baldosas\\_de\\_barro\\_cocido.html](http://www.peru.generadordeprecios.info/obra_nueva/Revestimientos/Suelos_y_pisos/Ceramicos_gres/Solado_de_baldosas_de_barro_cocido.html))

### **c) Estrategia de precio**

En el caso del presente proyecto, al ser un valor agregado los patrones estéticos del material a inyectar, se considerará un valor ligeramente por sobre el promedio del mercado, considerando el hecho del material PET reciclado, sus propiedades y diseños marmoleados. Se contará con un precio variable o negociado dependiendo del volumen de compra de los clientes, negociando en función de la cantidad a venderse y la intensidad de compra.

Al tomar como referencia el precio de la competencia, cada caja de 20 unidades costará 350 soles como precio de venta.

## CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE LA PLANTA

### 3.1 Identificación y análisis detallado de los factores de macrolocalización

La ubicación óptima para la planta de fabricación de baldosas podotáctiles a partir de PET reciclado cumple con ciertos factores que aseguran una correcta infraestructura y recursos necesarios para su correcto funcionamiento.

Los factores a considerar para la macrolocalización son los siguientes:

- **Proximidad de materia prima:** Elegido ya que se requiere contar con proveedores de PET reciclado cercanos a la planta para ahorrar en costos de transporte y además es ventajoso para la empresa contar con diversas opciones de proveedores que oferten a diferentes precios y calidades. Se le otorga a este factor una importancia media-alta dado que no hay escasez de esta materia prima en el mercado.
- **Acceso a infraestructura industrial:** Es elegido porque se requerirán recursos de energía y agua en un inmueble con características adecuadas para instalar la planta. Su importancia radica en que se requiere que las instalaciones disponibles cuenten con los medios adecuados para garantizar un eficiente desempeño de labores, es por ello que se le da una alta importancia a este factor.
- **Disponibilidad de mano de obra:** Elegido pues se requerirán trabajadores calificados para las funciones a desempeñar ya que serán ellos quienes mantengan en marcha el proyecto. Es de importancia media-alta pues se necesitará disponibilidad de personal con los conocimientos técnicos adecuados a cada puesto.
- **Acceso de infraestructura vial:** Se eligió este factor porque los tiempos de entrega se verán afectados de no contar con carreteras pavimentadas adecuadamente. El nivel de importancia es medio considerando la situación de las vías de acceso y su posible efecto en la distribución.

- **Seguridad:** Factor elegido porque es importante garantizar que la delincuencia no sea un problema que perjudique las labores de la planta. Es de importancia nivel medio, pues si bien se contará con personal de seguridad, es preferible que el lugar en el que se ubique la planta no se encuentre en la mira de la delincuencia.

Para la ubicación de la planta se evaluarán tres departamentos del Perú: Lima, Arequipa e Ica. Estos departamentos se seleccionaron dado que los mercados a los que está dirigida la empresa están localizados en Lima y Arequipa. Por otro lado, el departamento de Ica se encuentra situada entre Lima y Arequipa, por lo que también se tomó para el análisis.

Los tres departamentos se caracterizan por formar parte de la costa peruana con acceso directo a puertos estratégicos en los cuales desembarcarán los insumos que se importarán del extranjero y que se detallarán en el capítulo V. Dichos puertos son: Callao en Lima, San Martín en Ica, y Matarani en Arequipa.

En cuanto a disponibilidad de materia prima PET reciclado, tanto Lima como Ica y Arequipa cuentan con empresas recolectoras de residuos sólidos las cuáles serán las proveedoras que abastecerán a la planta productora. Dicha oferta y disponibilidad de materia prima se detallará cuantitativamente en el factor correspondiente a “disponibilidad de materia prima” descrito más adelante.

A continuación, se muestra la ubicación geográfica de los 3 departamentos de Lima, Ica y Arequipa.

### Figura 3.1

*Departamentos a evaluar para la Macrolocalización*



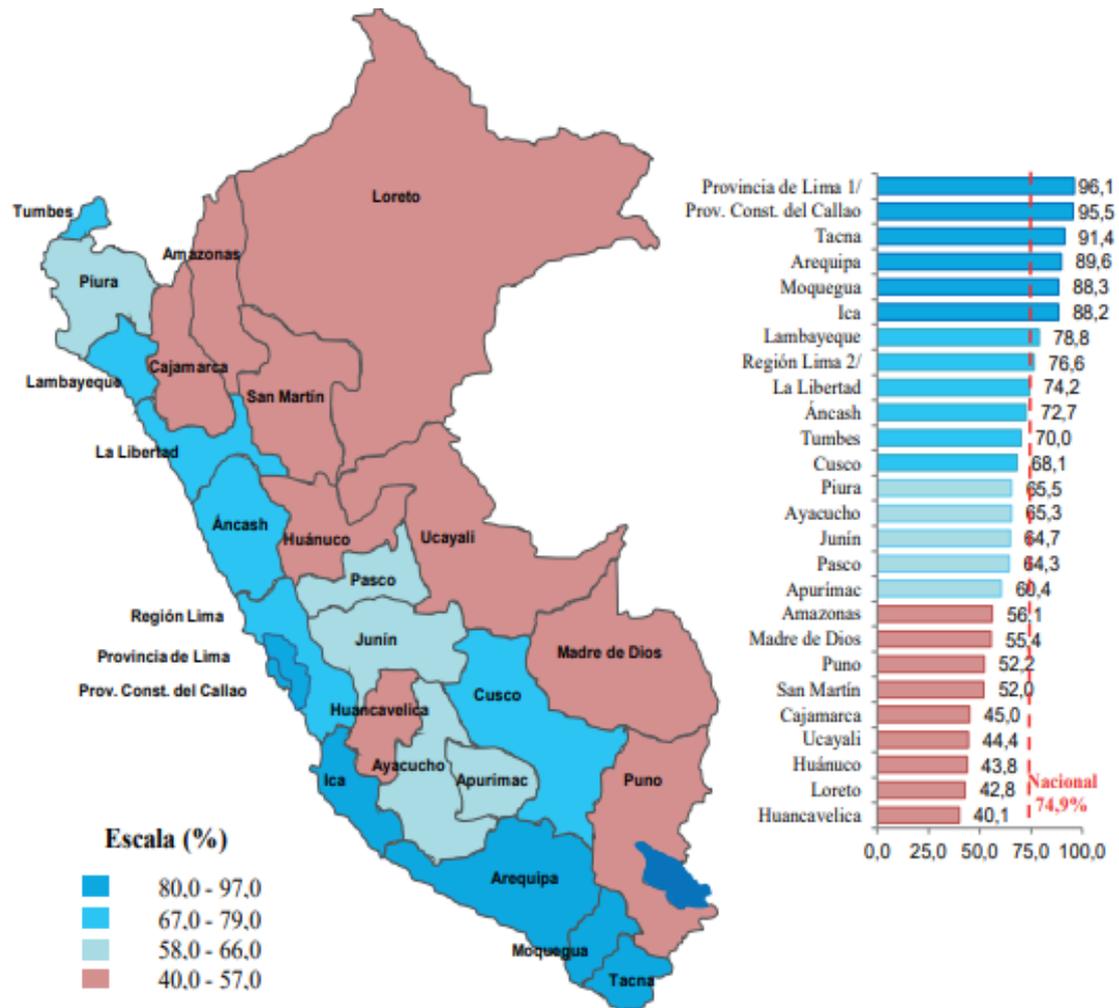
*Nota.* Adaptado de *Departamentos a evaluar*, por Paintmaps, 2020

- **Acceso a Infraestructura industrial**

El acceso a infraestructura industrial es un factor importante que comprende la disponibilidad de recursos de energía y agua, además de la disponibilidad de un inmueble con características industriales. Es de importancia pues para la producción de las baldosas podotáctiles se requerirá contar con una infraestructura adecuada que permita sobretodo un óptimo aprovechamiento del recurso hídrico para el adecuado desempeño de las operaciones a lo largo del proceso productivo, además de proporcionar a la instalación los medios adecuados para la limpieza y desinfección interna. Así, para determinar el recurso hídrico, se analizó estadísticas de cobertura de agua y saneamiento básico a nivel nacional según departamentos, resaltando principalmente la conexión a alcantarillado dentro de edificaciones.

**Figura 3.2**

*Porcentaje de acceso a red pública de alcantarillado, según departamentos*



*Nota.* Adaptado de *Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2020 ([https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin\\_agua\\_junio2020.pdf](https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_junio2020.pdf))

En este gráfico, se puede analizar que los departamentos cuyo porcentaje de acceso a red de alcantarillado es mayor son aquellos que resultarían más convenientes para la instalación de la planta, ya que tendrían mayor disponibilidad de este recurso para su uso en el proceso de fabricación del producto.

Esta información manifiesta que la Provincia de Lima es la cual cuenta con mayor cobertura de alcantarillado instalado, con 96.1%, por otro lado, Arequipa posee un 89.6%, mientras que el menor porcentaje entre los tres departamentos seleccionados lo tiene Ica, con un 88.2%.

**Tabla 3.1**

*Porcentaje de déficit de agua por departamentos*

Departamento	%
Lima	96.1%
Arequipa	89.6%
Ica	88.2%

*Nota.* Adaptado de *Perú: Formas de acceso al agua y saneamiento básico*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2020

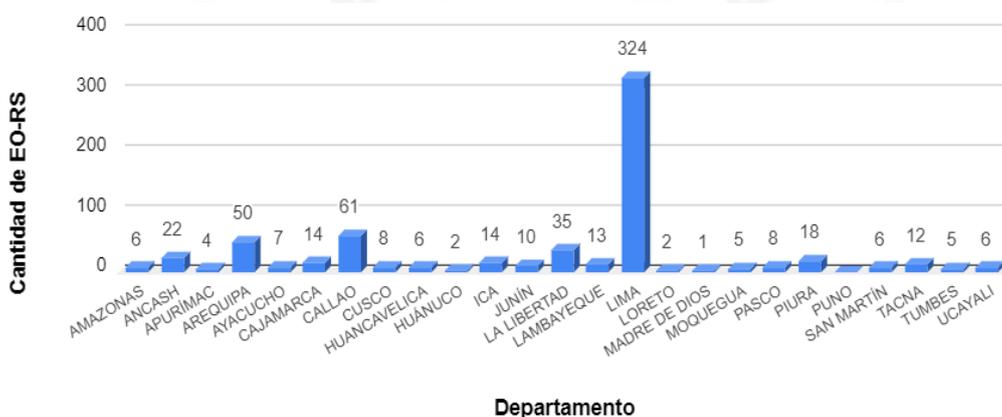
([https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin\\_agua\\_junio2020.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_junio2020.pdf))

- **Proximidad de materia prima**

Se consideró como factor clave la disponibilidad de la materia prima PET reciclado. La cercanía de estas empresas proveedoras es un factor relevante, porque el costo del transporte de materia prima a la planta sería menor y además aumenta la posibilidad de tener más opciones de proveedores a seleccionar. Para esta clase de materia prima, la cual es un residuo sólido procesado, se analizaron estadísticas sobre el total de Empresas Operadoras de Residuos Sólidos (EO-RS) autorizadas por el Ministerio del Ambiente, según ubicación de planta de operaciones por departamentos.

**Figura 3.3**

*Cantidad de EO-RS por departamentos, según ubicación de planta de operaciones principal*



*Nota.* Adaptado de *EO-RS*, por Ministerio del Ambiente, 2020

(<https://sinia.minam.gob.pe/inea/informe/respuestas/>)

En las estadísticas, se observa que principalmente en el departamento de Lima se encuentra el mayor número de Empresas Operadoras de Residuos Sólidos con 324 EO-RS, le sigue Arequipa, que cuenta con 50 de estas empresas y por último se encuentra Ica, cuya región posee 14 de dichas empresas proveedoras.

**Tabla 3.2**

*Número de EO-RS por departamento*

Departamento	Valor
Lima	324
Arequipa	50
Ica	14

*Nota.* Adaptado de EO-RS, por Ministerio del Ambiente, 2020  
(<https://sinia.minam.gob.pe/inea/informe/respuestas/>)

- **Disponibilidad de mano de obra**

Asimismo, un factor de relevancia es la disponibilidad de mano de obra altamente calificada y capacitada. Para analizar cuál es departamento de mayor conveniencia en este aspecto, se analizó los datos acerca de la Población Económicamente Activa (PEA) a nivel nacional, según departamentos al año 2020 de la encuestada realizada a hogares por el INEI.

**Tabla 3.3**

*Población económicamente activa, según ámbito geográfico al 2020 en miles de personas*

Ámbito geográfico	2020
Total	16 095.0
Amazonas	243.1
Áncash	598.5
Apurímac	264.3
Arequipa	628.2
Ayacucho	368.4
Cajamarca	891.1
Prov. Const. del Callao	484.4

(continúa)

(continuación)

<b>Ámbito geográfico</b>	<b>2020</b>
Cusco	754.7
Huancavelica	290.7
Huánuco	458.5
Ica	397.1
Junín	685.8
La Libertad	925.2
Lambayeque	601.1
Lima	4 804.5
Loreto	518.2
Madre de Dios	83.3
Moquegua	102.3
Pasco	176.5
Piura	930.1
San Martín	497.1
Tacna	161.9
Tumbes	126.0
Ucayali	276.2

*Nota.* Adaptado de *EO-RS*, por Ministerio del Ambiente, 2020 (<https://sinia.minam.gob.pe/inea/informe/respuestas/>)

Así, con esta data se puede determinar el mayor número de personas correspondientes a la PEA, para precisar en qué departamentos existe mayor disponibilidad de trabajadores para la planta de fabricación de baldosas podotáctiles. En la tabla se observa que Lima lidera el número de PEA con gran diferencia frente las demás regiones con 4 804.5 miles de personas. A continuación, se encuentra el departamento de Arequipa con 628.2 miles y por último está Ica con 397.1 miles de habitantes pertenecientes a la PEA.

**Tabla 3.4**

*Población económicamente activa en miles por departamento*

<b>Departamento</b>	<b>Valor</b>
Lima	4 804.5
Arequipa	628.2
Ica	397.1

*Nota.* Adaptado de *Comportamiento de los indicadores de mercado laboral a nivel nacional*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2021 (<https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/01-informe-tecnico-empleo-nacional-oct-nov-dic-2020.pdf>)

- **Acceso de infraestructura vial**

Este es un factor directamente relacionado con la logística del transporte, ya que el tiempo de entrega y la variación del tiempo de entrega de los proveedores y de la propia planta a los clientes se verá afectado por la situación de las vías. El transporte por carreteras pavimentadas aumenta la garantía de un envío con menor costo, dado que se reduce el tiempo y existe una mayor seguridad en comparación a las carreteras no pavimentadas.

**Tabla 3.5**

*Infraestructura vial existente del Sistema Nacional de Carreteras, según departamento*

DEPARTAMENTO	LONGITUD TOTAL	NACIONAL		
		SUB TOTAL	Pavimentada	No Pavimentada
TOTAL	175 589.3	27 045.6	22 535.1	4 510.6
Amazonas	3 260.3	855.0	851.5	3.5
Áncash	10 743.7	1 885.9	1 435.5	450.4
Apurímac	8 129.1	1 284.0	1 013.5	270.5
Arequipa	10 214.1	1 493.0	1 214.5	278.5
Ayacucho	12 585.3	1 794.0	1 726.7	67.4
Cajamarca	14 718.2	1 740.1	1 519.5	220.6
Callao	52.1	45.2	45.2	0.0
Cusco	17 504.7	2 032.8	1 623.5	409.4
Huancavelica	8 244.3	1 446.3	1 187.8	258.5
Huánuco	7 873.9	1 313.5	914.0	399.4
Ica	3 646.2	697.3	683.3	14.1
Junín	11 995.4	1 783.5	1 061.6	721.9
La Libertad	8 808.0	1 262.2	954.6	307.6
Lambayeque	3 197.5	469.0	450.8	18.2
Lima	7 615.6	1 685.0	1 357.4	327.6
Loreto	893.6	128.9	88.6	40.3
Madre de Dios	2 015.0	399.3	399.3	0.0
Moquegua	2 933.2	470.3	470.3	0.0
Pasco	3 597.9	588.3	367.1	221.2
Piura	8 865.8	1 733.0	1 655.6	77.3
Puno	17 298.3	2 018.9	1 804.1	214.9
San Martín	5 250.3	824.0	769.6	54.5
Tacna	2 643.1	631.1	580.1	51.0
Tumbes	993.3	138.5	138.5	0.0
Ucayali	2 510.5	326.5	222.5	104.0

*Nota.* Adaptado de *Estadística-Infraestructura de Transportes – Infraestructura Vial*, por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2021 (<https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/344790-estadistica-infraestructura-de-transportes-infraestructura-vial>)

Con esta información, se concluye que entre los departamentos seleccionados para la localización de la planta: Lima, Arequipa e Ica; el departamento con mayor longitud de vías pavimentadas es Lima, el cual cuenta con 1 357.4 km de carreteras pavimentadas a nivel nacional. En segundo lugar, está Arequipa, con 1 214.5 km de carreteras pavimentadas. Mientras que, en Ica solo se encuentran 683.3 km de carreteras pavimentadas.

**Tabla 3.6**

*Longitud de red vial pavimentada en kilómetros por departamento*

<b>Departamento</b>	<b>Valor</b>
Lima	1 357.4
Arequipa	1 214.5
Ica	683.3

*Nota.* Adaptado de *Estadística-Infraestructura de Transportes – Infraestructura Vial*, por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2021 (<https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/344790-estadistica-infraestructura-de-transportes-infraestructura-vial>)

- **Seguridad**

Otro factor que tomar en cuenta es la seguridad del departamento en el que se ubicará la planta. La elevada delincuencia a nivel nacional es un tema que afecta en muchos aspectos de la industria, es así, que se analiza este factor para determinar el departamento que cuente con menor índice de población penitenciaria por delitos contra el patrimonio.

**Tabla 3.7**

*Población penitenciaria en los establecimientos penitenciarios según departamento*

<b>Departamento</b>	<b>2019</b>
<b>Total</b>	<b>95 548</b>
Amazonas	1 111
Áncash	4 700
Apurímac	1 039
Arequipa	2 875

(continúa)

(continuación)

<b>Departamento</b>	<b>2019</b>
Ayacucho	2 980
Cajamarca	1 986
Prov. Const. del Callao	3 228
Cusco	3 826
Huancavelica	280
Huánuco	3 370
Ica	7 794
Junín	4 004
La Libertad	5 838
Lambayeque	4 601
Lima	29 473
Loreto	1 609
Madre de Dios	1 001
Moquegua 3/	271
Pasco	714
Piura	4 213
Puno	2 408
San Martín	3 158
Tacna	1 323
Tumbes	1 178
Ucayali	2 568

*Nota.* Adaptado de *Capítulo VI: Estadísticas de la población penitenciaria*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019  
([https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1534/cap06.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1534/cap06.pdf))

Esta data sitúa a Arequipa con el menor índice de criminalidad, en esta región se encuentran recluidas 2 875 personas que cometieron delitos, en segundo lugar, se encuentra Ica con 7 794 personas y por último la región que tiene el mayor número de población penitenciaria es Lima, sumando un total de 29 410 personas que infringieron la ley.

**Tabla 3.8**

*Incidencias de delitos contra el patrimonio por departamento*

<b>Departamento</b>	<b>Valor</b>
Lima	29 410
Arequipa	2 875
Ica	7 794

*Nota.* Adaptado de *Capítulo VI: Estadísticas de la población penitenciaria*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019  
([https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1534/cap06.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1534/cap06.pdf))

### 3.1.1 Evaluación y selección de la macrolocalización

En cuanto a la macro localización corresponde, se tienen las alternativas de Lima, Ica y Arequipa, regiones que fueron descritas para cada factor de macro localización correspondiente.

Así, se tiene la matriz de enfrentamiento de los factores de macro localización como se muestra a continuación:

**Tabla 3.9**

*Matriz de enfrentamiento de factores de Macrolocalización*

	Acceso a infraestructura industrial	Proximidad de materia prima	Disponibilidad de mano de obra	Acceso de infraestructura vial	Seguridad	Total	Ponder.
Acceso a infraestructura industrial	-	1	1	1	1	4	33.33%
Proximidad de materia prima	0	-	1	1	1	3	25.00%
Disponibilidad de mano de obra	0	1	-	1	1	3	25.00%
Acceso de infraestructura vial	0	0	0	-	1	1	8.33%
Seguridad	0	0	0	1	-	1	8.33%
						<u>12</u>	

Se utilizó como criterio de ponderación la escala numérica del 1 al 5 en donde se tiene al valor de 1 como “muy deficiente”, 2 como “poco deficiente”, 3 como “regular”, 4 como “bueno” y 5 como “excelente”.

Así, con los resultados de la ponderación, se realizó la siguiente tabla para determinar cuál de los departamentos de Lima, Arequipa o Ica resultaría con mayor puntaje. La puntuación de cada factor por departamento se determinó con el análisis previo de cada uno, otorgando entre 1 y 5 puntos en dependencia de la situación de los departamentos en cada factor.

**Tabla 3.10***Ranking de factores de macro localización*

	<b>Ponderación</b>	<b>Lima</b>		<b>Arequipa</b>		<b>Ica</b>	
Acceso a infraestructura industrial	33.33%	4	1.33	3	1.00	1	0.33
Proximidad de materia prima	25.00%	5	1.25	2	0.50	1	0.25
Disponibilidad de mano de obra	25.00%	5	1.25	3	0.75	2	0.50
Acceso de infraestructura vial	8.33%	4	0.33	4	0.33	2	0.17
Seguridad	8.33%	1	0.08	5	0.42	3	0.25
			<u>4.25</u>		<u>3</u>		<u>1.5</u>

Nota: 1: Muy deficiente, 2: poco deficiente, 3: regular, 4: bueno; 5: excelente.

Finalmente, con estos resultados se puede concluir que el departamento óptimo para la ubicación de la planta es Lima, ya que obtiene el mayor puntaje de 4.25, frente a Arequipa e Ica que tienen un puntaje de 3 y 1.5 respectivamente.

### 3.2 Identificación y análisis detallado de los factores de microlocalización

En cuanto a microlocalización, se consideraron los siguientes factores:

- **Disponibilidad de terrenos:** Se eligió este factor porque es importante que exista disponibilidad de terrenos con características industriales que se ajusten a las necesidades de la empresa. Se le dio a este factor una alta importancia pues dependerá altamente de la oferta existente de inmuebles la elección de donde ubicar la planta.
- **Costo de renta:** Se eligió este factor porque es primordial saber el costo del alquiler del local industrial en el que se ubicará la planta de producción ya que se verá reflejado cada mes en los presupuestos correspondientes. El nivel de importancia dado a este factor es alto.
- **Índice de criminalidad:** Se eligió este factor porque ayudará a saber el nivel de delincuencia de cada distrito para así tomar las precauciones en cuanto a instalación de planta y no ser víctima de robos. El nivel de importancia de este factor es medio, pues posibles robos de activos perjudicarían monetariamente a la empresa.

- **Mala gestión y facilidades municipales:** Se eligió este factor ya que se necesitarán permisos, licencias y servicios otorgados por municipios, entonces resulta de importancia media-baja este factor ya que así se agilizarán los trámites requeridos por la empresa para iniciar operaciones sin retrasos ni inconvenientes.
- **Tipo de infraestructura:** Se eligió dado que al alquilar un local se requerirá que este cuente con características afines a la distribución de planta del proyecto para así no tener que realizar cambios significativos en dicho local. Es de importancia media-baja, pues se pueden distribuir áreas internas con material noble para reducir costos.

Se seleccionaron 4 distritos elegidos por contar en su mayoría con locales y terrenos dedicados a actividades industriales. Estos terrenos fueron ubicados en Comas, Ate y Villa el Salvador y Lurín, ubicados en Lima Norte, Lima Este y Lima Sur respectivamente. Los distritos mencionados han sido evaluados y elegidos debido a su acceso a las vías de transporte para el acarreo de insumos y materiales, así como su desarrollo industrial.

- **Disponibilidad de terrenos**

Se tomó como primer factor la disponibilidad de terrenos basándonos en la extensión de terreno en metros cuadrados, pues en la actualidad Lima cuenta con zonas donde se lleva a cabo el desarrollo de la actividad industrial diferenciada, incluyéndose así ofertas de alquiler o venta de terrenos y locales para su uso.

En cuanto a Lima Norte corresponde, se pueden encontrar en Comas terrenos para la compra o alquiler desde los 780 m<sup>2</sup> hasta los 12 000 m<sup>2</sup> (Urbanía, 2021).

En el sector de Lima Este, se pueden encontrar en Ate terrenos para la compra o alquiler desde 323 m<sup>2</sup> hasta los 20,000 m<sup>2</sup> (Urbanía, 2021).

En Lima Sur, se pueden encontrar en Villa el Salvador terrenos para la compra o alquiler desde 150 m<sup>2</sup> hasta los 12 000 m<sup>2</sup>. Por otro lado, se pueden

encontrar en Lurín terrenos para compra o alquiler de hasta las 120 hectáreas (Urbania, 2021).

Así, se tiene la oferta actualizada del número de inmuebles industriales en alquiler en cada distrito (Urbania, 2021), para Comas, ATE, Villa el Salvador y Lurín.

**Tabla 3.11**

*Oferta de locales industriales según Urbania*

<b>Distrito</b>	<b>Valor</b>
Comas	4
ATE	72
Villa el Salvador	76
Lurín	109

*Nota.* Adaptado de *Locales industriales*, por Urbania, 2021 (<https://urbania.pe/>)

- **Costo de renta**

En cuanto a la evaluación de los costos renta del local industrial, se tiene que para Lima Norte el precio de renta promedio es de US\$ 5.0/m<sup>2</sup> variando en un rango desde los US\$ 1.2/m<sup>2</sup> hasta los US\$ 10/m<sup>2</sup>, en Lima Este los precios de renta van desde los US\$ 2.6/m<sup>2</sup> hasta los US\$ 10.3/m<sup>2</sup>, con promedio de US\$ 6.6/m<sup>2</sup> y en Lima Sur los precios de renta oscilan entre US\$ 1.5/m<sup>2</sup> y US\$ 10/m<sup>2</sup>, siendo el promedio de US\$ 4.0/m<sup>2</sup>. (Cushman & Wakefield, 2020)

**Tabla 3.12**

*Costo de renta promedio de terrenos en US\$/ m<sup>2</sup>*

<b>Distrito</b>	<b>Valor</b>
Comas	5.0
ATE	6.6
Villa el Salvador	4.0
Lurín	4.0

*Nota.* Adaptado de *Guía del Mercado Industrial Inmobiliario*, por Cushman & Wakefield, 2020 (<https://cushwakeperu.com/wp-content/uploads/2020/10/Cushman-Wakefield-Guia-del-Mercado-Industrial-Inmobiliario-2020.pdf>)

- **Índice de criminalidad**

Otro factor que tomar en cuenta es el nivel de seguridad, en este caso la ausencia de ésta se mide a través del número de denuncias por comisión de delitos. El siguiente factor tomó en cuenta las estadísticas de criminalidad y seguridad ciudadana para el primer trimestre del 2021.

**Tabla 3.13**

*Denuncias por comisión de delitos según distrito*

Distrito	2020	2021	Variación	
	Ene-Mar	Ene-Mar	Absoluta	%
<b>Total</b>	39 780	28 691	- 11 089	-27,9
Lima	3 830	2 356	- 1 474	-38,5
Ancón	257	161	- 96	-37,4
Ate	1 691	1 335	- 356	-21,1
Barranco	315	92	- 223	-70,8
Breña	571	427	- 144	-25,2
Carabayllo	1 446	906	- 540	-37,3
Chaclacayo	162	168	6	3,7
Chorrillos	921	734	- 187	-20,3
Cieneguilla	92	73	- 19	-20,7
Comas	2 288	1 776	- 512	-22,4
El Agustino	1 176	976	- 200	-17,0
Independencia	1 101	852	- 249	-22,6
Jesús María	413	394	- 19	-4,6
La Molina	229	292	63	27,5
La Victoria	1 472	1 229	- 243	-16,5
Lince	599	336	- 263	-43,9
Los Olivos	1 808	1 538	- 270	-14,9
Lurigancho	599	434	- 165	-27,5
Lurín	287	307	20	7,0
Magdalena del Mar	353	246	- 107	-30,3
Pueblo Libre	462	253	- 209	-45,2
Miraflores	699	490	- 209	-29,9
Pachacamac	287	213	- 74	-25,8
Pucusuna	100	41	- 59	-59,0
Puente Piedra	869	662	- 207	-23,8
Punta Hermosa	95	39	- 56	-58,9
Punta Negra	56	39	- 17	-30,4
Rímac	914	531	- 383	-41,9
San Bartolo	39	20	- 19	-48,7
San Borja	363	263	- 100	-27,5
San Isidro	483	293	- 190	-39,3
San Juan de Lurigancho	3 845	2 685	- 1 160	-30,2
San Juan de Miraflores	1 154	827	- 327	-28,3
San Luis	404	292	- 112	-27,7

(continúa)

(continuación)

Distrito	2020	2021	Variación	
	Ene-Mar	Ene-Mar	Absoluta	%
San Martín de Porres	2 077	1 070	- 1 007	-48,5
San Miguel	371	264	- 107	-28,8
Santa Anita	780	443	- 337	-43,2
Santa María del Mar	17	5	- 12	-70,6
Santa Rosa	61	118	57	93,4
Santiago de Surco	1 812	1 072	- 740	-40,8
Surquillo	335	472	137	40,9
Villa El Salvador	1 153	777	- 376	-32,6
Villa María del Triunfo	1 774	1 169	- 605	-34,1

Nota. Adaptado de *Denuncias por Comisión de delitos*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2021

[https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1534/cap02.pdf](https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1534/cap02.pdf)

Por otra parte, cabe resaltar que, de todas las denuncias registradas en el primer trimestre del 2021, se tiene que Comas cuenta con 1 776 denuncias, Ate con 1 335 mientras que Villa el Salvador con 777 y Lurín con 307 (INEI, 2021).

**Tabla 3.14**

*Índice de criminalidad*

Distrito	Valor
Comas	1 776
ATE	1 335
Villa el Salvador	777
Lurín	307

Nota. Adaptado de *Denuncias por Comisión de delitos*, por Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2021

[https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1534/cap02.pdf](https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1534/cap02.pdf)

- **Mala gestión y facilidades municipales**

Se deben tomar en cuenta una serie de permisos y licencias requeridas otorgadas por municipios para que la empresa “*Safe Walk*” pueda desempeñar sus actividades. Así se tiene que se debe cumplir con una licencia de construcción, licencia de funcionamiento, certificado de conformidad de obra y un certificado de salubridad. Por otra parte, se tomarán en cuenta los resultados de la evaluación

de la gestión de la Municipalidad Metropolitana de Lima por distrito fiscal, en los cuales se tiene en Lima Norte un 44.8% de inconformidad y desaprobación, en Lima Este un 47.7% y en Lima Sur 39.6%. (Lima Cómo Vamos, 2019).

**Tabla 3.15**

*Nivel de inconformidad y desaprobación para gestiones municipales*

<b>Distrito</b>	<b>Valor</b>
Comas	44.8%
ATE	47.7%
Villa el Salvador	39.6%
Lurín	39.6%

*Nota.* Adaptado de *Lima y Callao según sus ciudadanos*, por Lima Cómo Vamos, 2021 ([https://www.limacomovamos.org/wp-content/uploads/2019/11/Encuesta-2019\\_.pdf](https://www.limacomovamos.org/wp-content/uploads/2019/11/Encuesta-2019_.pdf))

- **Tipo de infraestructura**

El tipo de locales industriales y las actividades predominantes también se han tomado en cuenta para cada distrito, pues se necesita evaluar el nivel de desarrollo industrial en dichos distritos para verificar las causas por las cuales estos son atractivos para determinados rubros, facilitando el acarreo de insumos, despacho de productos terminados y habilitación de servicios para las empresas ya establecidas, sirviendo así de indicador y referencia para el desempeño de las tareas a realizar dentro de la futura planta productora de baldosas. Se seleccionaron aquellos distritos que cumplen con características afines al proyecto y se analizó el tipo de empresas establecidos en estos para evaluar si la oferta de infraestructura existente está más orientada a satisfacer las necesidades de determinados tipos de industrias por encima de otras.

Para buscar afinidad con el presente proyecto, se ha tomado en consideración que la planta productora de baldosas presenta características propias del tipo de Industria liviana, la cual se caracteriza por tener una dimensión económica media, venta al por mayor y orientación al área del mercado local (Cushman & Wakefield, 2020).

En Lima Norte, en la cual está incluida Comas, la distribución de inmuebles industriales cuenta con la predominancia de la Industria liviana,

formando este tipo de industria el 45.4% del total de empresas en la zona. En cuanto a Lima Este, lugar donde se encuentra Ate, se tiene un 42.9% de predominancia de empresas de industria liviana y en Lima Sur, incluyendo a Villa el Salvador y Lurín, se cuenta con un mix diverso de diferentes tipos de industria, siendo la industria liviana el 37.6% del total de industrias (Cushman & Wakefield, 2020).

**Tabla 3.16**

*Predominancia de la Industria liviana*

<b>Distrito</b>	<b>Valor</b>
Comas	45.4%
ATE	42.9%
Villa el Salvador	37.6%
Lurín	37.6%

*Nota.* Adaptado de *Guía del Mercado Industrial Inmobiliario*, por Cushman & Wakefield, 2020 (<https://cushwakeperu.com/wp-content/uploads/2020/10/Cushman-Wakefield-Guia-del-Mercado-Industrial-Inmobiliario-2020.pdf>)

### 3.2.1 Evaluación y selección de la microlocalización

De la misma forma, se realizó la matriz de enfrentamiento de factores en cuanto a micro localización corresponde y se obtuvieron las ponderaciones correspondientes.

**Tabla 3.17**

*Matriz de enfrentamiento de factores de Microlocalización*

	<b>Disponibilidad de terrenos</b>	<b>Costo de renta</b>	<b>Índice de criminalidad</b>	<b>Mala gestión y facilidades municipales (% de disconformidad)</b>	<b>Tipo de infraestructura</b>	<b>Total</b>	<b>Ponderación</b>
Disponibilidad de terrenos	-	0	1	1	1	3	27.27%
Costo de renta	1	-	1	1	1	4	36.36%
Índice de criminalidad	0	0	-	1	1	2	18.18%
Mala gestión y facilidades municipales (% de disconformidad)	0	0	0	-	1	1	9.09%
Tipo de infraestructura	0	0	0	1	-	1	9.09%
						<b>11</b>	

En la matriz de enfrentamiento se otorgaron valores de prioridad entre los factores obteniendo como resultado el peso correspondiente de cada factor para la posterior evaluación con respecto a cada distrito.

Finalmente, se elaboró la tabla de ranking de factores para seleccionar el distrito donde se ubicará la planta.

**Tabla 3.18**

*Ranking de factores de Microlocalización*

	<b>Ponderación</b>	<b>Comas</b>		<b>ATE</b>		<b>Villa el Salvador</b>		<b>Lurín</b>	
Disponibilidad de terrenos	27.27%	1	0.27	3	0.82	3	0.82	5	1.36
Costo de renta	36.36%	4	1.45	2	0.73	4	1.45	4	1.45
Índice de criminalidad	18.18%	2	0.36	2	0.36	3	0.55	4	0.73
Mala gestión y facilidades municipales (% de disconformidad)	9.09%	2	0.18	1	0.09	3	0.27	3	0.27
Tipo de infraestructura	9.09%	5	0.45	4	0.36	3	0.27	3	0.27
			<u>2.73</u>		<u>2.36</u>		<u>3.36</u>		<u>4.09</u>

En conclusión, el distrito en el cual será instalada la planta será Lurín, pues obtuvo el mayor puntaje.

## CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA

Para obtener el tamaño óptimo de planta, se determina la capacidad instalada en unidades de producción anuales, las cuales serán cajas de 20 unidades de baldosas podotáctiles. Se tomará en cuenta factores que limitarán este número como demanda; disponibilidad de materias primas, la cual es PET reciclado; tecnología a utilizar como maquinaria y equipos y el punto de equilibrio.

### 4.1 Relación tamaño-mercado

Para la relación tamaño-mercado se determinó la demanda del proyecto desde 2022 hasta 2026. Para obtener la demanda del proyecto se consideró la proporción baldosa-espacio, porcentaje de licencias de construcción en Lima y Arequipa y la participación de mercado planteado en el capítulo II. Se proyectó para el 2022 que la demanda del proyecto será de 6 348 cajas y que incrementará al 2026 a 14 322 cajas por año.

**Tabla 4.1**

*Tamaño mercado: demanda del proyecto*

Año	Universidades	Institutos	Instituciones con rango Universitario	Área total	Área proyectada	Cajas
1	0	8	3	53 320	11 426	6 348
2	1	7	4	70 065	15 015	8 342
3	2	6	5	86 810	18 603	10 335
4	3	5	6	103 555	22 192	12 329
5	4	4	7	120 300	25 780	14 322
<b>Total</b>					93 016	51 676

### 4.2 Relación tamaño-recursos productivos

Para la relación tamaño-recursos productivo se considera la disponibilidad de materia prima, la cual es PET reciclado en escamas. Actualmente, se desecha 900 mil toneladas de plástico y se recicla solo 49 mil toneladas anuales de plástico en el país, esto representa el 4% del total que es desechado (Muñoz, 2020). Esta cantidad basta para el proyecto, y

además se estima un crecimiento en el reciclado de PET, ya que existe potencial por el aumento de proyectos con tendencia a incluir esta materia prima, tal como el presente estudio.

Asimismo, la Ley 30884 que regula el ‘plástico de un solo uso’ exige que a partir del 2021 los envases de PET contengan al menos 15% de resina reciclada (El Comercio, 2019). Esto genera que la inversión en proyectos de reciclaje del PET aumente, por ejemplo, San Miguel Industrias ha invertido US\$25 millones en una planta con capacidad de procesamiento de 20 mil toneladas anuales.

Dado esto, el recurso productivo no es una limitante para el tamaño de planta.

### 4.3 Relación tamaño-tecnología

La tecnología por emplear en el proceso implica la maquinaria a utilizar y su capacidad de producción. Dado el proceso de operaciones para la fabricación de baldosas podotáctiles a partir de PET reciclado se indagó la maquinaria óptima para cada operación. El proceso empieza con escamas de PET reciclado y el ingreso de aditivos hasta su transformación al producto final que se presenta en cajas de 20 unidades.

Al contar con las especificaciones de cada máquina se halló la capacidad de instalación del proceso productivo, la cual se obtuvo en cajas. Se tiene así que el cuello de botella es la operación de serigrafiado, limitando la producción en 42 300 cajas al año como máximo, lo cual cubre ampliamente las 14 322 cajas de baldosas demandadas en el último año del proyecto.

**Tabla 4.2**

*Capacidad instalada del proceso de producción*

Operación	unids /año	m <sup>2</sup> /año	cajas/año
	Capacidad de producción		
Triturado y controlado	1 090 273	10 340	58 522
Dosificado y mezclado	834 392	80 618	44 787
Secado térmico	834 392	80 618	44 787

(continúa)

(continuación)

<b>Operación</b>	<b>unids /año</b>	<b>m<sup>2</sup>/año</b>	<b>cajas/año</b>
	<b>Capacidad de producción</b>		
Plastificado	1 288 636	124 506	69 169
Moldeado del patrón	1 288 636	124 506	69 169
Enfriado	128 357	128 357	71 309
Control y cortado	126 423	126 423	70 235
Secado	126 982	126 982	70 545
Serigrafiado	77 760	77 760	43 200
Secado	126 982	126 982	70 545
Esmaltado e inspeccionado	87 247	87 247	48 470
Secado	126 982	126 982	70 545
Empaquetado	93 312	93 312	51 840

La capacidad instalada de la operación cuello de botella, serigrafiado, es de 43 200 cajas/año. Este valor sí cubre la demanda del proyecto, por ende, es una capacidad óptima. Asimismo, en el capítulo 5 se mostrará a detalle el cálculo correspondiente a la capacidad de producción y cuello de botella considerando las horas laborables por turno y días al año.

#### **4.4 Relación tamaño-punto de equilibrio**

El tamaño-punto de equilibrio consiste en la cantidad mínima a producir y vender para que el proyecto sea rentable, en la cual los ingresos y egresos se igualan. Para hallar el punto de equilibrio se registró los costos fijos y costos variables del proyecto, teniendo en cuenta los costos fijos de mano de obra indirecta, sueldos administrativos, materiales de oficina, gastos de marketing, depreciación, amortización, gastos financieros y servicios; por otro lado, en los costos variables se encuentran la materia prima e insumos, mano de obra directa, energía, agua y gastos de distribución, el detalle de todos los cálculos se detallará en el capítulo 7.

**Tabla 4.3**

*Costos fijos y variables*

<b>Costos fijos</b>	<b>973 289</b>
MOI	125 646
Sueldos y materiales administrativos	438 732
Gastos de marketing	10 598
Depreciación	66 195
Amortización	6 453
Gastos financieros	33 465
Servicios	292 200
<b>Costos variables</b>	<b>519 717</b>
Materia prima e insumos	396 798
MOD	68 463
Energía	49 448
Agua	1 135
Gastos de distribución	3 873
<b>Total costos</b>	<b>1 493 006</b>

Dado el cálculo, se obtiene el costo variable de 519 717 soles y como costo fijo 973 289 soles. Se utiliza también, el precio de venta unitario por caja de 20 baldosas, el cuál es de 350 soles y el costo variable unitario, que se obtiene de la división de los costos variables sobre la demanda, el cual es de 81.87 soles por caja. Con estos datos se halló el punto de equilibrio.

$$PE = \frac{\text{Costo fijo}}{Vvu - Cvu} = \frac{973\,289}{296.61 - 81.87} = 4\,532 \text{ cajas/año}$$

Así se obtiene que, el punto de equilibrio para el proyecto es de 4 532 cajas al año. Es decir, se necesita mínimo una venta de 4 532 cajas anuales para que sea rentable, este valor es inferior a la demanda por lo que el proyecto sí es rentable.

#### **4.5 Selección del tamaño de planta**

Se realizó una tabla comparativa con los factores a tomar en cuenta para determinar el tamaño de planta del proyecto.

**Tabla 4.4**

*Resumen tamaño de planta*

Tamaño-mercado	14 322 cajas/año
Tamaño-recursos productivos	No es limitante
Tamaño tecnología	43 200 cajas/año
Tamaño -punto de equilibrio	4 532 cajas/año

Finalmente, el tamaño de planta lo determinará el tamaño de mercado, y limitará en 14 322 cajas/año; la capacidad de producción cubre satisfactoriamente la demanda del proyecto, la materia prima no es limitante y el punto de equilibrio es inferior.



## CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO

### 5.1 Definición técnica del producto

El producto es una baldosa podotáctil de material PET reciclado, que consta de una superficie con cúpulas. Las dimensiones del producto son de 300 mm de largo x 300 mm de ancho; Así mismo, cada baldosa tendrá una altura mínima de 3mm y una altura máxima de 7.5 mm.

En el caso del modelo de cúpulas, cada cúpula tendrá una altura de 4.5 mm, diámetro de 20 mm y un acabado esférico en la cabeza de cada cúpula (radio de 2 mm) el cual evitará que las cúpulas sean planas y den un aspecto tosco. Cada baldosa consta de 36 cúpulas con un distanciamiento entre sí de 50 mm (de punto medio a punto medio). Esta baldosa indica el inicio o fin de una franja de guía, así como también indica al usuario bifurcaciones y anuncia la presencia de escalones, obstáculos, rampas, paradas de vehículos, etc. (Instituto De Accesibilidad, 2020).

Por otro lado, en el caso del modelo de direccionamiento o avance, el distanciamiento entre franjas será de 75 mm (de punto medio a punto medio) y la altura de éstas se mantendrá en 4.5 mm. Cada baldosa constará de 4 franjas con un grosor de 20 mm y acabado circular al final de cada franja (radio de 10 mm); asimismo, al igual que en el modelo anterior esta baldosa tendrá una superficie del patrón ligeramente esférico, para que el acabado no sea muy tosco (radio de 2 mm). Esta baldosa indica al usuario que puede seguir avanzando de forma segura en línea recta siguiendo el camino marcado en la dirección de las franjas, siendo estas las que indican la dirección de la marcha (Instituto De Accesibilidad, 2020).

## Figura 5.1

### Modelos de baldosas



Nota. Adaptado de *Baldosa podotáctil pavimento táctil de ciegos invidentes*, por Cablematic, 2020 (<https://cablematic.com/es/productos/baldosa-podotactil-pavimento-tactil-de-ciegos-invidentes-de-30x30cm-con-franjas-amarillo-10-pack-BT09200/>)

En cuanto a las características de fabricación, las baldosas serán elaboradas a partir de Tereftalato de polietileno (PET) reciclado. El polímero será plastificado a través del tornillo extrusor (tornillo barrera) dentro del proceso de inyección, en el cual será expuesto a altas temperaturas junto con carbonato de calcio, etilen-etil y el pigmento oscuro correspondiente (Masterbatch color negro) para optimizar la resistencia, dureza y rigidez del termoplasto (Blanco,2014), así como los antioxidantes correspondientes para evitar la degradación de sus propiedades durante esta operación (Olivo,2005).

Tras dicha operación, el compuesto plastificado pasará bajo presión de empuje al molde correspondiente con el patrón de baldosa deseado, ya sea el modelo de cúpulas o el modelo de direccionamiento o avance. Tras enfriar y cortar rebabas, el producto será serigrafiado con el nombre de la marca “*Safe Walk*” y pasará finalmente a ser cubierto por la capa protectora de esmalte de alto tránsito asegurando así la vida útil de las baldosas.

### 5.1.1 Especificaciones técnicas, composición y diseño del producto

Las características propias de las baldosas podotáctiles terminadas se basan en las especificaciones técnicas del PET reciclado y su composición. En el caso de este proyecto, la materia prima serán las escamas de PET reciclado al cual se le añadirán los siguientes insumos y aditivos necesarios para preservar adecuadamente la calidad del plástico (Olivo, 2005), se tiene así el siguiente listado de entradas:

- PET reciclado en escamas.

- Masterbatch (pigmento negro, azul marino o guinda).
- Carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>), mejora la dispersión.
- Etilen-Etil, incrementa la resistencia.
- Estabilizador (Protectores UV: Benzofenonas).
- Nutrientes (antioxidante fenólico, fenoles impedidos, fosfitos).

El PET reciclado forma parte del grupo de los poliésteres, siendo a su vez un material termoplástico, lo cual hace posible su reciclaje debido a sus propiedades físicas de flexibilidad, elasticidad y maleabilidad al estar expuesto a un cambio de temperatura que permitirá un adecuado modelado para adaptar este material a diversas formas y aplicaciones cuando se le somete a altas temperaturas, y luego adquirir un endurecimiento al enfriarse. (Bolaños Zea, 2019)

**Tabla 5.1**

*Datos técnicos del PET*

Propiedades	Método de Prueba	Unidad	Valor Típico
Densidad	ISO 1183	g/cm <sup>3</sup>	1,40
Temperatura de Servicio	-----	°C	-40 + 110
Temperatura Máxima de Servicio en Periodos Breves	-----	°C	≤160
Esfuerzo en el Punto de Fluencia	ISO 527	Mpa	80
% Elongación en el Punto de Ruptura	ISO 527	%	20
Módulo de Elasticidad a la Tensión	ISO 527	Mpa	3 200
Resistencia al Impacto	ISO 179/IeU	KJ/m <sup>2</sup>	82
Dureza	ISO 13000-2	Shore D	81
Tiempo Límite de Rendimiento 1/1000 (23°C/50% RH 100 °C)	ISO 899	Mpa	12
Temperatura de Distorsión Térmica (Método A / B)	ISO 75	°C	67 (A) 165 (B)
Punto de Fusión (Método A)	ISO 3146	°C	255
Coefficiente de Expansión Lineal Térmica	DIN 53752	1/K 10 <sup>-5</sup>	6
Constante Dieléctrica (1 MHz)	IEC 250	---	3,30
Factor de Disipación (1 MHz)	IEC 250	---	0,02
Resistencia Dieléctrica	IEC 245	KV/mm	98
Resistividad Volumétrica	IEC 243	Ohm cm	10 <sup>16</sup>
Absorción de Humedad a 23 °C, 50% RH	ISO 62	%	0,23
Absorción de Agua a 23 °C	ISO 62	%	-0,5

*Nota.* Adaptado de *PET-Tereftalato de polietileno*, por Multimar, 2020

(<http://www.multimarc.com/storage/dataSheets/15898281300.pdf>)

La materia prima en cuestión presentará una serie de características que se tendrán en cuenta a lo largo del proceso productivo (Bejarano y Luna, 2020). Tales son:

- Biorientación, permitiendo lograr propiedades mecánicas y acción de barrera gracias a la optimización de espesores (en este proyecto el CaCO<sub>3</sub>).
- Cristalización, pudiéndose incrementar el peso molecular y la densidad.
- Esterilización, resistiendo esterilización química por radiación gamma u acción del óxido de etileno.
- Resistencia química, factor que en el caso de baldosas garantiza alta resistencia a grasas, aceites, soluciones diluidas de ácidos minerales, jabones, sales, hidrocarburos alifáticos y alcoholes; sin embargo, posee poca resistencia frente a solventes halogenados, compuestos aromáticos y cetonas de bajo peso molecular.

También es de importancia tener presente las diferencias en las características del PET reciclado con respecto al PET virgen, pues dependiendo de la calidad de la materia prima esta presentará diferentes propiedades según su procesamiento. La diferencia característica del PET reciclado mecánicamente y la del PET virgen radica en que el material reciclado presenta un decremento de su peso molecular, así como un aumento en su composición de ácido carboxílico, color e incremento del nivel de acetaldehído (Tecnología de los Plásticos, 2011), lo cual se traduce en una serie de ciertas ventajas sobre el PET virgen para fines del presente proyecto.

Así, está demostrado que el PET reciclado (RPET) posee la capacidad de mayor elongación a la rotura, además de una mejor resistencia al impacto a diferencia del PET virgen. De esta manera se concluye que el PET reciclado es más dúctil que el PET virgen, siendo este último más frágil; esto se explica debido a una diferencia en la cristalinidad de ambos materiales (Bolaños Zea, 2019).

**Tabla 5.2***Características diferenciales estudiadas del PET y RPET*

<b>Propiedad</b>	<b>PET virgen</b>	<b>RPET</b>
Módulo de Young [MPa]	1 890	1 630
Resistencia a la rotura [MPa]	47	24
Elongación a la rotura [%]	3,2	110
Resistencia al impacto [J/m]	12	20
Índice de viscosidad [dl/g]	0.72 – 0.84	0.46 – 0.76
Temperatura de fusión [°C]	244 - 254	247 - 253
Peso molecular [g/mol]	81 600	58 400

*Nota.* Adaptado de *Reciclado de Plástico PET*, por Bolaños Zea, 2019

([http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/16146/1/BOLA%C3%91OS\\_ZEA\\_JUA\\_PET.pdf](http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/16146/1/BOLA%C3%91OS_ZEA_JUA_PET.pdf))

El proceso a llevar a cabo se realiza mediante un sistema de inyección que consta de un sistema de inyección por tornillo barrera seguido de un molde que dará forma al producto. Entre las ventajas de este proceso se encuentran las de tener una producción uniforme en piezas de gran consumo (Aguilar y De La Cruz, 2016), además de la mayor capacidad que otorga a el proceso y el tipo de forma con relieve que tendrá el producto final.

Para el moldeo a inyección, el PET reciclado debe de ser reforzado mezclándolo con un elemento modificador como lo es el etilen-etil en el caso de este estudio, para así incrementar significativamente la resistencia del PET en el moldeo a inyección, pues de lo contrario al no mezclarlo con una resina sería lento en la cristalización y más propenso a ser frágil (Tecnología de los Plásticos, 2011).

El detalle del patrón superficial de la baldosa consta de señalizaciones (BALDONI, s.f.) cuya finalidad es la de:

- Indicar el inicio y fin de una franja guía, en el caso del modelo de franjas.
- Indicar el ingreso a instalaciones o cambio de áreas dentro de edificios.
- Indicar la ruta a seguir desde la entrada o puerta principal hacia el núcleo de la instalación.
- Señalar bifurcaciones.
- Anunciar la existencia y proximidad de escaleras, rampas, ascensores.

- Informar la presencia de estaciones y paradas de transporte público, así como obstáculos y elementos informativos.
- Indicar bordes de vados peatonales en los límites de estos con la calzada.

A continuación, se presenta el cuadro de especificación técnica de calidad para la elaboración de la baldosa podotáctil a partir de PET reciclado.



**Tabla 5.3**

*Especificaciones técnicas del producto*

<b>Cuadro de especificación técnica de calidad</b>									
Nombre del producto:	Baldosa podotactil de PET reciclado para piso						Desarrollado por:	Luis Zarate y Renatta Ordoñez	
Función:	Servir de guía a personas con discapacidad visual						Verificado por:	Luis Zarate y Renatta Ordoñez	
Tamaño:	300mm x 300mm x 7.5 mm						Autorizado por:	Luis Zarate y Renatta Ordoñez	
Apariencia:	Baldosa plástica marmoleada						Fecha:	14/09/2020	
Insumos requeridos:	Escamas de PET, carbonato de calcio, masterbatch pigmentos, estabilizante, nutrientes, etilen-etil, esmalte para alto tránsito								
Valor de venta del producto:	S/ 350/ caja								
Características	Tipo	Tipo de test	Valor nominal	Rango de tolerancia	Unidades	Medio de control	Tipo de inspección	NCA	
Largo	Crítico	-	300	<299.5-300.5>	mm	Vernier	Muestreo	6.5%	
Ancho	Crítico	-	300	<299.5-300.5>	mm	Vernier	Muestreo	6.5%	
Altura del relieve	Crítico	-	7.5	<7.3-7.7>	mm	Vernier	Muestreo	6.5%	
Distancia entre cúpulas	Crítico	-	50	<49.9-50.1>	mm	Vernier	Muestreo	6.5%	
Distancia entre franjas	Crítico	-	75	<74.9-75.1>	mm	Vernier	Muestreo	6.5%	
Peso	Crítico	-	0.9315	<0.7815-1.0815>	kg	Balanza	Muestreo	6.5%	
Resistencia a la flexión	Mayor	D6109 - 97e1	19	-	kg/cm <sup>2</sup>	Equipo de medición de flexión	Muestreo	1%	
Resistencia a la compresión	Mayor	D6108 - 97	87	-	kg/cm <sup>2</sup>	Equipo de medición de compresión	Muestreo	1%	
Esmaltado	Mayor	-	Liso, uniforme y brillante	-	-	Visión	Muestreo	1%	
Sello de caja	Menor	-	Firmeza en la caja armada	-	-	Visión y tacto	Muestreo	1%	

### **5.1.2 Marco regulatorio para el producto**

Actualmente, existen normas para cuantificar la cantidad de contaminantes en PET reciclado, tales son las normas ASTM D5991 y ASTM D5814. En base a estas normas, se regulará el ingreso de la materia prima al proceso de producción, al pasar por una inspección previa.

Por otro lado, el diseño del producto será realizado con los requerimientos de la ISO 23599, la cual brinda las especificaciones para los indicadores táctiles de superficie para caminar para personas ciegas o con problemas de visión. La ISO 23599 especifica las dimensiones de los domos, color, textura, dureza, entre los principales aspectos a tomar en cuenta en la elaboración del producto.

Asimismo, la Norma Técnica “Accesibilidad universal en edificaciones” del Reglamento Nacional de Edificaciones, RNE, establece las condiciones y especificaciones técnicas mínimas de diseño para la accesibilidad bajo el principio del diseño universal. Esta norma es la que se utilizará en el estudio previo a la instalación, como servicio opcional de asesoría de ventas para incrementar la relación con el cliente e incrementar el valor agregado del servicio. Esta Norma Técnica vela por la accesibilidad para personas con discapacidad, entre ellas personas con discapacidad visual, y exige la instalación de señalización podotáctil en lugares públicos.

## **5.2 Tecnologías existentes y procesos de producción**

### **5.2.1 Naturaleza de la tecnología requerida**

#### **a) Descripción de las tecnologías existentes**

Para el procesamiento de producto PET triturado en escamas, limpio, seco y homogéneo, se pueden utilizar 3 técnicas (The Association of Plastic Recyclers, 2020):

Procesar el RPET reciclado directamente mediante formulación adecuada, obteniendo en el producto propiedades inferiores a las que tendría de haber sido fabricado con polímero virgen o superiores a éste de ser formulada

adecuadamente con resinas y aditivos que potencien sus propiedades y lleguen a ser suficientes para la utilidad deseada, además de abrillantadores ópticos que disminuyan la opacidad del polímero; por otra parte, en el caso se mezclen con ciertos aditivos y resinas serán necesarios solventes como el tetracloroetano y fenol para el caso del RPET (Tecnología de los Plásticos, 2011).

Mezclar las escamas de RPET con polímero virgen para aumentar la calidad y llegar a las prestaciones requeridas, llegando a tener por ejemplo en mezclas de este tipo 90% de propileno y 10% de material plástico reciclado (Aguilar y De La Cruz, 2016); cabe recalcar que debido a una tonalidad amarillenta del material reciclado se opte por mezclar con resina virgen en un porcentaje bajo hasta alcanzar las propiedades ópticas deseadas.

Coextruir el PET reciclado, logrando diferentes capas intermedias y externas, tal es el caso de producción de envases que contienen productos no comestibles, obteniendo como resultado envases que tengan en la capa interior el PET reciclado y en la capa exterior un polímero virgen.

Sea cual fuere el tipo de procesamiento elegido, no existe un porcentaje estándar establecido sobre la proporción de RPET y polímero virgen, resinas o aditivos a usar, esta cantidad de materiales dependerá de las características buscadas en el producto. Sin embargo, se tienen de referencia estudios (Bolaños, 2019) realizados con diferentes proporciones de PET virgen y PET reciclado, tras los cuales se determinó que entre más alto sea el contenido de material reciclado se tendrá mayor grado de cristalinidad.

Por otro lado, se ha demostrado que en mezclas de PET con otros materiales plásticos las propiedades de éste se ven reducidas o se pierden en su totalidad, es por ello que se recomienda no mezclarlo con otros materiales termoplásticos pues tan solo una pequeña cantidad crea una diferencia de temperaturas de fusión y ablandamiento (Turpo Mamani, 2019). Dicha información expone que las mezclas de PET virgen/reciclado presentan inferioridad en propiedades mecánicas a comparación de las mezclas vírgenes, además de que cuanto a mayor proporción de PET reciclado se tiene, existe una más alta temperatura de recristalización. Se concluyó así que mezclas de RPET puras son más resistentes.

En la siguiente tabla se muestran las variaciones halladas de temperatura de fusión y cristalinidad en diferentes mezclas de PET reciclado.

**Tabla 5.4**

*Grado de cristalinidad de las mezclas de PET*

Porcentaje de contenido de PET reciclado %	Temperatura de fusión (°C)
100% PET virgen	250
90% PET virgen/ 10% RPET	250
80% PET virgen/ 20% RPET	249.8
70% PET virgen/ 30% RPET	249.9
50% PET virgen/ 50% RPET	249.7
100% RPET (Grado alimenticio)	251.2
100% RPET (Grado fibra)	251.6

*Nota.* Adaptado de *Propiedades térmicas y mecánicas del PET reciclado y sus mezclas*, por Tecnología del Plástico, 2007 (<https://www.plastico.com/temas/Propiedades-termicas-y-mecanicas-del-PET-reciclado-y-sus-mezclas+3056093>)

Adicionalmente, se tiene que en el caso del PET (Mo's corner, 2020), el grado máximo alcanzable para la cristalización es del 75% con densidad de 1.42 g/cm<sup>3</sup>, cabe recalcar que la densidad aumenta a mayor grado de cristalización. Se debe tener en cuenta que el grado de cristalización no debe bajar del 11%, siendo este factor decisivo, dado que si es demasiado bajo existe el riesgo de que se genere aglutinamiento durante el secado. Es por ello que para un secado del PET se procura mantener un grado de cristalización aproximado de 20%-30%.

La rigidez que tenga el PET dependerá altamente de su grado de cristalinidad, propiedad que se verá influenciada por la velocidad de enfriamiento después del moldeo de las baldosas (Tecnología de los Plásticos, 2011). Es así como se puede obtener un mayor grado de cristalinidad (material más rígido) al emplear un enfriamiento lento, de lo contrario, con un enfriamiento rápido se obtendrá un material amorfo.

Por lo general, en los procesos que involucren plásticos se requieren cambios y elevaciones continuas de la temperatura que ocasionan rompimientos de sus cadenas como consecuencia. Es por ello que es necesario combinar los polímeros con antioxidantes primarios y secundarios, en adición de otros aditivos, que potencien la durabilidad del plástico (Plastics Technology, 2018). Dada la

exposición a la intemperie, el PET deberá de contar con un contenido adecuado de aditivos, como antioxidantes y protectores UV, para evitar la degradación y retener en el paso del tiempo sus propiedades y resistencia.

En cuanto al proceso de formación de las baldosas, las tecnologías más convenientes de procesamiento del PET actualmente son las de extrusión e inyección (Díaz, 2012).

En el caso de la extrusión, el plástico es procesado con fines de tomar forma de película, usándose para producción de tubos, films, entre otros. Este proceso facilita una producción continua. Sin embargo, la restricción que tiene este proceso es que los productos resultantes deben tener una sección transversal constante o periódica en cualquier punto de su longitud, dejando así excluidos los productos con formas irregulares o no uniformes (Arístegui Maquinaria, 2020).

Por otro lado, en la inyección se seguirán un orden de operaciones repetitivas para cada una de las piezas. Este ciclo de inyección permite depositar el material fundido en moldes con la forma deseada en el producto (Tecnología de los Plásticos, 2011) sirviendo para el moldeado de patrones irregulares en las piezas resultantes.

El procesamiento del plástico requerirá de la presencia de un tornillo de inyección dentro de la máquina inyectora, similar al usado en el proceso de extrusión (tornillo tipo barrera), el cual controlará el calor de cizallamiento y facilitará procesar el plástico al valor más cercano a su punto de fusión posible, además de asegurar que todos los gránulos se fundan y mezclen homogéneamente (Díaz, 2012).

#### **b) Selección de la tecnología**

En cuanto a los procesos críticos se eligió lo siguiente:

Para la tecnología a implementar se eligió el método de procesamiento del material PET reciclado directamente sin mezclarlo con otro termoplástico, pues con las condiciones de cristalinidad y propiedades requeridas halladas (Turpo Mamani, 2019) se determinó que las propiedades del material serán mejores a

mayor proporción de material RPET, por lo cual solo se le añadirán los aditivos y resina adecuados para realzar color y mantener un proceso de producción fluido sin aglutinamientos.

Se eligió una torre de secado para deshumidificar el PET, pues para el moldeo de las baldosas se requiere que el PET ingrese a la inyectora con un bajo nivel de humedad (Tecnología de los plásticos, 2011), asimismo, el aire con el cual se lo secará será previamente secado en deshumidificadores.

Para el vertido de la materia prima a la inyectora se suministrará la mezcla plástica a la tolva de alimentación, la cual será una tolva corta debido a que éste tipo de tolvas son utilizadas cuando se seca la resina de manera independiente fuera de la máquina inyectora, de esta manera no se alcanza a absorber humedad del ambiente (Tecnología de los plásticos, 2011).

En el caso del moldeo por inyección el PET reciclado se reforzará con una resina (etilen-etil) para incrementar su resistencia durante la formación de las baldosas, este sistema de mezcla otorgará ventajas de calidad para el uso final de las baldosas (Tecnología de los plásticos, 2011), garantizando así un buen desempeño frente al desgaste.

En cuanto a los antioxidantes a usar, se eligieron como antioxidante primario fenoles impedidos y como antioxidante secundario un fosfito orgánico. Se optó por esta combinación ya que es poco usual la presencia de un solo antioxidante en el procesamiento de plásticos dado que un solo antioxidante no puede cubrir la variedad de propiedades requeridas para la estabilización del plástico o evitar su degradación, es así como la mezcla fenol-fosfito creará la sinergia adecuada (Plastics Technology, 2018).

Respecto al decorado, este será llevado a cabo por los rodillos de la máquina de serigrafía (Stoeckhert, 1977). Se eligió este proceso dada la practicidad y relativo bajo costo que implica.

## 5.2.2 Proceso de producción

### a) Descripción del proceso

#### **Triturado y controlado**

El proceso comienza con el triturado de los flakes de PET reciclado en la máquina trituradora, en donde un operario dispone las escamas de PET en la tolva de la trituradora, se controla la operación y se retiran los residuos plásticos que puedan venir junto a la materia prima una vez acabe el triturado, esta merma está estimada en 2% (Tecnología de los plásticos, 2011). Esta operación permitirá uniformizar la dimensión de la materia prima para que sea más fácil la dosificación en posteriores operaciones, dejando las escamas de PET con un tamaño de alrededor de 10 mm. Una vez obtenido el PET triturado se enviará por medio de fajas transportadoras a un silo de almacenamiento con capacidad de 1 000 kg.

#### **Dosificado y Mezclado**

El siguiente paso será alimentar las escamas de PET a un mezclador estático de gránulos, en donde mediante dosificadores, se suministrará las proporciones adecuadas de 90% PET, 3% CaCO<sub>3</sub>, 2% Masterbatch, 3% Etilen-etil, 0.5% benzofenona (protector UV), 1% antioxidante fenólico y 0.5% antioxidante fosfito. En este proceso se homogeneizará el material fundido y se eliminarán componentes vaporosos a alta temperatura (260° C), se abastecerán todos los insumos y serán sometidos mezclándose entre sí sin afectar las propiedades de resistencia y elasticidad características del termoplástico, las proporciones han sido determinadas mediante entrevistas a profesores de materiales y tomando como referencia trabajos similares (Aguilar y De La Cruz, 2016).

#### **Secado térmico**

Luego de generada la mezcla plástica, se transfiere el material mediante mangueras de succión a una torre de secado en la cual es secado por lo menos durante 4 horas usando aire seco con punto de rocío -40° (Tecnología de los plásticos,2011). Dicho aire es secado previamente por deshumidificadores antes de entrar a la torre de secado. Tras este secado térmico se busca obtener

finalmente una humedad del polímero no mayor al 0.005% e inmediatamente, el polímero seco se transfiere a un silo hermético donde espera ser alimentado a la máquina inyectora.

La relación de aire/ polímero en la torre de secado será de entre 3.5 y 4.5 m<sup>3</sup> de aire / Kg de polímero (Tecnología de los plásticos,2011).

### **Plastificado**

Mediante succión por una bomba de vacío, la mezcla seca de plástico pasará a través de un conducto aislado y será depositada en la tolva de alimentación a la máquina inyectora. El proceso de plastificación se da dentro de la máquina inyectora, aquí se homogeneizará la masa plástica fundida por accionar del tornillo y variables como la velocidad y temperatura interna del cilindro de inyección. El equipo de inyección internamente consta de un sistema plastificador en el cilindro-tornillo el cual permitirá la obtención de un fundido uniforme a la velocidad adecuada de 180 RPM (Todo en Polímeros, 2018).

Para el procesamiento del PET se utilizará en la máquina inyectora una temperatura de por encima de su punto de fusión, así la temperatura a usarse será de 265°C la cual será programada en la unidad de control de la inyectora.

### **Moldeado del patrón**

La unidad de inyección cargará y plastificará la materia prima entrante mediante el giro del tornillo y su movimiento axial para inyectar posteriormente el material ya plastificado dentro de las cavidades del molde con las especificaciones correspondientes a cada modelo de la baldosa, manteniéndolo bajo presión hasta su expulsión. Así, el tornillo fundirá el plástico al girar y se moverá de manera axial para llevar a cabo el moldeado. Se tiene a lo largo de este proceso de inyección una merma estimada del 3% en base a referencias de estudios sobre procesos de inyección en empresas peruanas (Cárdenas, M., et. al, 2016).

### **Enfriado**

Luego de la inyección, las baldosas podotáctiles ingresarán a una tina de enfriamiento en donde se controlará la velocidad del enfriamiento para que sea lenta y obtener baldosas de PET con un mayor grado de cristalinidad. En la tina

de enfriamiento la temperatura de las baldosas se controlará gradualmente de los 265°C reduciéndola hasta los 20°C. Este proceso de enfriamiento tendrá una longitud de 8 metros en el cual el agua recirculante para el enfriamiento tendrá una temperatura promedio de 14°C (Tecnología de los plásticos, 2011).

### **Control y cortado**

Tras el enfriado de las baldosas, un operario será el encargado de cortar las rebabas de las baldosas y perfilarlas con la máquina cortadora. Las baldosas llegarán a este proceso a través de fajas transportadoras y se tiene en merma aproximada 0.44% (Aguilar y De La Cruz, 2016). En este proceso el operario controlará el corte de las baldosas y verificará el correcto acabado de estas.

### **Secado**

En la primera etapa de secado entra aire comprimido a secar la baldosa y arrastrar los vestigios de polvo y restos microscópicos del plástico residual del proceso de cortado, el aire comprimido es administrado a través de compresores y las baldosas pasan al siguiente proceso por fajas transportadoras. Se suministrará aire a temperatura ambiente y los direccionadores de ventilación estarán colocados a lo largo de la faja transportadora sobre la cual pasen las baldosas orientando el aire sobre la superficie de acabado de estas.

### **Serigrafiado**

En el proceso de serigrafiado se procederá a plasmar el logotipo de la marca “*Safe Walk*” correspondiente a las baldosas podotáctiles, esto será posible gracias a los rodillos de la máquina de serigrafía. Las dimensiones del logo de la marca serán de 1cm de largo x 0.5 cm de altura en la esquina inferior derecha de las baldosas. La merma es despreciable al ser ínfima.

### **Secado**

La segunda etapa del secado tiene como finalidad limpiar los vestigios de polvo producto de la serigrafía, y al igual que en el primer secado, los direccionadores del aire que será suministrado por compresores estarán orientados sobre la superficie de las baldosas que pasen a través de la faja transportadora hacia el siguiente proceso.

### **Esmaltado e inspeccionado**

Las bandas transportadoras llevarán las baldosas hacia el área de esmaltado, en donde el operario será el encargado de inspeccionar el correcto recubrimiento del producto con esmalte de alto tránsito, el cual otorgará resistencia a las baldosas podotáctiles. La aplicación de dicho esmalte será a través de un equipo rociador el cual administrará 3% en peso de esmalte, tomando en base referencias de 18gr de esmalte por baldosa sobre la superficie de acabado utilizada en un trabajo similar (Aguilar y De La Cruz, 2016).

### **Secado**

En esta tercera etapa de secado se tendrá como objetivo agilizar el secado y adherencia del esmalte a la baldosa, el aire a temperatura ambiente será direccionado hacia la superficie de las baldosas e igualmente transportado a través de compresores.

### **Empaquetado**

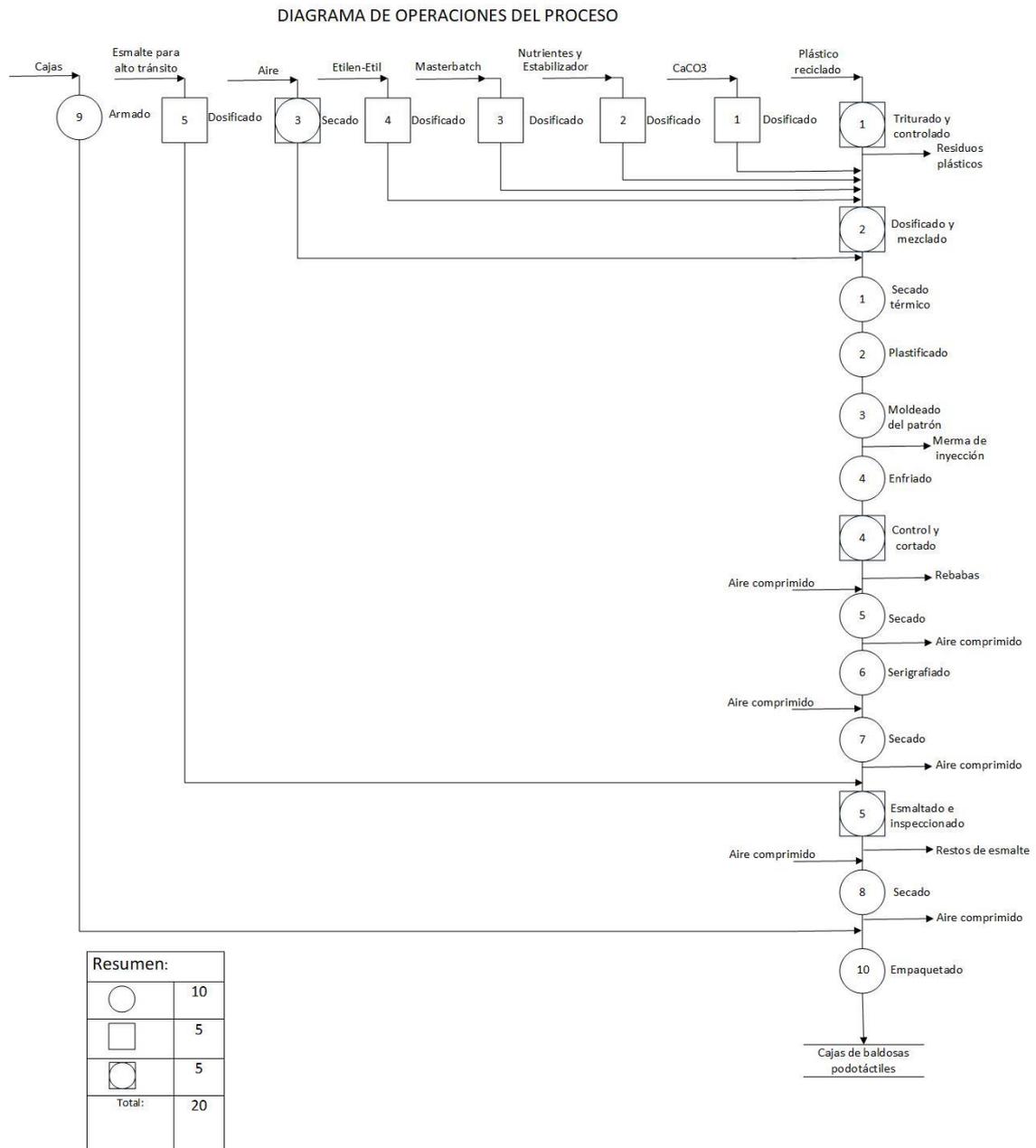
Finalmente, el proceso de empaquetado se da cuando el operario manualmente coloca 20 baldosas podotáctiles dentro de una caja previamente armada obteniendo así el producto final.

### **b) Diagrama de proceso: DOP**

A continuación, se presenta el diagrama de operaciones del proceso de producción de baldosas podotáctiles a partir de PET reciclado.

**Figura 5.2**

*Diagrama de operaciones del proceso*



**c) Balance de materia**

El cálculo de balance de materia se hizo tomando como base la cantidad de material disponible para cubrir el primer año de demanda en toneladas. Para efectos de balance de materia se consideró el procesamiento de 256.9 tn anuales correspondientes a lo requerido para satisfacer la demanda del primer año.

**Tabla 5.5**

*Proporciones de material plástico*

RPET escamas	90%
CaCO <sub>3</sub>	3%
Estabilizador y nutrientes	2%
MasterBatch	2%
Etilen Etil	3%

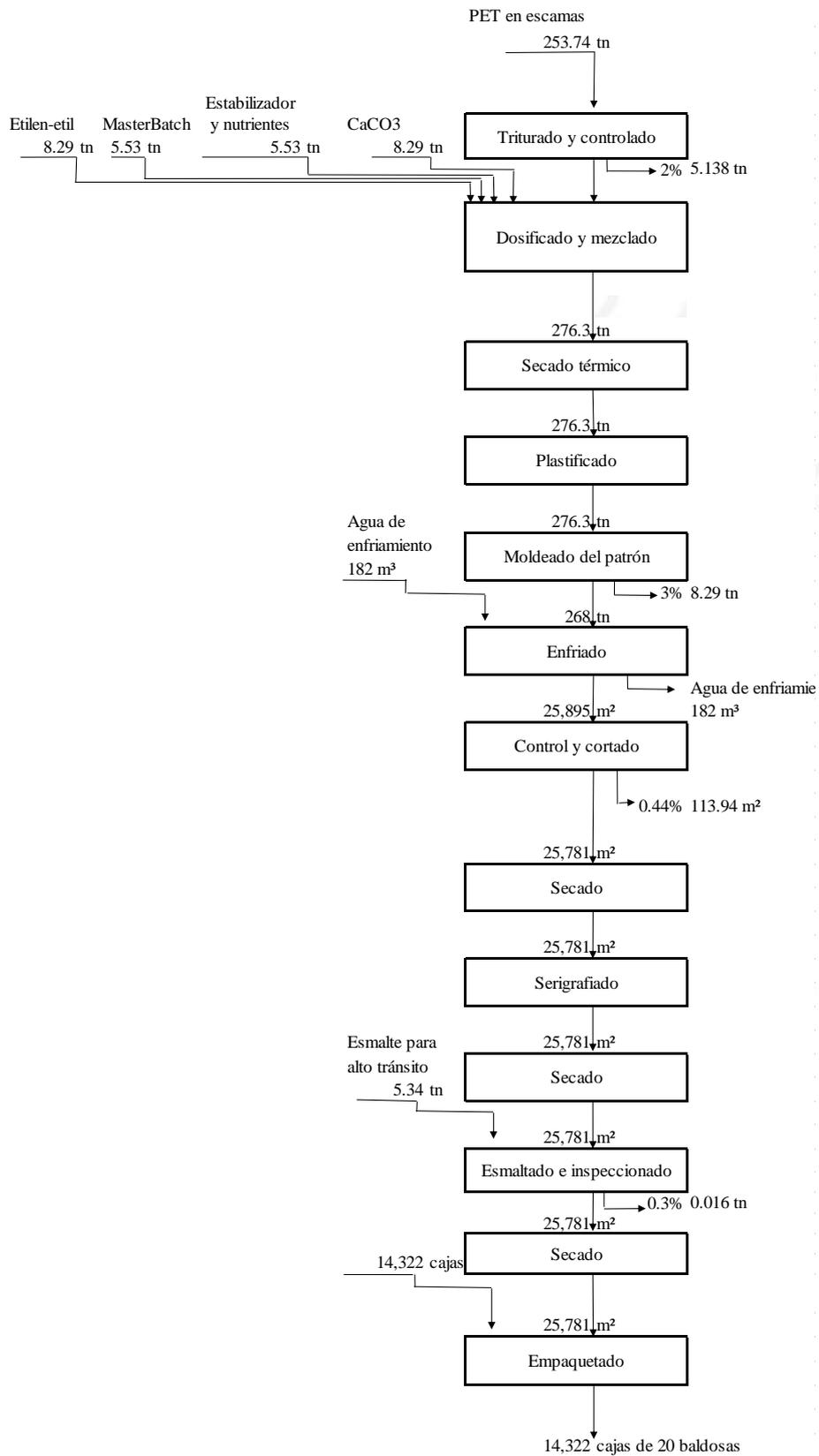
Así se tiene en el presente cuadro la proporción de cada material que conforma la materia prima plastificada en el inyector.

A continuación, se muestra el diagrama de balance de materia para el último año del proyecto, obteniendo como resultado 14 322 cajas de 20 baldosas:



**Figura 5.3**

*Diagrama de balance de materia*



### 5.3 Características de las instalaciones y equipos

Para la instalación de maquinaria y equipos para el proceso de producción de baldosas podotáctiles de PET reciclado se elegirá la mayoría de los equipos utilizados en el proceso de fabricación de baldosas convencionales a partir de PET reciclado. Dado que, la terminación de la baldosa es similar y lo que diferencia es el tipo de molde a utilizar.

#### 5.3.1 Selección de la maquinaria y equipos

Para la selección de maquinaria se analizó las operaciones del proceso de producción y se eligió la maquinaria más conveniente para cada una. Las máquinas por utilizar, el número de cada tipo y sus precios de mercado se detallan en la siguiente tabla.

**Tabla 5.6**

*Detalle de maquinaria*

<b>Maquinaria</b>	<b>Precio unitario (S/)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio total (S/)</b>
<b>ESTÁTICOS</b>			
Tolva de abastecimiento	3 500	1	3 500
Trituradora	17 221	1	17 221
Silo	16 000	1	16 000
Parihuelas	2	20	40
Deshumidificador	1 000	2	2 000
Dosificador	23 751	1	23 751
Mezclador de gránulos	12 160	1	12 160
Equipo de vacío	5 700	3	17 100
Torre de secado	4 000	1	4 000
Silo hermético	3 584	1	3 584
Tolva hermética	7 165	1	7 165
Inyectora con tornillo extrusor	88 000	1	88 000
Tina de enfriamiento	21 526	1	21 526
Máquina cortadora	32 200	1	32 200
Compresores	3 600	2	7 200
Direccionadores	15 942	2	31 884
Máquina de serigrafiado	12 600	1	12 600
Máquina de rociado	24 000	1	24 000
Mesa de encajado	3 225	1	3 225
<b>MÓVILES</b>			
Faja transportadora	5 600	5	28 000
Faja transportadora de cajas	15 804	1	15 804
Caretilla PET	159	1	159
Caretilla caja	1 900	1	1 900
<b>Total</b>			<b>373 018.66</b>

### 5.3.2 Especificaciones de la maquinaria

A continuación, se detallan las especificaciones y característica de cada máquina y equipo que interviene en el proceso de producción.

#### a) Tolva de abastecimiento

Capacidad de almacenamiento: 41.5 m<sup>3</sup>

Material: Acero

Peso: 28 T

Diámetro: 3670 mm

Altura: 7200 mm

**Figura 5.4**

*Tolva de abastecimiento*



*Nota.* Adaptado de *Tolva de abastecimiento*, por Alibaba, 2020 ([https://spanish.alibaba.com/product-detail/supply-hopper-factory-supply-vibratory-bowl-feeder-industrial-feed-hopper-for-assembly-machine-1600245460088.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal\\_offer.d\\_image.65951cfahQWjzK&s=p](https://spanish.alibaba.com/product-detail/supply-hopper-factory-supply-vibratory-bowl-feeder-industrial-feed-hopper-for-assembly-machine-1600245460088.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.65951cfahQWjzK&s=p))

#### b) Faja transportadora

Material del marco: Aleación de aluminio

Material de correa: PP/ POM

Energía (W): 110V/220V/380V

Potencia (V): 0.4 kW-22kW

Dimensión: 178 x 45 x 85 cm

**c) Silos de almacenamiento**

Material: Plástico reforzado con fibra de vidrio

Dimensiones: 1.8 x 3.3 x 3 m

Peso: 233,5 kg

Capacidad: 4 T

Volumen: 5.88 m<sup>3</sup>

**Figura 5.5**

*Silos de almacenamiento*



*Nota.* Adaptado de *Silos de almacenamiento*, por Alibaba, 2020 ([https://spanish.alibaba.com/p-detail/grano-silo-de-almacenamiento-400001532184.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal\\_offer.d\\_image.1d7e253eMr7wVC](https://spanish.alibaba.com/p-detail/grano-silo-de-almacenamiento-400001532184.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_image.1d7e253eMr7wVC))

**d) Trituradora**

Voltaje: 380 V / 22v

Dimensión: 0.88 x 1.21 x 1.54 m

Potencia: 11 kW

Peso: 440 T

Certificación: CE, ISO

### **Figura 5.6**

*Trituradora*



*Nota.* Adaptado de *Trituradora*, por Alibaba, 2020 (<https://www.alibaba.com>)

#### **e) Dosificador**

Capacidad: 500 kg/h

Voltaje: 22V/380V/415V/600V

Dimensión: 1.2 x 0.46 x 1.26 m

Potencia: 7.5 kW

Peso: 0.7 T

Certificación: Ce, ISO, SGS.

#### **f) Secadora**

Material: acero inoxidable

Capacidad (evaporación de agua): 500 kg/h

Dimensiones: 1.6 x 1.1 x 1.75 m

### g) Inyectora con tornillo barrera

Todo el detalle de la información técnica se manifiesta en la siguiente tabla.

**Tabla 5.7**

*Información técnica de inyectora con tornillo barrera*

Principales Parámetros Técnicos			
Dispositivo	Artículo	Modelo	B
Dispositivo de inyección	Diámetro de tornillo	mm	50
	Tornillo L/D ratio	L/D	20
	Volumen de disparo Teórico	cm <sup>3</sup>	470
	Inyección de peso	g	429
	Presión de la inyección	Mpa	176
	Velocidad de inyección (ps)	g/s	227
	Tornillo rango de velocidad	r/min	0 ~ 200
Hacer que el dispositivo	Fuerza de sujeción	KN	2200
	Distancia entre corbata	mm	510 x 510
	Apertura de golpe	mm	550
	Altura de molde max.	mm	200
	Altura de molde min.	mm	160
	Eyector de la fuerza	KN	67
	Eyector de golpe	mm	150
Otros	Potencia de la bomba	KW	18,5
	Potencia de calefacción	KW	13,1
	Capacidad del tanque de aceite	l	310
	Peso de la máquina	t	6,3
	Dimensiones	mm	5,4 x 1,3 x 2,1

*Nota.* Adaptado de *Tornillo barrera*, por Alibaba, 2020 (<https://www.alibaba.com>)

**Figura 5.7**

*Inyectora con tornillo barrera*



*Nota.* Adaptado de *Tornillo barrera*, por Alibaba, 2020 (<https://www.alibaba.com>)

#### **h) Túnel de enfriamiento**

Capacidad: 400 kg/hr

Voltaje: 380 V/ 50 Hz

Dimensión 4 x 0.5 x 1.2 m

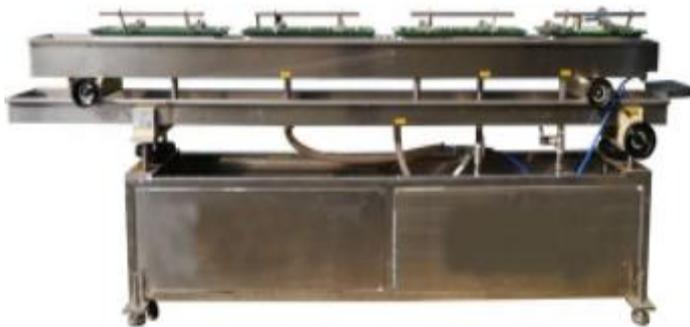
Potencia: 30 kW

Peso: 2.6 T

Certificación: CE, ISO, Gost

**Figura 5.8**

*Túnel de enfriamiento*



*Nota.* Adaptado de *Túnel de enfriamiento*, por Alibaba, 2020 ([https://spanish.alibaba.com/product-detail/tlsd600-chocolate-cooling-tunnel-1752178624.html?spm=a2700.7735675.normal\\_offer.d\\_image.19927ceeYoyKbM](https://spanish.alibaba.com/product-detail/tlsd600-chocolate-cooling-tunnel-1752178624.html?spm=a2700.7735675.normal_offer.d_image.19927ceeYoyKbM))

#### **i) Cortadora**

Material: Cuero, goma

Dimensiones: 2.3 x 3.56 x 1.21 m

Peso: 1.24 T

Velocidad de corte: 200-200 mm/s

Área de corte: 1.6 x 2.5 m

Certificación: CE, ISO

## j) Direccionadores de ventilación

Modelo: EM 10

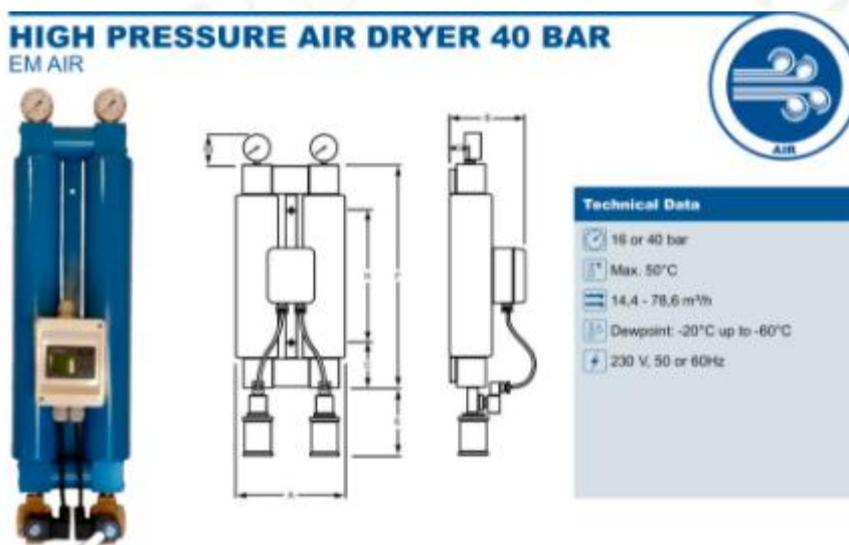
Capacidad: 320 l/min

Presión: 16 - 40 bar

Voltaje 230 V o 50/60 Hz

**Figura 5.9**

*Direccionadores de ventilación*



*Nota.* Adaptado de *High Pressure Air Dryer EM 40 bar*, por Ultrafilter, 2020 (<https://www.ultrafilter.com/compressed-air/adsorption-dryers/high-pressure-air-dryer-em-40-bar/>)

## k) Rodillo Serigrafiador

Dimensiones: 1.9 x 1 x 1.5 m

Potencia: 50 W

Peso: 1.05 T

Voltaje: 380 V

Certificación: CE

Grado automático: Automática

**l) Máquina rociadora de esmalte**

Dimensiones: 1 x 1.24 x 1.78 m

Potencia: 1.3 kw

Presión de aire: 0.5MPa

Voltaje: 220 V

**Figura 5.10**

*Máquina rociadora de esmalte*



Nota. Adaptado de *Máquina rociadora*, por Dongguan Haoda Automation Equipment Co, 2020 ([https://es.made-in-china.com/co\\_dg-haoda180130/](https://es.made-in-china.com/co_dg-haoda180130/))

**m) Mesa de encajado**

Dimensiones: 1.5 x 1.5 x 0.9 m

Peso: 0.121 T

## Figura 5.11

*Mesa de encajado*



*Nota.* Adaptado de *Mesa de encajado*, por Uline, 2020  
(<https://www.uline.com/Product/AdvSearchResult?keywords=mesa>)

### **n) Faja transportadora de cajas**

Material: Acero inoxidable

Potencia: 0.55 kW

Voltaje: 220 V

Consumo mínimo: 0.75 HP

Capacidad de carga: 100 kg

Velocidad real: 160 RPM de 10 a 60 m/min

Dimensión: 5 x 0.5 x 0.9 m

## Figura 5.12

### *Faja transportadora de cajas*



*Nota.* Adaptado de *Faja transportadora*, por Mercado Libre, 2020 ([https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-434711046-faja-banda-transportadora-codificador-alimentos-botellas- JM#position=2&search\\_layout=stack&type=item&tracking\\_id=23532cad-118b-4517-81f4-2867f03d6942](https://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-434711046-faja-banda-transportadora-codificador-alimentos-botellas- JM#position=2&search_layout=stack&type=item&tracking_id=23532cad-118b-4517-81f4-2867f03d6942))

## 5.4 Capacidad instalada

### 5.4.1 Cálculo detallado del número de máquinas y operarios requeridos

Para el cálculo de maquinaria crítica en el proceso, se tomó como referencia la demanda del proyecto del último año, con lo cual se calculó la maquinaria necesaria para cubrir el mercado durante toda la duración del proyecto.

Para el cálculo de los factores de utilización se tomó a consideración el número de horas productivas (5.25 horas por turno de 6 horas) y el factor global de eficiencia estándar de 0.8. A continuación se muestra detallado el cálculo del número de máquinas requeridas en el proceso productivo.

**Tabla 5.8***Cálculo del número de máquinas*

Máquina	Demanda (Cajas/año)	Demanda (m <sup>2</sup> /año)	f (%)	P (m <sup>2</sup> /año)	T (H-M/m <sup>2</sup> )	U	E	H (horas/año)	n	n final
Máquina trituradora de plásticos	14 322	25 780	2.0	26 306.12	0.01	0.9	0.8	1 200	0.26	1
Dosificador volumétrico	14 322	25 780		25 780	0.01	0.9	0.8	1 200	0.31	1
Equipo de vacío	14 322	25 780		25 780	0.01	0.9	0.8	1 200	0.31	1
Mezclador de granulos	14 322	25 780		25 780	0.01	0.9	0.8	1 200	0.31	1
Torre de secado	14 322	25 780		25 780	0.01	0.9	0.8	1 200	0.31	1
Deshumidificadores	14 322	25 780		25 780	0.05	0.9	0.8	1 200	1.54	2
Silo hermético	14 322	25 780		25 780	0.01	0.9	0.8	1 200	0.15	1
Tolva hermética	14 322	25 780		25 780	0.01	0.9	0.8	1 200	0.21	1
Máquina inyectora	14 322	25 780	3.0	26 577.32	0.01	0.9	0.8	1 200	0.21	1
Tornillo barrera	14 322	25 780		25 780	0.01	0.9	0.8	1 200	0.20	1
Tina de enfriamiento	14 322	25 780		25 780	0.01	0.9	0.8	1 200	0.20	1
Máquina cortadora	14 322	25 780	0.4	25 893.93	0.01	0.9	0.8	1 200	0.20	1
Compresores	14 322	25 780		25 780	0.05	0.9	0.8	1 200	1.54	2
Máquina de serigrafiado	14 322	25 780		25 780	0.01	0.9	0.8	1 200	0.33	1
Máquina rociadora de esmalte	14 322	25 780	0.3	25 857.57	0.01	0.9	0.8	1 200	0.30	1

**5.4.2 Cálculo de la capacidad instalada**

Se realizó el cálculo de la capacidad disponible hallando el cuello de botella, el cual a su vez indicó que habrá capacidad para los años que dure el proyecto cubriendo holgadamente la demanda sin problemas.

**Tabla 5.9**

*Cálculo de la capacidad instalada*

Operación	Cantidad Entrante	Unidad	Capacidad nominal	#maq/op	H/T	T/D	D/S	S/A	U	E	Cap. procesamiento	factor de conversión	Capac. De producción	Capac. De producción	Capac. De producción
	Q		unidades/h								unids/año	F/Q	unids /año	m <sup>2</sup> /año	cajas/año
Triturado y controlado	253 744	kg	1 200	1	5	1	5	48	0.9	0.8	1 036 800	1.052	1 090 273	105 340	58 522
Dosificado y mezclado	276 299	kg	1 000	1	5	1	5	48	0.9	0.8	864 000	0.966	834 392	80 618	44 787
Secado térmico	276 299	kg	1 000	1	5	1	5	48	0.9	0.8	864 000	0.966	834 392	80 618	44 787
Plastificado	276 299	kg	1 544.4	1	5	1	5	48	0.9	0.8	1 334 362	0.966	1 288 636	124 506	69 169
Moldeado del patrón	276 299	kg	1 544.4	1	5	1	5	48	0.9	0.8	1 334 362	0.966	1 288 636	124 506	69 169
Enfriado	25 895	m <sup>2</sup>	149.22	1	5	1	5	48	0.9	0.8	128 924	0.996	128 357	128 357	71 309
Control y cortado	25 895	m <sup>2</sup>	147	1	5	1	5	48	0.9	0.8	126 982	0.996	126 423	126 423	70 235
Secado	25 781	m <sup>2</sup>	147	1	5	1	5	48	0.9	0.8	126 982	1	126 982	126 982	70 545
Serigrafiado	25 781	m <sup>2</sup>	90	1	5	1	5	48	0.9	0.8	77 760	1	77 760	77 760	<b>43 200</b>
Secado	25 781	m <sup>2</sup>	147	1	5	1	5	48	0.9	0.8	126 982	1	126 982	126 982	70 545
Esmaltado e inspeccionado	25 781	m <sup>2</sup>	100.98	1	5	1	5	48	0.9	0.8	87 247	1	87 247	87 247	48 470
Secado	25 781	m <sup>2</sup>	146.97	1	5	1	5	48	0.9	0.8	126 982	1	126 982	126 982	70 545
Empaquetado	25 781	m <sup>2</sup>	54	2	5	1	5	48	0.9	0.8	93 312	1	93 312	93 312	51 840
	F(m <sup>2</sup> )														
	25 781														

De acuerdo con los cálculos efectuados, se observa el cuello de botella en el proceso de serigrafiado, teniendo como capacidad disponible 77 760 metros cuadrados, lo que equivale a 43 200 cajas de 20 baldosas.

## **5.5 Resguardo de la calidad y/o inocuidad del producto**

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

El respectivo control de calidad será aplicado a lo largo de todo el proceso de producción de baldosas podotáctiles, desde la recepción y abastecimiento de materia prima hasta la obtención del producto terminado y su salida de la planta.

- **Calidad de la materia prima**

El control asignado a la materia prima es el principal control de calidad en todo el proceso productivo, se verifican las especificaciones técnicas que contenga el PET reciclado adquirido del proveedor en escamas.

Una vez adquirido el PET es pesado para corroborar la cantidad en peso exacta recibida del proveedor y la requerida por la empresa; asimismo, se llevará a cabo una inspección visual del buen estado de la materia prima recibida donde se tomará una muestra del lote adquirido.

Por otra parte, también se utilizará un sensor de metales para detectar presencia de otros residuos que puedan encontrarse presentes dentro del lote de PET en escamas, seleccionando así la materia prima adecuada.

Se tiene así que la materia prima debe de cumplir con:

1. Estar libre de papeles, metales, residuos textiles, contaminantes y vidrios.
2. Estar en estado puro no mezclada con escamas de otros polímeros.
3. Estar en un buen estado, sin presentar deterioro por exposición al calor.

- **Calidad de los insumos**

En lo que respecta a los insumos a utilizarse, el CaCO<sub>3</sub>, etilen-etil, Masterbatch, estabilizador y nutrientes, se llevará un control al momento de su llegada a la planta evaluando el material recibido de los proveedores respectivos verificando

que los requerimientos en dichos materiales se encuentren presentes en las cantidades compradas.

Se tomarán muestras de cada insumo para verificar sus propiedades y niveles de concentración mediante análisis de laboratorio en el área de control de calidad de la empresa evaluando su peso y su calidad en concordancia a la ficha técnica del insumo correspondiente; una vez se verifique el cumplimiento en las revisiones, se trasladarán los insumos al almacén de materias primas para ponerlos a disposición del proceso productivo, en caso contrario el material será devuelto a los proveedores.

- **Calidad del proceso**

Se llevará a cabo un Enfoque al Proceso (Principio ISO 9001) el cual es orientado a una gestión sistemática de los procesos definidos dentro de la empresa y sus interacciones, teniendo como finalidad la obtención de los resultados esperados de acuerdo a la política de calidad establecida, así como lo previsto por la dirección estratégica de la organización (ISO,2015).

Se medirá el rendimiento del proceso productivo y se gestionará mediante un seguimiento de los niveles de calidad obtenidos a través de mediciones internas durante las operaciones correspondientes al proceso productivo, y en los resultados a la salida de este. Se utilizarán dos tipos de indicadores: Indicadores de eficacia, para medir el cumplimiento de las expectativas; e indicadores de eficiencia, para medir el consumo de recursos en el proceso productivo. Además, se controlarán todas las variables expuestas en la descripción del proceso productivo para garantizar un óptimo procedimiento.

- **Calidad del producto**

Los requisitos en cuanto a calidad de las baldosas podotáctiles están expresados en las especificaciones técnicas del producto, siendo estas aseguradas a través de controles en los procesos clave (Ver punto 5.1.1).

Asimismo, se usará una codificación e identificación única del lote y fecha de producción de cada caja de baldosas, colocadas en las cajas durante su armado antes de entrar al proceso de encajado.

## 5.6 Estudio de Impacto Ambiental

La metodología empleada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales se basa en la relación causa efecto. Para la identificación se relaciona las actividades del proyecto y los componentes ambientales naturales y humanos involucrados; esta metodología se basa en el procedimiento metodológico de la matriz de Leopold para la identificación (Procedure for Evaluating Environmental Impact, 1971). Para la evaluación de impactos se realiza una metodología de valoración modificada basada en método CONESA (Conesa, 1997). El análisis se realizará de manera integral a todo el proyecto

Se considera el suelo, aire, agua, flora y fauna como los componentes a verse afectados. Los factores ambientales por tomar en cuenta son: la calidad del suelo o generación de residuos, en este punto se tiene actividades potencialmente negativas y a su vez una positiva por el uso de un material reciclado; nivel de polvo, nivel de humos y gases; calidad de los cuerpos de agua involucrados cerca a la ubicación de la planta; cobertura vegetal que se pueda encontrar en el terreno de la planta; hábitat y especies de fauna.

- **Carácter de impacto:** Positivo es +1 y negativo -1.
- **Probabilidad de ocurrencia:** Mínima = <0.1; Baja = 0.1 a 0.39; Moderada = 0.4 a 0.59; Alta = 0.6 a 0.79; Muy alta 0.8 a 0.99; Cierto = 1.
- **Extensión:** Local = 0; Comunal = 10, Provincial = 20; Regional = 30.
- **Intensidad:** Mínima = 0; Baja = 10; Media = 20; Alta = 30.
- **Duración:** Temporal = 10; Mediano plazo = 20; Permanente = 30.
- **Reversibilidad:** Reversible = 0; Parcialmente reversible = 10; Irreversible = 20.

**Tabla 5.10**

*Matriz de evaluación de impactos ambientales*

MATRIZ DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS POTENCIALES													
Componente	Factores ambientales		Actividad	Carácter	Probabilidad	Extensión	Intensidad	Duración	Reversibilidad	Valor del Impacto	Valor absoluto	Valoración	
Suelo	1	Calidad del Suelo / Generación de Residuos	por la	Construcción de instalaciones	-1	0.9	0	10	10	10	-27	27	MODERADO
	2		por la	Movilización de maquinarias, equipos - herramientas y personal	-1	0.5	10	10	10	0	-15	15	NO SIGNIFICATIVO
	3		por la	Construcción de planta- Instalación de elementos de concreto	-1	0.9	10	20	10	10	-45	45	MODERADO
	4		por la	Pruebas de funcionamiento de sistema	-1	0.5	0	0	10	10	-10	10	NO SIGNIFICATIVO
	5		por el	Desmovilización de maquinarias - equipos y retiro de instalaciones provisionales	-1	0.7	10	10	10	0	-21	21	NO SIGNIFICATIVO
	6		por el	Mantenimiento de Instalaciones y equipamiento	-1	0.5	0	0	10	0	-5	5	NO SIGNIFICATIVO
	7		por el	Materia prima reciclada	1	0.9	20	20	20	0	54	54	SIGNIFICATIVO

(continúa)

(continuación)

Componente	Factores ambientales		Actividad	Carácter	Probabilidad	Extensión	Intensidad	Duración	Reversibilidad	Valor del Impacto	Valor absoluto	Valoración	
Aire	1	Nivel de Polvo / Nivel de humos y gases / Nivel de ruido y vibraciones	por la	Movilización de maquinarias, equipos - herramientas y personal	-1	1	20	20	10	10	-60	60	SIGNIFICATIVO
	2		por la	Traslado y remoción de vegetación	-1	0.7	10	20	20	10	-42	42	MODERADO
	3		por la	Movimiento de tierras, excavación y cimentación	-1	1	10	20	10	0	-40	40	MODERADO
	4		por el	Construcción de planta- Instalación de elementos de concreto	-1	1	20	10	10	0	-40	40	MODERADO
	5		por la	Pruebas de funcionamiento de sistema	-1	0.5	0	10	10	10	-15	15	NO SIGNIFICATIVO
	6		por la	Desmovilización de maquinarias - equipos y retiro de instalaciones provisionales	-1	1	20	20	20	10	-70	70	SIGNIFICATIVO
	7		por la	Mantenimiento de Instalaciones y equipamiento	-1	0.5	10	20	10	10	-25	25	NO SIGNIFICATIVO

(continúa)

(continuación)

Componente	Factores ambientales		Actividad	Carácter	Probabilidad	Extensión	Intensidad	Duración	Reversibilidad	Valor del Impacto	Valor absoluto	Valoración	
Agua	1	Calidad de los cuerpos de agua	por la	Traslado y remoción de vegetación	-1	0.5	20	10	10	10	-25	25	NO SIGNIFICATIVO
	2		por la	Movimiento de tierras, excavación y cimentación	-1	0.9	20	20	10	10	-54	54	SIGNIFICATIVO
Flora	1	Cobertura vegetal – Áreas Verdes	por la	Traslado y remoción de vegetación	-1	1	0	10	20	10	-40	40	MODERADO
Fauna	1	Hábitat y especies de fauna	por la	Movilización de maquinarias, equipos - herramientas y personal	-1	0.7	20	20	10	0	-35	35	MODERADO
	2		por la	Traslado y remoción de vegetación	-1	1	20	10	10	10	-50	50	MODERADO
	3		por la	Movimiento de tierras, excavación y cimentación	-1	1	10	10	10	10	-40	40	MODERADO
	4		por el	Construcción de planta- Instalación de elementos de concreto	-1	1	10	10	10	10	-40	40	MODERADO
	5		por la	Pruebas de funcionamiento de sistema	-1	0.5	10	10	10	0	-15	15	NO SIGNIFICATIVO

En la tabla se puede observar la valoración de cada actividad para poder gestionar correctamente las operaciones de instalación y del proceso de producción. Además, advierte de las actividades que pueden implicar mayor riesgo a los componentes considerados para realizar una óptima ejecución de cada proceso implicado.

Uno de los componentes con mayor valoración significativa es el aire, dado esto se instalarán medidas de gestión ambiental que minorice el impacto de generación de polvo y humos.

### **5.7 Seguridad y Salud ocupacional**

La planta productiva contará con el cumplimiento de la reglamentación correspondiente a la Ley de Seguridad y Salud en el trabajo (Ley 29783), pues se busca prevenir los accidentes de trabajo al momento del tránsito a lo largo de la planta productiva y el desempeño de funciones por parte de los trabajadores, así como también se busca prevenir las enfermedades ocupacionales y sus efectos adversos.

Adicionalmente, se implementará un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo según la norma internacional OHSAS 18001:2007, sirviendo de herramienta de gestión de desafíos a los que la empresa productora de baldosas se pueda enfrentar ante posibles niveles de siniestralidad existentes en la instalación. Mediante esta implementación se busca el objetivo de obtener una ordenada gestión de prevención de riesgos mejorando el clima laboral, disminuyendo el absentismo e incrementando por consiguiente la productividad.

Los lineamientos de la empresa estarán apoyados en un ciclo de mejora continua orientada a la seguridad ocupacional, cuyos pilares serán los de planificar, hacer, verificar y actuar. Se aplicarán estos lineamientos para la mejora del sistema de gestión de seguridad haciéndolo compatible con las exigencias de la Ley y garantizando un compromiso de la organización más allá del cumplimiento de la legislación. Tales lineamientos se verán evidenciados en la ejecución satisfactoria de un programa anual de seguridad y salud sobre el trabajo implementado dentro de la empresa mostrado a continuación:

**Tabla 5.11***Programa anual de seguridad y salud sobre el trabajo*

<b>N°</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Acción</b>	<b>Meta</b>	<b>Indicador</b>
1	Cumplir con todos los simulacros de evacuación programados por la organización.	Designar como encargado de planificar y organizar las evacuaciones establecidas por la organización al Gerente de RRHH.	Obtener un resultado efectivo con un bajo tiempo de evacuación en todos los simulacros realizados.	Numero de simulacros de evacuación realizados respecto al número de evacuaciones programadas durante el año.
2	Reducir la cantidad de accidentes dentro de la planta de producción.	Mitigar o reducir los riesgos posibles corrigiendo la fuente de origen.	Ausencia de accidentes en el año productivo.	Número de accidentes producidos con respecto al número de trabajadores de la empresa en el periodo productivo.
3	Informar a la totalidad de trabajadores sobre los riesgos y peligros presentes en el puesto de trabajo.	Facilitar el acceso de los trabajadores en su totalidad a la política de seguridad de la empresa y evaluarlos constantemente. El gerente de RRHH gestionará la realización	Totalidad de trabajadores informados y capacitados ante los riesgos en los puestos de trabajo.	Cantidad de trabajadores aprobados con respecto al total de trabajadores evaluados en el periodo.
4	Realizar exámenes médicos a todos los trabajadores 2 veces por año	de los exámenes médicos correspondientes para determinar alguna dolencia o deficiencia en los trabajadores.	Realizar exámenes médicos a la totalidad de trabajadores dentro de la empresa.	Número de exámenes médicos tomados con éxito respecto al total de trabajadores dentro de la empresa.

Por otra parte, en cuanto al Marco Normativo legal con el cual la empresa debe cumplir, se tiene en relación al sistema de gestión de seguridad en el trabajo el siguiente conjunto de normas y condiciones impuestas a través de instituciones gubernamentales dentro del Perú.

- Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo N° 29783.
- Ley N° 30222, que modifica a la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo N° 29783.
- Decreto Supremo N° 006-2014-TR, con materia de trabajo y promoción de empleo.
- Resolución Ministerial N° 374-2008-TR, de protección a la madre gestante.
- Decreto Supremo N° 014-2013-TR, en materia del registro de los Auditores Autorizados para la Evaluación Periódica del SGSST.
- Resolución Ministerial N° 375-2008-TR, para aplicar ergonomía básica.

- Decreto Supremo N° 012-2014-TR para llevar un registro e información de los incidentes, accidentes y enfermedades ocupacionales.

### **5.8 Sistema de mantenimiento**

Un adecuado mantenimiento asegurará la confiabilidad y la disponibilidad de todos los equipos para un proceso productivo eficiente. Asimismo, una adecuada planificación de mantenimiento va a garantizar un óptimo desempeño en el procesamiento del material en cada una de las máquinas; por tal motivo, se implementará un mantenimiento preventivo y correctivo.

En el primer periodo del proyecto la frecuencia para llevar a cabo el mantenimiento preventivo será la establecida y recomendada por los proveedores de la maquinaria, usando como base los manuales de mantenimiento pertenecientes a los equipos.

El plan de mantenimiento a implementarse incluirá la frecuencia de mantenimiento de las máquinas críticas para el proceso, además de equipos complementarios. A continuación, se muestra el plan de mantenimiento anual.

**Tabla 5.12**

*Plan de mantenimiento anual*

			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Equipos críticos	Triturar	Máquina trituradora de plásticos												
	Dosificar	Dosificador volumétrico												
	Dosificar	Equipo de vacío												
	Mezclar	Mezclador de gránulos												
	Secar	Torre de secado												
	Secar	Deshumidificadores												
	Almacenar	Silo hermético												
	Almacenar	Tolva hermética												
	Inyectar	Máquina inyectora												
	Plastificar	Tornillo barrera												
	Enfriar	Tina de enfriamiento												
	Cortar	Máquina cortadora												
	Secar	Compresores												
	Decorar	Máquina de serigrafiado												
	Esmaltar	Máquina rociadora de esmalte												
Equipos no críticos	Transportar	Fajas transportadoras												
	Almacenar	silo y tolva												
	Secar	Direccionadores de ventilación												

Mensual	Limpia, lubricar e inspeccionar los componentes de fácil acceso.
Trimestral	Revisar el estado de los componentes eléctricos y mecánicos de la maquinaria y verificar su correcto funcionamiento.
Semestral	Revisar el estado de los componentes eléctricos, mecánicos, hidráulicos y neumáticos de la maquinaria, verificar su correcto funcionamiento y comprobar en todas sus partes.
Anual	Revisar, reparar el estado y cambiar de ser necesario los componentes eléctricos, mecánicos, hidráulicos y neumáticos de la maquinaria y comprobar el correcto funcionamiento de la maquinaria.

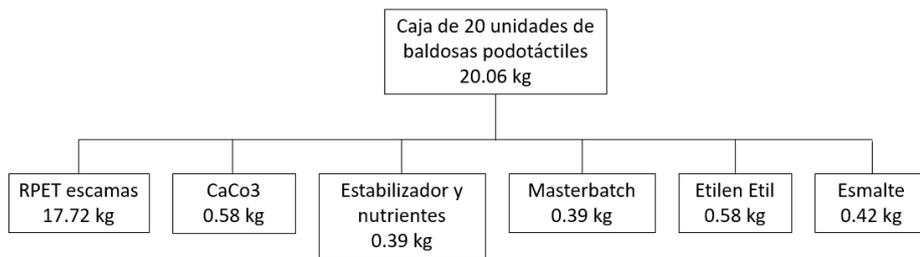
**5.9 Diseño de la Cadena de Suministro**

Para la producción de las baldosas podotáctiles se requiere principalmente 6 insumos: PET en escamas, etilen-etil, masterbatch, estabilizador con nutrientes, carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>) y esmalte para pisos de alto tránsito. La materia prima de PET reciclado se consigue a nivel local de empresas proveedoras como San Miguel Industrias. Asimismo, el insumo masterbach también se consigue localmente (Gelmi y Valdivia, 2017). El carbonato de calcio se puede obtener de la empresa distribuidora Productos Industriales Perú que comercializa con este producto químico (Productos Industriales Perú, 2019). El proveedor de esmalte para pisos de alto tránsito será la empresa Kolor, ya que destaca por su alta calidad y además tiene compromisos ambientales como productos libres de solventes tóxicos, una producción sin residuos industriales y una

menor huella de carbono (Kölor, 2020). Mientras, el etilen-etil y el estabilizador con nutrientes se importan desde China (Gelmi y Valdivia, 2017). A continuación, se presenta el diagrama de Gozinto para representar los insumos requeridos para la producción de las baldosas podotáctiles y la cantidad de insumos en kg a necesitar.

**Figura 5.13**

*Diagrama de Gozinto*



Los insumos se almacenan en la planta de producción según el stock requerido. Para la red de distribución de la cadena de suministros será directa de los proveedores a la planta y será directo para los clientes finales.

**Figura 5.14**

*Cadena de suministro*

RPET	Perú	San Miguel S.A.	Camión			
CaCO <sub>3</sub>	Perú	Insumex S.A.	Camión			
Masterbatch	China	Yang Tian Environmental Masterbatch Co, td.	Barco			
Etilen-etil	China	Shangai Sunwise Chemical Co, Ltd.	Barco			
Antioxidante fenólico	China	Shangai Sunwise Chemical Co, Ltd.	Barco			
Antioxidante fosfito	China	Shangai Sunwise Chemical Co, Ltd.	Barco			
Benzofenona	China	Shangai Sunwise Chemical Co, Ltd.	Barco			
Uretano Poliéster	Perú	Rust Oleum	Camión			

Planta	Camión	Cliente final
--------	--------	---------------

### 5.10 Programa de producción

El programa de producción será constante por cada año, ya que la demanda se ha pronosticado para ser constante dentro del periodo y porque se produce para stock. Se trabaja 1 turno por día, 6 horas por turno, 5 días a la semana y se consideran 48 semanas al año. Dado esto, si existiera alguna falla en el proceso se puede recuperar el día no laborable como horas extras (Gelmi y Valdivia, 2017).

**Tabla 5.13**

*Programa de producción semestral*

<b>Año</b>	<b>2022</b>		<b>2023</b>		<b>2024</b>		<b>2025</b>		<b>2026</b>	
Semestre	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción (cajas)	3 250	3 250	4 250	4 250	5 250	5 250	6 250	6 250	7 250	7 250

Asimismo, considerando el año 1 con una producción anual de 6 500 cajas, se calculó el tamaño de producción por hora, tomando en cuenta que se trabajan 48 semanas al año, 5 días a la semana, 1 turno por día y 6 horas por turno.

**Figura 5.15**

*Programa de producción por hora al 2022*

6 500	cajas	x	1.8	m <sup>2</sup>	x	1	año	x	1	sem	x	1	día	=	8.1	m <sup>2</sup>
	año		1	caja		48	sem		5	días		6	hrs			hrs

Este es el valor óptimo referencial de producción para el primer año, dado esto se tiene que evaluar los tiempos reales para establecer márgenes de producción en la planta e informar a los trabajadores de los objetivos por cada semestre.

En cuanto al lote de producción, este se estandarizará en unidades enteras para asegurar la productividad de la maquinaria. El tamaño de lote para cada año se redondeará de la siguiente manera, con lo cual se cubre también un margen de inventario mínimo de producción que cubra imprevistos en el proceso productivo y permita atender cualquier variabilidad que tenga la oferta o la demanda.

Teniendo en cuenta que la variabilidad sería baja debido al sector al que se apunta, y dada una demanda fija en la que el producto es proporcional a una infraestructura ya existente, se elaboró una política de inventarios acorde a las necesidades del proyecto.

**Tabla 5.14**

*Días de stock de seguridad*

<b>Actividad</b>	<b>Días</b>
Pausa de la producción por mantenimientos	2
Tiempo de seguridad	1
Total	3

Se cuenta así con el cálculo correspondiente al stock de seguridad referente a 3 días, el cual es cubierto por la política de la empresa de producir un superávit que cubre las variabilidades en la demanda con holgura para cada año.

**Tabla 5.15**

*Cálculo de stock de seguridad*

<b>Año</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	
Demanda mensual	529	695	861	1027	1194	Cajas
demanda diaria	26.45	34.76	43.06	51.37	59.68	Cajas
stock seguridad (3 días)	79.35	104.28	129.19	154.11	179.03	Cajas

**Tabla 5.16**

*Programa de producción anual*

<b>Año</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>
Demanda (cajas)	6 348	8 342	10 335	12 329	14 322
Producción anual	6 500	8 500	10 500	12 500	14 500

## **5.11 Requerimiento de insumos, servicios y personal indirecto**

### **5.11.1 Materia prima, insumos y otros materiales**

Los insumos requeridos a lo largo del proceso para producción de baldosa serán

- **PET reciclado**

Es la materia prima de producción, consiste en las escamas de PET recibidas del proveedor el cual es el encargado de comercializar dichos residuos sólidos reciclados.

- **Aditivos**

Los aditivos por usarse serán mezclados con el material PET reciclado, generando una masa plástica cuya composición tiene las proporciones de PET reciclado al 90%, carbonato de calcio al 3%, benzofenona al 0.5%, antioxidante fenólico al 1%, antioxidante fosfito al 0.5%, Masterbatch al 2% y Etilen-etil al 3%.

- **Esmalte de alto tránsito**

El esmalte de alto tránsito corresponde a aproximadamente el 3% en peso del total de la cantidad entrante a dicho proceso, como ya fue detallado en la descripción general del proceso (Ver punto 5.2.2).

- **Cajas**

Se utilizarán cajas de cartón con capacidad para 20 baldosas, siendo estas selladas con cinta adhesiva y sunchos.

A continuación, se detallan las cantidades requeridas de cada uno de los elementos entrantes al proceso de producción, considerando un procesamiento anual de 2 400 tn de PET reciclado.

**Tabla 5.17**

*Requerimiento de materia prima, insumos y materiales*

	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>
PET reciclado en escamas	tonelada	256.9
Carbonato de Calcio	tonelada	8.39
Masterbatch	tonelada	5.59
Etilen-etil	tonelada	8.39
Benzofenona	tonelada	1.40
Antioxidante fenólico	tonelada	2.80
Antioxidante fosfito	tonelada	1.40
Esmalte de alto tránsito	tonelada	6.06
Cajas	unidad	6500

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

La energía eléctrica que se consumirá en la planta dependerá de los kW de potencia de las máquinas y equipos del proceso, teniendo en cuenta las especificaciones de la maquinaria se calculó la potencia total.

**Tabla 5.18**

*Potencia de maquinaria en kW*

Potencia	kW	Costo energía eléctrica (S/. / KW-h)	H (horas/año)	Costo anual (S/)
Faja transportadora	89.6	0.0775	1 200	8 333
Trituradora	11	0.0775	1 200	1 023
Dosificador	7.5	0.0775	1 200	698
Inyectora con tornillo extrusor	393	0.0775	1 200	36 549
Túnel de enfriamiento	30	0.0775	1 200	2 790
Rodillo serigrafiador	0.05	0.0775	1 200	5
Faja transportadora de cajas	0.55	0.0775	1 200	51
Total	531.7		Total	49 448

Este cálculo concluye que se consumirá 531.7 kW de energía eléctrica.

En cuestión al agua, esta se utilizará en el túnel de enfriamiento, el cual tiene un volumen de 1.82 m<sup>3</sup> de agua, esta se recirculará durante una semana. Al considerar 48 semanas por año, se genera un consumo de 87.36 m<sup>3</sup> de agua anual.

### 5.11.3 Determinación del número de trabajadores indirectos

En cuestión a los trabajadores indirectos se necesitará un chofer de montacargas para retirar la materia prima y los insumos del almacén para que entre a la zona de producción. Asimismo, se requiere a un técnico laboratorista para que pueda evaluar si la materia prima cumple con las normas ASTM D5991 y ASTM D5814 para cuantificar la cantidad de contaminantes. También, se necesitará el apoyo de un sociólogo para analizar el impacto social y comunicar los resultados obtenidos que generará la instalación de baldosas podotáctiles en los centros de educación superior.

Así se tiene un número de 3 trabajadores indirectos: un chofer de montacargas, un técnico laboratorista y un sociólogo.

#### 5.11.4 Servicios de terceros

Para la determinación de servicios de terceros se plantea temas que no cubre el proyecto con el personal interno. Estos temas son: el mantenimiento de equipos y máquinas y el transporte.

- **Mantenimiento:** Para el mantenimiento de equipo y maquinaria no cotidiano, de alguna falla o avería que necesite de un personal altamente calificado en la materia.
- **Transporte:** Los servicios de transporte para la logística de la cadena de suministro, incluyendo el transporte de insumos de los proveedores y entrega a clientes, se requiere un servicio externo.
- **Laboratorio:** Para medir la calidad y condiciones de la materia prima a procesar, garantizando su inocuidad.
- **Sociólogo:** Para la medición del impacto social de la implementación de las baldosas en los centros educativos al finalizar el último año del proyecto, evaluando el progreso a lo largo de los años en cuanto a inclusión y calidad de vida corresponde.

#### 5.12 Disposición de planta

##### 5.12.1 Características físicas del proyecto

Para la distribución de las áreas de la planta se tomará en cuenta las dimensiones del local industrial disponible según las ofertas encontradas en páginas de renta de terrenos (Urbana, 2020) a partir de las cuales se dispondrán los ambientes.

La disposición de la planta obedecerá a 4 partes que lo conformarán:

- Listado de los ambientes.
- Análisis relacional.
- Estimación de áreas.
- Plano a escala.

Se requerirán áreas para recepción de insumos y despacho de materiales, áreas que sigan secuencia de procesos, así como también espacios destinados al almacenaje, seguridad, a los servicios, controles y atención al público; además de contar con el área administrativa correspondiente.

- **Factor edificio**

La planta productiva cuenta con un piso homogéneo ya establecido en el alquiler, el cual será formado por losas superplanas de 15cm, pudiendo sostener hasta 5 toneladas de peso por punto de apoyo (Urbania,2020). La altura de la nave industrial será de 8 metros de alto, contará con rociadores ya instalados. En cuanto al patio de maniobras corresponde, se cuenta para ventaja de la empresa con 9,300 metros cuadrados de asfalto de 3'' de espesor circundantes a la nave industrial para la carga y descarga de la empresa (Urbania, 2020).

El área productiva cuenta con techo de nave industrial, será dividida con paredes de material noble al igual que las áreas administrativas, las cuales a su vez contarán con puertas de vidrio templado.

Se cuenta también con una red de agua contra incendios, detectores de humo y red de hidrantes que forman parte de la Central de Detección de Incendios que son provistas con el alquiler a pagar por el espacio de la planta (Urbania, 2020).

- **Factor servicio**

Servicios relativos al personal

Tanto para la comodidad de los trabajadores como para garantizar un adecuado ambiente laboral, se contará con pulcros servicios higiénicos divididos para ambos sexos.

Para el área administrativa se contará con una amplia mesa compartida para cada área del organigrama dentro de la empresa, en la cual se contará con las computadoras personales para cada gerente, diversos tomacorrientes alrededor del área de trabajo e instrumentos de trabajo personales, además de tener la facilidad del intercambio de información dinámico al encontrarse cerca los unos a los otros

y gracias al uso de pizarras. Se cuenta también con un área de recepción para agilizar la toma de decisiones dentro de la empresa en las entrevistas con los potenciales clientes.

Cabe recalcar que, para evitar distracciones e interferencias con el área productiva, el área administrativa se encontrará alejada de ésta y con accesos peatonales distintos. Adicionalmente, con la finalidad de evitar aglomeraciones en las vías de acceso y facilitar el tránsito peatonal, la planta cuenta con una distribución por proceso.

Se tiene un área delimitada para el personal de seguridad en el que podrá llevar cómodamente su labor de vigilancia sentado en un escritorio personal con vista directa al exterior gracias a una luna polarizada que da la cara a las afueras de la planta.

En cuanto a los operarios, se les facilitarán los implementos de seguridad necesarios y uniformes de trabajo cómodos para diferenciarlos y minimizar riesgos potenciales en el proceso de producción, junto con tableros de avisos en el área productiva que los mantengan al tanto de lo que informe la empresa.

Finalmente, la planta a alquilar cuenta con estacionamientos externos a esta para que así los trabajadores puedan estacionar sus vehículos.

#### Servicios relativos al material

Se contará con un área de calidad en la cual se verificará la inocuidad de la materia prima, características de los insumos y los productos terminados, se contará con una mesa de trabajo y los instrumentos de laboratorio necesarios para evaluar las características de estos. Además, esta área de calidad servirá como un punto central de control al situarse a un extremo del área productiva desde donde el Jefe de Producción pueda inspeccionar las muestras.

Se contará con áreas designadas a almacenes de materias primas y productos terminados, los cuales seguirán una distribución por proceso conectados directamente con el área productiva para facilitar el transporte de materiales; adicionalmente, en cada almacén se cuenta con los muebles necesarios para almacenar los sacos de materia prima, insumos y cajas con productos

terminados dejando espacio suficiente para el tránsito de los operarios. El espacio asignado se calculó considerando el tamaño del lote, días laborables y frecuencia de materiales teniendo como resultado dimensiones adecuadas en los espacios asignados.

Ambos almacenes cuentan con salida directa al patio de maniobras interno para la carga y descarga de material para lo cual la empresa cuenta con montacargas.

Se tendrá también un cuarto de mantenimiento en el que el personal de limpieza ordenará sus herramientas a usar en el turno laborable, con las dimensiones adecuadas para los implementos de limpieza y ubicado en un espacio en el que no interfiera con el tránsito humano.

#### Servicios relativos a la maquinaria

Se llevará a cabo un mantenimiento preventivo anual planificado (Ver punto 5.8) con el cual se espera minimizar las posibles fallas que pueda presentar la maquinaria en el proceso productivo. Así, se ha tomado en consideración el personal destinado a realizar las acciones de mantenimiento por comprobación de rutina.

Debido a que la planta cuenta con 1 turno laborable por 5 días a la semana, se planificaron mantenimientos que no interfieran con el proceso productivo ni afecten directamente con la producción estimada.

En cuanto a la distribución de las líneas de servicio auxiliares, tanto eléctricas como de agua, se encontrarán instaladas donde no signifiquen un potencial peligro para la maquinaria, materiales ni trabajadores, pero siendo estas a la vez fácilmente accesible al equipo desde las posiciones asignadas.

- **Factor movimiento**

La maquinaria móvil se constituye de fajas transportadoras y montacargas, también llamados caretilas, las cuales se presentan a continuación.

**Tabla 5.19**

*Análisis del factor movimiento*

Tipo de medio de acarreo	Equipo	Material en espera	Punto de partida	Punto de llegada
Trayectoria fija	Faja transportadora	PET en escamas (materia prima)	Tolva de abastecimiento	Silo de almacenamiento
Móvil	Montacarga	Sacos de PET en escamas (materia prima) sobre parihuelas	Almacén de MP e insumos	Tolva de abastecimiento
Trayectoria fija	Faja transportadora	Cajas	Mesa de encajado	Ruma de cajas
Móvil	Montacarga	Cajas sobre parihuelas	Ruma de cajas	Almacén de productos terminados

- **Factor espera**

Se tienen dos puntos de espera en dos actividades: dosificado y mezclado; y un punto de espera para el encajado. Se tiene una columna de parihuelas para la tolva de abastecimiento y las cajas con el producto terminado, esta información se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla 5.20**

*Tabla de análisis del factor espera*

Actividad del posible punto de espera	Estación	Material en espera	Área ocupada (m <sup>2</sup> ) por el punto de espera
Dosificado y mezclado	Tolva de abastecimiento	PET en escamas (materia prima) e insumos en parihuelas	0.64 m <sup>2</sup>
Encajado	Mesa de encajado	Cajas en parihuelas	0.42 m <sup>2</sup>

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

Para llevar a cabo efectivamente todo el proceso productivo se ha determinado la necesidad de contar con las siguientes áreas físicas:

- **Recepción**

En esta área administrativa se recibirán a los proveedores y clientes potenciales, se cuenta con una sala de espera en la cual los invitados podrán esperar a ser atendidos por la persona a cargo con la que se desean entrevistar.

- **Sala de juntas**

Esta sala es la principal de reunión de los gerentes para la toma de decisiones en conjunto que tengan impacto en el desarrollo de funciones de la empresa. Es un área con una mesa amplia y donde no se presentan interferencias sonoras. Ahí se tomarán las decisiones importantes de cada área de la organización y se planificará lo conveniente en materia de gerencia.

- **Baños**

Son los servicios higiénicos a usar por todos los trabajadores dentro de la planta. Son 2: para varones y mujeres.

- **Cuarto de mantenimiento**

Es el compartimiento de limpieza donde se guardarán los insumos e implementos necesarios para que los trabajadores de limpieza puedan mantener pulcra todas las áreas dentro de la planta.

- **Área de control de calidad**

Es el área orientada a pesar y verificar el correcto contenido, además de propiedades, de los productos terminados. Es preferible que esta área se encuentre cercana al almacén de productos terminados.

- **Cuarto de vigilancia**

Consta de un espacio dirigido al personal de seguridad desde el cual puedan monitorear todo lo que suceda a la entrada y salida de la planta.

- **Almacén de materias primas**

Es el lugar designado para el almacenamiento de todos los materiales e insumos a procesarse a lo largo del proceso productivo. Es necesario que tenga acceso directo al área de producción. Se tiene a consideración para el cálculo las dimensiones de los sacos de insumos a almacenar de los proveedores, cuyas dimensiones serán de 120cm de largo x 100cm de ancho x 80cm de alto, además de la capacidad del silo de almacenamiento en el cual se guardará el PET adquirido más próximo a procesarse, el cual ocupa un espacio de 2.34 metros cuadrados.

Se tiene así que se requerirá tener mensualmente espacio de 14.69 metros cuadrados requeridos, a los cuales se les ha añadido márgenes de circulación mínimos de 1 metro para pasillos secundarios, en los que se ha considerado también la posibilidad de apilar los sacos de insumos menores en 2 niveles. Como resultado final se requerirá un área total extra de aproximadamente 40% sobre el área física que ocuparán los materiales para maniobra de los operarios, necesitando así 20.56 metros cuadrados en esta área.

- **Área productiva**

Es la zona donde ocurrirá todo el proceso de transformación de materia. A través de esta área fluirán los materiales a procesarse y el resultado será depositado en el área de productos terminados, el cual tiene que estar próximo por conveniencia y flujo de procesos.

- **Almacén de productos terminados**

Es el lugar designado a guardar los productos resultantes y listos para la comercialización. Debe tener acceso directo al patio de maniobras para facilitar la carga hacia los camiones los cuales distribuirán los productos a los clientes de la empresa.

- **Patio de maniobras**

Es el área en el cual se recepciona la materia prima que baja de los camiones y se despacharán las cajas con productos terminados.

### 5.12.3 Cálculo de áreas para cada zona

Para el cálculo de las áreas de cada zona se realizó el método Guerchet detallado a continuación.

**Tabla 5.21**

*Método Guerchet*

<b>Estáticos</b>												
<b>Maquinaria</b>	<b>l</b>	<b>a</b>	<b>h</b>	<b>N (caras)</b>	<b>n (unids)</b>	<b>ss</b>	<b>sg</b>	<b>se</b>	<b>st</b>	<b>ssxn</b>	<b>ssxnh</b>	
Tolva de abastecimiento	1.9	1.9	3.7	2	2	1	3.61	7.22	2.46	13.29	3.61	13.36
Trituradora	1.1	1.45	1.7	1	1	1	1.60	1.60	0.72	3.91	1.60	2.71
Silo	2.1	2.1	4.84	2	2	1	4.41	8.82	3.00	16.23	4.41	21.34
Parihuelas	0.8	0.8	1	1	1	1	0.64	0.64	0.29	1.57	0.64	0.64
Deshumidificador	0.19	0.135	0.518	1	2	2	0.03	0.03	0.01	0.06	0.05	0.03
Dosificador	1.2	0.46	1.26	2	2	1	0.55	1.10	0.38	2.03	0.55	0.70
Mezclador de gránulos	2.23	0.95	1.13	2	2	1	2.12	4.24	1.44	7.80	2.12	2.39
Equipo de vacío	1.8	1.2	2.8	1	3	3	2.16	2.16	0.98	5.30	6.48	18.14
Torre de secado	3	2.4	1.5	1	1	1	7.20	7.20	3.27	17.67	7.20	10.80
Silo hermético	1.8	3.3	3.3	2	2	1	5.94	11.88	4.05	21.87	5.94	19.60
Tolva hermética	2	2	3	2	2	1	4.00	8.00	2.72	14.72	4.00	12.00
Inyectora con tornillo extrusor	5.4	1.3	2.1	2	2	1	7.02	14.04	4.78	25.84	7.02	14.74
Tina de enfriamiento	2.5	0.6	1.2	1	1	1	1.50	1.50	0.68	3.68	1.50	1.80
Máquina cortadora	2.085	1.26	1.45	1	1	1	2.63	2.63	1.19	6.45	2.63	3.81
Compresores	0.8	0.72	0.95	1	2	2	0.58	0.58	0.26	1.41	1.15	1.09
Direccionadores	4	0.2	0.2	1	2	2	0.80	0.80	0.36	1.96	1.60	0.32
Máquina de serigrafiado	1.78	0.95	1.8	2	2	1	1.69	3.38	1.15	6.22	1.69	3.04
Máquina de rociado	1	1.24	1.78	2	2	1	1.24	2.48	0.84	4.56	1.24	2.21
Mesa de encajado	1.5	1.5	0.9	1	1	1	2.25	2.25	1.02	5.52	2.25	2.03
Ruma de cajas	0.65	0.65	1	x	1	1	0.42	x	x	x	0.42	0.42

56 131

<b>Móviles</b>												
<b>Maquinaria</b>	<b>l</b>	<b>a</b>	<b>h</b>	<b>N (caras)</b>	<b>n (unids)</b>	<b>ss</b>	<b>sg</b>	<b>se</b>	<b>st</b>	<b>ssxn</b>	<b>ssxnxh</b>	
Faja transportadora		1.78	0.45	0.85	1	5	0.80	x	x	x	4.01	3.40
Faja transportadora de cajas		5	0.5	0.9	1	1	2.50	x	x	x	2.50	2.25
Caretilla PET		1	1	1.1	x	1	1	x	x	x	1	1.1
Caretilla caja		1	1	1.1	x	1	1	x	x	x	1	1.1
Operarios	x		x			4	0.5	x	x	x	2	3.3
											10.51	11.15
											<b>160</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

Análisis al 30 %	Parihuelas	7%
	Cajas	19%

K	1.06	2.34	0.23
---	------	------	------

Así, se tiene como área total de la zona productiva un total de 160 metros cuadrados requeridos.

#### 5.12.4 Dispositivos de seguridad industrial y señalización

Los dispositivos de seguridad industrial que serán requeridos son mangueras antiincendios y extintores. Además, se instalará la puesta a tierra para equipos e instalaciones.

Asimismo, para la seguridad en las máquinas se tendrá dispositivos de enclavamiento que permite inactivar la misma o el acceso a esta, hasta que todas sus partes estén detenidas por completo. También, se utilizarán guardas de protección en la maquinaria necesaria.

Además, todo el personal contará con el EPP correspondiente en cada operación como: mascarillas, lentes de seguridad, guantes, botas de seguridad, cascos y tapones de oído.

La señalización de las vías de escape se realizará en toda el área de la planta de producción. Así como también, la correcta señalización de los equipos, maquinaria, señales de prohibición, señales de obligación y botiquines de primeros auxilios, que se distribuirán en todas las áreas.

#### 5.12.5 Disposición de detalle de la zona productiva

Teniendo en cuenta las áreas necesarias para llevar a cabo un efectivo flujo de procesos, se elaboró una tabla relacional considerando el detalle de cercanías y relaciones entre estas áreas dentro de las instalaciones.

**Tabla 5.22**

*Lista de motivos*

<b>Código</b>	<b>Lista de motivos</b>
1	Secuencia de proceso
2	Recepción y despacho
3	Excesivo ruido
4	Mismo personal
5	Servicio
6	Flujo de materiales y PT
7	Conveniencias



### **5.12.6 Disposición general**

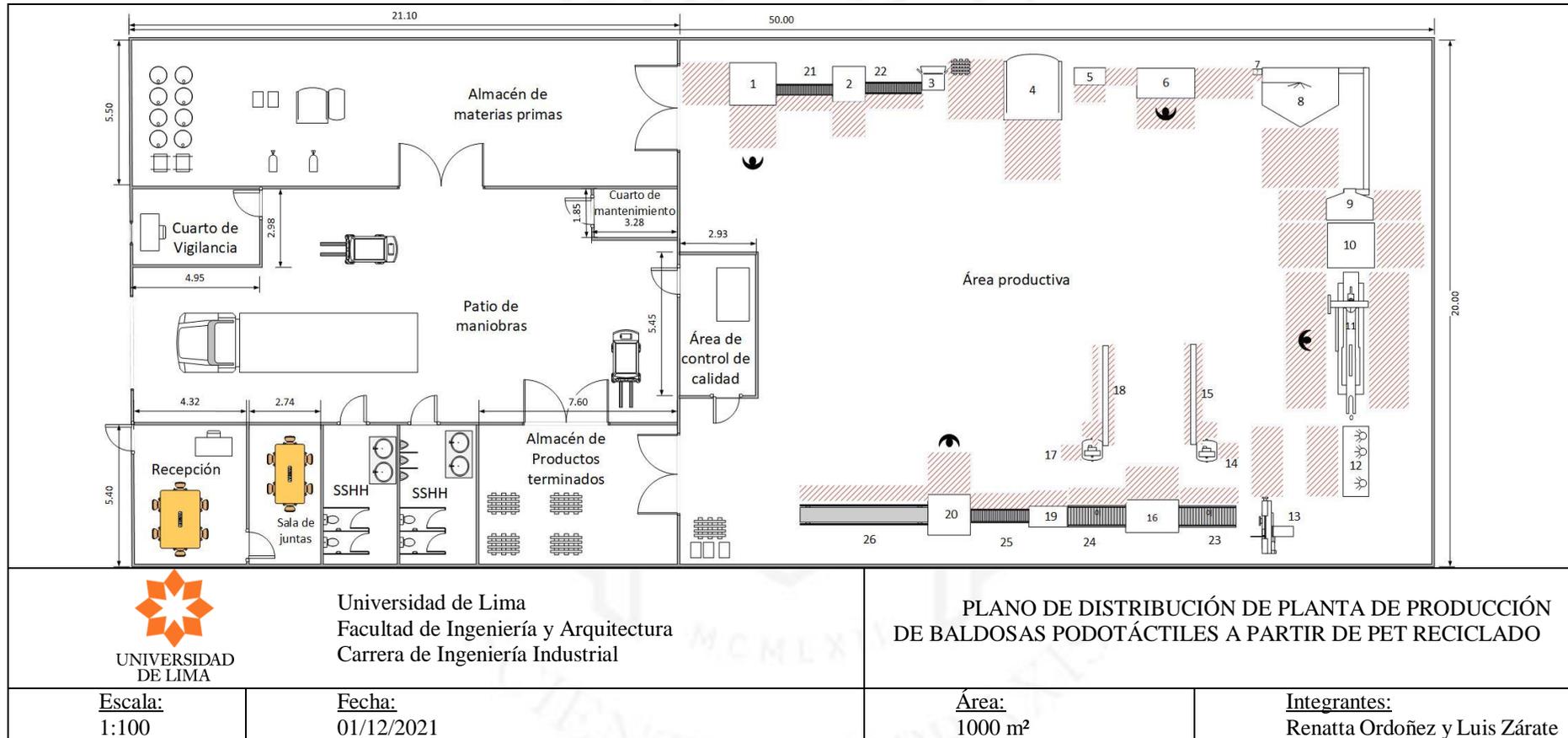
A continuación, se presenta la disposición de planta, la cual sigue un flujo de procesos y cumple con las áreas establecidas en los cálculos del Guerchet (160 metros cuadrados) para el área productiva.

Se muestra la disposición en base a un área total de planta de 1000 metros cuadrados, en la cual se dividió un área productiva de 562 metros cuadrados, superando ampliamente el área mínima requerida en este espacio.



**Figura 5.17**

*Disposición de planta*



En el diagrama los números ubicados sobre las maquinarias corresponden a la siguiente leyenda:

**Tabla 5.24**

*Leyenda de maquinarias de planta*

1	Tolva de abastecimiento	14	Compresor
2	Máquina trituradora	15	Direccionador de aire
3	Carretilla	16	Máquina de serigrafiado
4	Silo de almacenamiento	17	Compresor
5	Dosificador	18	Direccionador de aire
6	Mezclador de gránulos	19	Máquina rociadora de esmalte
7	Deshumidificador	20	Mesa de encajado
8	Torre de secado	21	Faja transportadora
9	Silo hermético	22	Faja transportadora
10	Tolva hermética	23	Faja transportadora
11	Máquina Inyectora	24	Faja transportadora
12	Tina de enfriamiento	25	Faja transportadora
13	Máquina cortadora	26	Faja transportadora de cajas

**5.13 Cronograma de implementación del proyecto**

Para calcular el tiempo de implementación del proyecto y la secuencia se presenta el diagrama de Gantt.

**Tabla 5.25**

*Diagrama de Gantt*

Actividad	Plan inicio	Plan duración	Ene-21			Feb-21			Mar-21			Abr-21			May-21					
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Habilitación de planta	1	3	█	█	█															
Infraestructura interna	4	4				█	█	█	█											
Instalaciones eléctricas principales	8	2							█	█										
Instalaciones sanitarias	10	1								█										
Instalación de maquinaria	11	2									█	█								
Instalación de equipos	13	2											█	█						
Conexiones electrónicas	15	2													█	█				
Pruebas de producción	17	3																█	█	█

Para la implementación de todo el proyecto se tomará 19 semanas desde la habilitación de la planta hasta las pruebas de producción, para verificar que todas las operaciones se realicen en óptimas condiciones y evalúen si los tiempos de operación y el producto final son los adecuados.

# CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

## 6.1 Formación de la organización empresarial

En la organización empresarial se determinará la razón social y el tipo de sociedad que se creará.

La empresa como persona jurídica será una sociedad anónima abierta (S.A.C.), en la cual el giro de la actividad será industrial manufacturera. Esta involucra que haya un mínimo de 2 y máximo 20 socios o accionistas, en cuestión a la organización, se establecerá una Junta general de accionistas, Gerencia y opcionalmente un Directorio. Asimismo, el capital que se aporte en la empresa será por aportes de cada socio y se manejará un registro de las acciones en el Registro de Matrícula de Acciones.

Esta razón social fue seleccionada para impulsar una buena gestión en la toma de decisiones de parte de la Junta General de accionistas, ya que se optará por la previa aprobación para nuevos ingresantes (SUNAT, 2020). Además, al no ser obligatorio contar con un directorio, las atribuciones de representación legal y de gestión de la sociedad pueden recaer en el gerente general (Gestión, 2019).

El nombre de la empresa *Safe Walk S.A.C.* se registrará en SUNARP. Además, se registrará la marca en INDECOPI con el logo previamente elaborado por el equipo de *branding*.

Para el régimen tributario se optará por el régimen general, dado que este no tiene un límite de ingresos, compras, activos fijos o trabajadores, esto entra en el marco actual de la empresa, ya que la inversión es alta. Además, se puede emitir factura, boleta y todos los comprobantes permitidos. Se deberá emitir una Declaración Jurada Anual Renta.

## 6.2 Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios; y funciones generales

Se enlistó el personal requerido para las funciones que se realizarán dentro de la empresa, incluyendo directivo, administrativo y servicios internos.

**Tabla 6.1***Requerimiento de personal*

<b>Requerimiento de personal</b>	<b>Área</b>	<b>Cargo</b>	<b># Trabajadores</b>	<b>Subtotal</b>
Directivo	Gerencia	Gerente General	1	1
Administrativo	Área comercial	Gerente de marketing y ventas	1	6
		Asesor de ventas	1	
	Área financiera	Gerente de finanzas	1	
	RRHH	Gerente de RRHH	1	
		Gerente de operaciones	1	
Área operativa	Jefe de abastecimiento y logística	1		
Servicios internos	Recepción	Secretario	1	8
	Tesorería	Asistente de tesorería	1	
	Producción	Operarios	4	
	Limpieza	Personal de limpieza	1	
	Seguridad	Personal de seguridad	1	
			<b>Total</b>	<b>15</b>

Así, se determinó que el requerimiento de personal será un total de 15 trabajadores.

A continuación, se presentará las funciones de los principales puestos, que se determinaron evaluando las responsabilidades de los gerentes según la Escuela de Negocios de la Universidad de Barcelona (2020) con respecto a los procesos dentro de la empresa.

**Tabla 6.2**

*Principales funciones*

<b>Principales puestos de la organización</b>	<b>Funciones a desempeñar</b>
Gerente general	Planificar objetivos generales y específicos. Organizar, dirigir, controlar, coordinar, analizar, calcular y deducir el trabajo de la empresa. Tomar decisiones de corto, mediano y largo para beneficio de la empresa. Coordinar con las demás oficinas para asegurar la correcta toma de decisiones.
Gerente de marketing y ventas	Delimitar el público objetivo e identificar a los clientes. Desarrollar e implementar estrategias y campañas de publicidad y marketing a corto, mediano y largo plazo. Gestionar informes detallados sobre comportamiento de consumidores y tendencias del mercado. Definir el plan estratégico comercial de la empresa. Preparar presupuestos y proyecciones de venta. Permanente monitoreo de la evaluación de los productos de la empresa mediante estudio de mercado para una adecuada valoración. Gestionar la cartera de clientes y captación de nuevos clientes dentro del público.
Gerente de RRHH	Seguimiento del desarrollo, implementación y mejora de las estrategias de las políticas de RRHH. Planifican, dirigen y evalúan la operatividad del área. Realiza observaciones de los operarios para la aumentar la productividad de la empresa.
Gerente de finanzas	Administrar, evaluar y supervisar las actividades relacionadas con los recursos económicos y financieros. Evaluar productos crediticios, administración de inversión. Elaborar periódicamente reportes económicos y financieros del sector construcción. Gestionar los objetivos económicos de la empresa.
Gerente de operaciones	Administrar los recursos que se le asigne para el cumplimiento de la planificación anual de la empresa. Definir políticas, planes y objetivos de la gerencia, revisar indicadores e interpretarlos, generar reportes y brindar soluciones en el área de procesos. Es el responsable de gestionar y verificar el cumplimiento de los servicios tercerizados de mantenimiento y calidad.

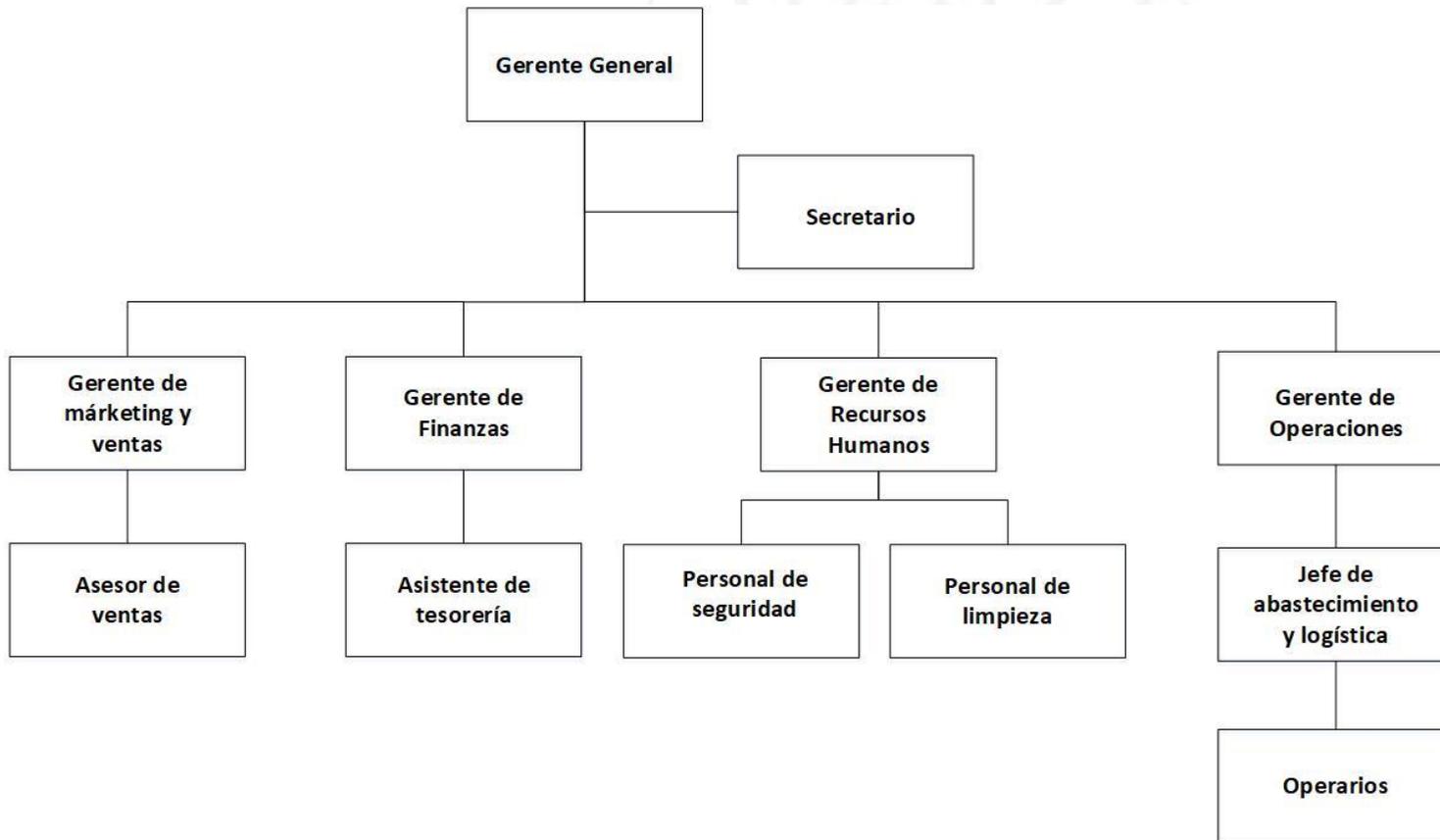
Además, es importante resaltar que se requiere que la gerencia tenga una experiencia mayor de 3 años en el rubro de construcción para garantizar el conocimiento y el desempeño eficaz en el puesto. Asimismo, los operarios deben tener conocimiento básico de la tecnología a utilizar.

### **6.3 Esquema de la estructura organizacional**

Para representar la estructura organizacional se presenta el organigrama de la empresa con las áreas correspondientes al ámbito comercial, financiero, operativo y de RRHH.

**Figura 6.1**

*Organigrama de la empresa*



# CAPÍTULO VII: PRESUPUESTOS Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO

## 7.1 Inversiones

En este capítulo se determinará la inversión necesaria para llevar a cabo este proyecto desde el estudio del proyecto hasta la puesta en marcha de la producción, se realizará un desglose de todas las inversiones de largo plazo: activos tangibles e intangibles y corto plazo: capital de trabajo.

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

- **Inversión Fija Tangible**

La inversión fija tangible se calcula mediante los costos de los materiales tangibles que el proyecto requiere.

En primer lugar, se costeará la infraestructura de la planta de fabricación. Se detalla el costo de la construcción de las divisiones internas de la planta, la instalación del equipo, servicios adicionales a instalar e instrumentación.

La estimación de estos costos de inversión se realizó mediante el método de Peter & Timmerhaus realizando ajustes en ciertos puntos tomando a consideración las necesidades del proyecto.

**Tabla 7.1**

*Valor de infraestructura*

	<b>Concepto</b>	<b>Costo (S/)</b>
<b>Infraestructura</b>	Instalación del equipo	167 840.40
	Instrumentación	33 568.08
	División de áreas internas	10 000.00
	Servicios instalados	149 191.46
	<b>Total</b>	<b>360 599.94</b>

La inversión total de infraestructura es de S/ 360 599.94. Asimismo, se detalla el costo FOB de la maquinaria procedente de China.

**Tabla 7.2**

*Costo FOB de la maquinaria de producción*

	<b>Concepto</b>	<b>Costo unitario (S/)</b>	<b>Unidades</b>	<b>Costo (S/)</b>
	Tolva de abastecimiento	3 500	1	3 500
	Faja transportadora	5 600	5	28 000
	Trituradora	17 221	1	17 221
	Silo	16 000	1	16 000
	Deshumificador	1 000	2	2 000
	Dosificador	23 751	1	23 751
	Mezclador de gránulos	12 160	1	12 160
	Equipo de vacío	5 700	3	17 100
	Torre de secado	4 000	1	4 000
	Silo hermético	3 584	1	3 584
	Tolva hermética	7 165	1	7 165
Maquinaria	Inyectora con tornillo extrusor	88 000	1	88 000
	Tina de enfriamiento	21 526	1	21 526
	Máquina cortadora	32 200	1	32 200
	Compresores	3 600	2	7 200
	Direccionadores	15 942	2	31 884
	Máquina de serigrafiado	12 600	1	12 600
	Máquina de rociado	24 000	1	24 000
	Faja transportadora de cajas	15 804	1	15 804
	Mesa de encajado	3 225	1	3 225
	Caretilla PET	159	1	159
	Caretilla caja	1 900	1	1 900
	<b>Total</b>			<b>372 978.66</b>

En total, el valor de la maquinaria tiene un costo FOB de S/ 372 978.66. Este es el precio de la maquinaria que incluye *Ex Works*, gastos de transporte al puerto, gastos en trámites de aduana del país exportador y gastos portuarios. Sin embargo, se requiere el costo puesto en la planta de producción. Esto abarca gastos de flete marítimo, gastos de despacho, seguro, agente de aduanas del país de destino, arancel de aduanas, costos de desestiba, gastos portuarios de destino, transporte en camión del puerto destino a almacén de materia prima.

Para este cálculo de gastos adicionales se estima según trabajos de investigación de índole de prefactibilidad que representa un 20% del precio FOB (Llacsahuanga y Venegas, 2019). Esto da un total de S/ 447 574.39 para la inversión en maquinaria.

Asimismo, se tiene los costos del equipo necesario para inventario de materia prima e insumos y para el inventario de producto terminado.

**Tabla 7.3**

*Inversión de equipo de inventario*

	<b>Concepto</b>	<b>Unidades</b>	<b>Costo (S/)</b>
Equipo de almacén	Parihuelas	20	40
	Montacargas	2	774
	Muebles	1	100
		<b>Total</b>	<b>914</b>

Además, se tiene la inversión de muebles y enseres para el área administrativa que abarca el mobiliario para las oficinas de los gerentes, jefes, asesores, secretarios, asistentes y el personal de seguridad.

**Tabla 7.4**

*Inversión de muebles y enseres*

	<b>Concepto</b>	<b>Unidades</b>	<b>Costo (S/)</b>
Equipos de administración	Computadoras	9	18 000
	Impresoras	2	600
	Escritorios	10	2 000
	Mesa de reuniones	1	600
	Sillas ergonómicas	16	1 600
	Pizarras	3	60
	Proyector	1	400
	Celulares	11	9 900
			<b>Total</b>

En cuestión a muebles y enseres de administración se tiene un total de S/ 33 160.

Al considerar estos activos fijos tangibles, se presentará la inversión total de tangibles a continuación.

**Tabla 7.5***Inversión total de activos fijos tangibles*

<b>Concepto</b>	<b>Costo (S/)</b>
Infraestructura	360 600
Maquinaria	447 574
Equipo de almacén	914
Equipos de administración	33 160
<b>Total</b>	<b>842 248</b>

- **Inversión Fija Intangible**

Para la inversión de intangibles se costeará el estudio de factibilidad, la licencia de construcción, registro de marca, el registro de S.A.C en registros públicos, *branding*, publicidad y capacitación.

**Tabla 7.6***Inversión de activos fijos intangibles*

<b>Concepto</b>	<b>Costo (S/)</b>
Estudio de factibilidad	10 000
Licencia de construcción	500
Registro de marca	535
Registros públicos (S.A.C.)	1 000
Branding	1 000
Publicidad	50 000
Capacitación	1 500
<b>Total</b>	<b>64 535</b>

Así se tiene una inversión total de activos intangibles de S/ 64 535.

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

El capital de trabajo es la inversión en activos a corto plazo de la empresa, es la cifra resultante de la diferencia entre los activos circulantes y los pasivos circulantes (Rizo y Pablos, 2010). Esta definición muestra la posible disponibilidad del activo circulante en exceso del pasivo circulante y representa un índice de estabilidad financiera o margen de protección para los acreedores actuales y para operaciones futuras.

Se calculará el capital de trabajo con costos de producción (válido aclarar que sin depreciación ni amortización), gastos de operación y el ciclo de caja, el cual se obtendrá analizando el tiempo desde la primera salida de dinero hasta la primera entrada de este.

**Tabla 7.7**

*Costo de producción sin depreciación*

	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
MP	396 798	521 435	646 038	770 676	895 278
MOD	68 463	71 544	74 763	78 127	81 643
CIF (sin depreciación)	468 429	474 083	479 991	486 166	492 618
Costo de producción	933 689	1 067 062	1 200 792	1 334 969	1 469 539

Para el cálculo del ciclo de caja, se tiene en cuenta que el pago a proveedores es de 30 días, un número menor al que se registra en información del promedio en el sector el cual será 61 a 96 días (El Comercio, 2019), dado que al ser nuevos en el mercado existe incertidumbre para el proveedor. Asimismo, para el cliente se maneja un periodo para realizar el pago de 90 días, ya que los clientes son empresas grandes.

Con esta información se obtuvo que el ciclo de caja es 26.18 veces/año, con un tiempo de 14 días. A continuación, se detalla el capital de trabajo.

**Tabla 7.8**

*Capital de trabajo*

Costos de producción	933 689	soles
Gastos de operación	750 973	soles
Días de ciclo de caja	14	días
Capital de trabajo	64 349	soles

**Tabla 7.9**

*Inversión total del proyecto*

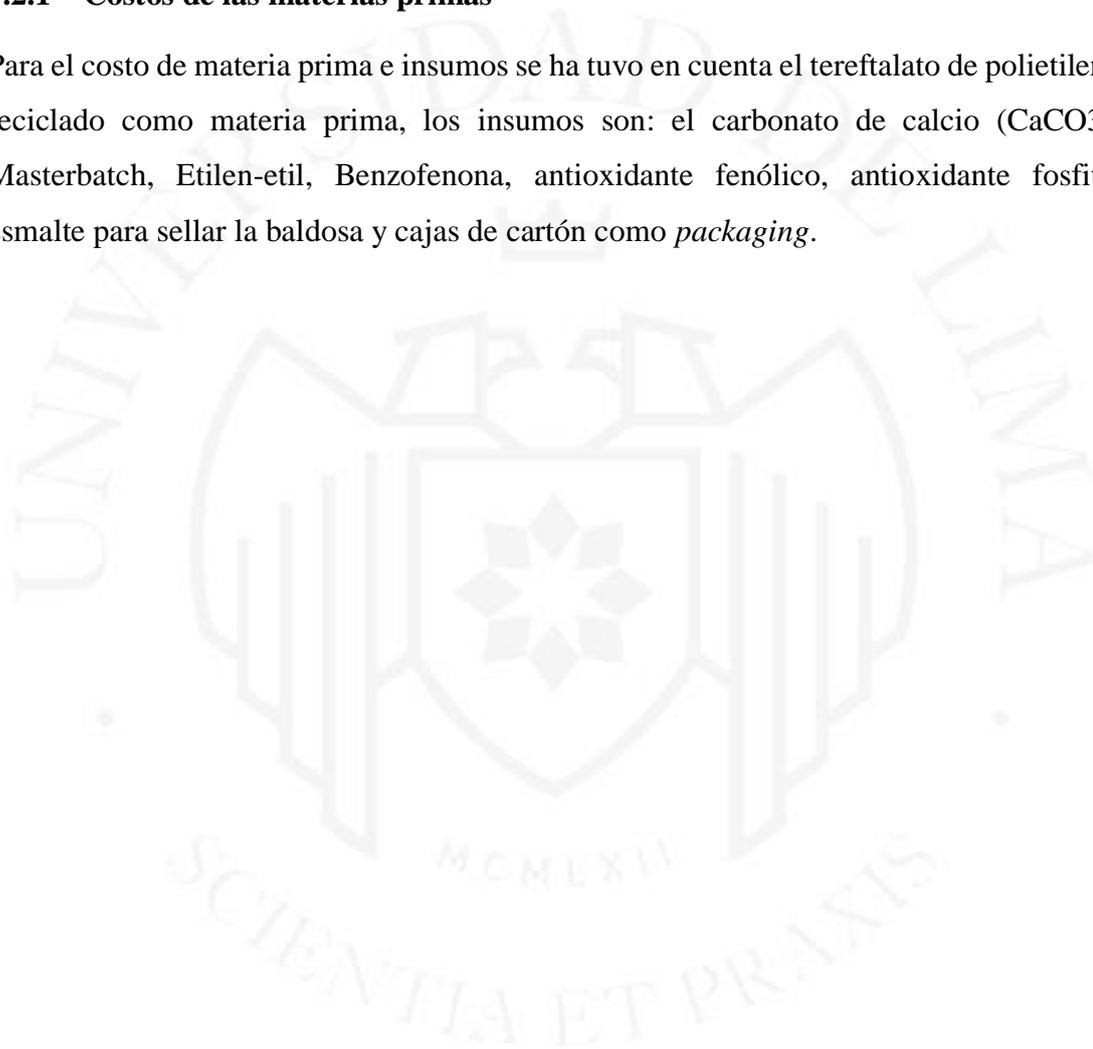
Total activos	906 783
Capital de trabajo	64 349
Inversión total	971 132

## **7.2 Costos de producción**

Para estimar los costos de todo el proceso de producción se debe evaluar los costos de materias primas e insumos, la mano de obra directa y el Costo Indirecto de Fabricación (CIF) que involucra materiales indirectos, mano de obra indirecta y costos generales de planta.

### **7.2.1 Costos de las materias primas**

Para el costo de materia prima e insumos se ha tuvo en cuenta el tereftalato de polietileno reciclado como materia prima, los insumos son: el carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ), Masterbatch, Etilen-etil, Benzofenona, antioxidante fenólico, antioxidante fosfito, esmalte para sellar la baldosa y cajas de cartón como *packaging*.



**Tabla 7.10***Costo de materia prima e insumos*

Materia prima e insumos			Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	
	kg	S/ /kg	FOB (S/)	DPP (S/)				
RPET	256 900	1.60	411 040	196 752	258 553	320 338	382 139	443 923
CaCo3	8 392	0.29	2 409	1 153	1 515	1 877	2 239	2 601
Masterbatch	5 595	2.70	15 106	7 231	9 502	11 772	14 044	16 314
Etilen-etil	8 392	4.70	39 443	18 880	24 810	30 739	36 669	42 598
Benzofenona	1 399	44	61 542	29 458	38 711	47 962	57 215	66 465
Antioxidante fenólico	2 797	19	53 150	25 441	33 432	41 421	49 413	57 402
Antioxidante fosfito	1 399	11	15 385	7 365	9 678	11 990	14 304	16 616
Esmalte	6 060	35.71	216 387	103 578	136 113	168 638	201 173	233 698
Cajas	-	-	14 500	6 941	9 121	11 300	13 480	15 660
Total			828 961	396 798	521 435	646 038	770 676	895 278

En este cuadro se puede observar los precios FOB de la materia prima e insumos necesarios para la producción de las baldosas podotáctiles según demanda, y se considera un porcentaje adicional para el costo DPP que depende del origen; si es de Perú es 8% y si es de origen chino es del 20% adicional del precio FOB.

### 7.2.2 Costo de la mano de obra directa

Para el cálculo de la mano de obra se consideró los puestos de trabajo que transforman la materia prima: operarios. El costo anual se obtuvo teniendo en cuenta el costo de ESSALUD el cual es 9% del sueldo, la CTS la cual es la mitad de la suma del 50% de la gratificación de julio más un sexto del sueldo de octubre (Gestión, 2020) y las gratificaciones de julio y diciembre. Además, se consideraron el Seguro Vida Ley y el Seguro Complementario de Trabajo de Riesgo (SCTR) en el caso de los operarios.

Para el primer año se calculó el costo total de Mano de Obra, mostrado a continuación:

**Tabla 7.11**

*Cálculo del costo de la Mano de Obra Directa en el primer año*

Puesto de trabajo	Mensual (S/)	Anual (S/)	ESSALUD	CTS	Seguro Vida Ley	SCTR	Gratificaciones	Costo total anual (S/)
Operarios	4 000	48 000	4 320	2 333	169	5 640	8 000	68 463

Así se obtuvo el sueldo anual de la mano de obra, y para los siguientes años, se utiliza un crecimiento anual del 4.5% para cada año.

**Tabla 7.12**

*Costo total anual MOD*

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Operarios (S/)	68 463	71 544	74 763	78 127	81 643

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

Para el costo de mano de obra indirecta se calculó lo siguiente:

**Tabla 7.13***Cálculo del costo de la Mano de Obra Indirecta en el primer año*

Puesto de trabajo	Mensual (S/)	Anual (S/)	ESSALUD	CTS	Seguro Vida Ley	SCTR	Gratificaciones	Costo total anual (S/)
Gerente de operaciones	4 000	48 000	4 320	2 333	169	-	8 000	62 823
Jefe de abastecimiento y logística	4 000	48 000	4 320	2 333	169	-	8 000	62 823

Y para el costo durante los 5 años se tiene lo siguiente en cuestión a mano de obra indirecta, se consideró un aumento del 4.5% anualmente.

**Tabla 7.14***Costo anual de Mano de Obra Indirecta*

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Gerente de operaciones	62 823	65 650	68 604	71 691	74 917
Jefe de abastecimiento y logística	62 823	65 650	68 604	71 691	74 917
Total (S/)	125 646	131 300	137 208	143 383	149 835

Así se obtiene el costo de la mano de obra indirecta para el estudio de 5 años del proyecto.

Asimismo, se mostrará el costo en servicios de telefonía e internet. Además, se tercerizará el mantenimiento de la maquinaria de producción y el área de control de calidad.

**Tabla 7.15***Cálculo del costo anual de servicios*

Servicios	Costo mensual (S/)	Costo anual (S/)
Telefonía	300	3 600
Internet	150	1 800
Área de mantenimiento	500	6 000
Área de calidad	400	4 800
Servicios de transporte e instalación	20 000	240 000
Contabilidad	3 000	36 000
<b>Total</b>		<b>292 200</b>

En este detalle se observa el costo total anual de servicios de S/ 292 200.

Además, se detalla el costo anual de energía eléctrica del área de producción:

**Tabla 7.16**

*Cálculo del costo de energía eléctrica*

Potencia	KW	Costo energía eléctrica (S./ KW-h)	H (horas/año)	Costo anual (S/)
Faja transportadora	89.6	0.0775	1 200	8 333
Trituradora	11	0.0775	1 200	1 023
Dosificador	7.5	0.0775	1 200	698
Inyectora con tornillo extrusor	393	0.0775	1 200	36 549
Tunel de enfriamiento	30	0.0775	1 200	2 790
Rodillo serigrafiador	0.05	0.0775	1 200	5
Faja transportadora de cajas	0.55	0.0775	1 200	51
Total	531.7		Total (S/)	49 448

El costo de energía eléctrica anual es de S/49 448.

Otro costo considerado es la depreciación fabril, para el año 1 es la siguiente:

**Tabla 7.17**

*Depreciación total para el primer año*

Concepto	Costo (S/)	Depreciación anual (%)	Depreciación anual (S/)
Construcción	360 600	5%	18 030
Maquinaria	447 574	10%	44 757.44
Equipo de almacén	914	10%	91.40
Equipos de administración	33 160	10%	3 316
Depreciación fabril			62 878.84
Depreciación no fabril			3 316
Total			66 194.84

Considerando la mano de obra indirecta, los servicios, la energía eléctrica, la depreciación fabril y el costo de agua, se presenta el Costo Indirecto de Fabricación a continuación:

**Tabla 7.18***Costo Indirecto de Fabricación*

	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
MOI	125 646	131 300	137 208	143 383	149 835
Servicios	292 200	292 200	292 200	292 200	292 200
Energía eléctrica	49 448.10	49 448.10	49 448.10	49 448.10	49 448.10
Depreciación fabril	62 878.84	62 878.84	62 878.84	62 878.84	62 878.84
Agua	1 135	1 135	1 135	1 135	1 135
CIF (S/)	531 308	536 962	542 870	549 045	555 497

**7.3 Presupuesto Operativos****7.3.1 Presupuesto de ingreso por ventas**

Para el presupuesto operativo de ventas se ha considerado el precio de S/ 350 por caja, multiplicado por la demanda del proyecto en base a pronóstico de ventas, con lo cual se obtienen los ingresos por ventas en soles correspondientes a todos los años del proyecto como se muestra a continuación:

**Tabla 7.19***Presupuesto de ingresos por ventas*

	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Ventas (cajas)	6 348	8 342	10 335	12 329	14 322
Precio (S/)	350	350	350	350	350
Ventas (S/)	2 221 722	2 919 583	3 617 250	4 315 111	5 012 778

**7.3.2 Presupuesto operativo de costos**

Asimismo, se tiene el presupuesto de costos de producción, en el cual se han considerado año tras año del proyecto todos los costos incurridos en materias primas, mano de obra y costos indirectos de fabricación.

**Tabla 7.20***Presupuesto de costos de producción*

	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
MP	396 797.87	521 435.33	646 038.06	770 675.52	895 278.24
MOD	68 463	71 544	74 763	78 127	81 643
CIF	531 308	536 962	542 870	549 045	555 497
Costo de producción (S/)	996 568	1 129 941	1 263 671	1 397 847	1 532 418

**7.3.3 Presupuesto operativo de gastos**

Para los gastos operativos se considera gastos administrativos y gastos de ventas.

El presupuesto de gastos de ventas se dirige a marketing y publicidad, por un lado, incluye publicidad por redes sociales para la concientización a la población acerca de la necesidad de tomar medidas para la inclusión de PcD visual y la publicidad directa del producto para centros educativos superiores (cliente final) mediante folletos, diarios electrónicos y redes sociales. Además, se considera el mantenimiento de la página web en donde se impulsarán las ventas *online*. Para este gasto se estima S/20 diarios y por la página web S/ 3 298 (GoDaddy, 2019).

Por otro lado, se considerará la distribución del producto a los clientes, esto incluye los gastos de logística y transporte. Para este gasto se considera el requerimiento de cajas promedio por cliente hallado previamente y se estima un gasto de S/ 360.

**Tabla 7.21***Presupuesto de gastos*

	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Sueldos administrativos	438 532	458 266	478 888	554 255	691 674
Materiales oficina	200	200	200	200	200
Alquiler	288 000	288 000	288 000	288 000	288 000
Depreciación no fabril	3 316	3 316	3 316	3 316	3 316
Amortización	6 453.50	6 453.50	6 453.50	6 453.50	6 453.50
<b>Gastos administrativos</b>	<b>736 502</b>	<b>756 236</b>	<b>776 858</b>	<b>852 225</b>	<b>992 643</b>
Gastos de marketing y publicidad	10 598	10 598	10 598	10 598	10 598
Gastos de distribución	3 873.22	5 089.83	6 306.10	7 522.71	8 738.98
<b>Gastos de ventas</b>	<b>14 471.22</b>	<b>15 687.83</b>	<b>16 904.10</b>	<b>18 120.71</b>	<b>19 336.98</b>
Gastos de operación (S/)	750 973.18	771 923.75	793 762.01	870 345.42	1 011 980.32

## 7.4 Presupuestos Financieros

### 7.4.1 Presupuesto de Servicio de Deuda

Para determinar el servicio a la deuda se consideraron diversas fuentes de financiamiento bancario con los montos adecuados a cubrir parte de la inversión total requerida. Así, se obtuvo como fuente de financiamiento más conveniente un préstamo bancario otorgado por el banco MiBanco. El monto solicitado fue de S/ 190 000 a una TEA del 19%, para lo cual el banco emitió un monto prestado de S/ 196 088.84 a una TCEA del 20.66% en un periodo de 5 años. Cabe recalcar que se incluyó un seguro de desgravamen y un seguro multirisgo por parte de MiBanco.

**Tabla 7.22**

*Datos del préstamo*

Monto solicitado (S/)	19 000
Monto Prestado (S/)	196 088.84
TCEA	20.66%
Plazo (años)	5

Se tuvo así una proyección del servicio a la deuda para cada año del proyecto a cuotas constantes.

**Tabla 7.23**

*Presupuesto de servicio a la deuda*

<b>Año</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Amortización (S/)		26 799.47	31 920.89	38 034.42	45 307.53	54 026.53
Interés (S/)		33 465	28 343	22 230	14 956	6 240.45
Cuota (S/)		60 267	60 267	60 267	60 267	60 269.98
S.Final (S/)	196 089	169 289	137 368	99 334	54 027	0

### 7.4.2 Presupuesto de Estado Resultados

A continuación, se presenta el Estado de resultados proyectado en todos los años del proyecto, tomando a consideración los ingresos y salidas de dinero.

**Tabla 7.24***Estado de Resultados proyectado*

	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Ventas (cajas)	6,348	8 341.67	10 335.00	12 328.89	14 322.22
Precio (S/)	350	350	350	350	350
Ventas (S/)	2 221 722	2 919 583	3 617 250	4 315 111	5 012 778
Costo de ventas	996 568	1 129 941	1 263 671	1 397 847	1 532 418
<b>Utilidad Bruta</b>	<b>1 225 154</b>	<b>1 789 643</b>	<b>2 353 579</b>	<b>2 917 264</b>	<b>3 480 360</b>
Gastos de ventas	14 471.22	15 687.83	16 904.10	18 120.71	19 336.98
Gastos administrativos	736 502	756 236	776 858	852 225	992 643
<b>Utilidad Operativa</b>	<b>474 181</b>	<b>1 017 719</b>	<b>1 559 817</b>	<b>2 046 918</b>	<b>2 468 379</b>
Gastos financieros	33 464.53	28 343.11	22 229.58	14 956.47	6 240.45
UAIR	440 716.22	989 375.84	1 537 587.10	2 031 961.75	2 462 138.85
IR (29.5%)	130 011.28	291 865.87	453 588.19	599 428.71	726 330.96
<b>Utilidad Neta (S/)</b>	<b>310 704.93</b>	<b>697 509.97</b>	<b>1 083 998.90</b>	<b>1 432 533.03</b>	<b>1 735 807.89</b>

**7.4.3 Presupuesto de Estado de Situación Financiera (apertura)**

Se muestran los Estados de Situación Financiera tanto de apertura como de cierre del primer año. En ellos se observa los Activos, Pasivos y Patrimonio a las fechas determinadas para evaluar la distribución de recursos en el primer año del proyecto y los medios disponibles para seguir en funcionamiento.

**Tabla 7.25***Balance general al 1 de enero del 2021 en soles*

Balance general al 1 de enero del 2021			
<u>Activo corriente</u>		<u>Pasivo</u>	
Caja	64 348.98	Cuentas por pagar	15 156.47
Cuentas por cobrar	0	IR	0
Inventarios	15 156.47	Interés	0
<b>Total activo corriente</b>	<b>79 505.44</b>	<b>Total Pasivo</b>	<b>15 156.47</b>
<u>Activo no corriente</u>		<u>Patrimonio</u>	
Infraestructura	360 599.94	Capital Social	971 132.30
Maquinaria	447 574.39	Reserva legal	0
Equipo de almacén	914	Utilidad del ejercicio	0
Equipos de administración	33 160		
Intangible	64 534.99	<b>Total patrimonio</b>	<b>971 132.30</b>
Depreciación	0		
<b>Total activo no corriente</b>	<b>906 783.32</b>		
<b>Total activo</b>	<b>986 288.77</b>	<b>Total pasivo + patrimonio</b>	<b>986 288.77</b>

**Tabla 7.26***Balance general al 31 de diciembre del 2021 en soles*

Balance general al 31 de diciembre del 2021			
<u>Activo corriente</u>		<u>Pasivo</u>	
Caja	376 571.80	Cuentas por pagar	318 398.94
Cuentas por cobrar	555 430.56	IR	130 011
Inventarios	53 277.78	Interés	33 464.53
<b>Total activo corriente</b>	<b>985 280.13</b>	<b>Total Pasivo</b>	<b>481 874.75</b>
<u>Activo no corriente</u>		<u>Patrimonio</u>	
Infraestructura	360 599.94	Capital Social	971 132.30
Maquinaria	447 574.39	Reserva legal	31 070
Equipo de almacén	914	Utilidad del ejercicio	474 181
Equipos de administración	33 160		
Intangible	64 534.99	<b>Total patrimonio</b>	<b>1 476 383.54</b>
Depreciación	66 194.84		
<b>Total activo no corriente</b>	<b>972 978.16</b>		
<b>Total activo</b>	<b>1 958 258.29</b>	<b>Total pasivo + patrimonio</b>	<b>1 958 258.29</b>

#### 7.4.4 Flujo de fondos netos

Para la elaboración de los flujos de fondos, primero se determinó el COK del accionista con ayuda del Laboratorio de Mercado de Capitales de la Universidad De Lima.

Se trabajó en base a un valor beta global para servicios medioambientales y de residuos actualizado al 5 de enero del año 2020 (Damodaran, 2020), el cual fue adaptado para hallar el valor de beta respectivo ajustado al mercado peruano usando la fórmula de beta apalancado en la cual, tras utilizar la tasa impositiva y la relación deuda-patrimonio, se obtuvo un valor de 2.70.

Asimismo, se obtuvieron los datos de Rentabilidad de Mercado del 12.841% y Tasa Libre de Riesgo de 5.707% (Bloomberg,2020) con los cuales se pudo calcular un COK de 25%. Sin embargo, tras haber evaluado la capacidad de la empresa de generar dinero en el futuro con el presente proyecto y el riesgo sobre esta, se determinó que la tasa COK sería redondeada al entero superior, con lo cual se usaría así el valor de 30% para efectos de cálculo.

Se presentan a continuación los Flujos de Caja para los años del proyecto.

**Tabla 7.27***Flujo de Caja Económico*

<b>Año</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Utilidad Neta (S/)		310 704.93	697 509.97	1 083 998.90	1 432 533.03	1 735 807.89
Depreciación		66 194.84	66 194.84	66 194.84	66 194.84	66 194.84
Amort. De Intangibles		6 453.50	6 453.50	6 453.50	6 453.50	6 453.50
Activos fijos	-906 783.32					511 274.15
Capital de trabajo	-64 348.98					64 348.98
FCE (S/)	-971 132.30	383 353.27	770 158.30	1 156 647.24	1 505 181.37	2 384 079.35

**Tabla 7.28***Flujo de Caja Financiero*

<b>Año</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Utilidad Neta (S/)		310 704.93	697 509.97	1 083 998.90	1 432 533.03	1 735 807.89
Depreciación		66 194.84	66 194.84	66 194.84	66 194.84	66 194.84
Amort. De Intangibles		6 453.50	6 453.50	6 453.50	6 453.50	6 453.50
Activos fijos	-906 783.32					511 274.15
Capital de trabajo	-64 348.98					64 348.98
Préstamo	196 088.84					
Amort. Deuda		-26 799.47	-31 920.89	-38 034.42	-45 307.53	-54 026.53
FCF (S/)	-775 043.46	356 553.80	738 237.41	1 118 612.82	1 459 873.84	2 330 052.82

## 7.5 Evaluación Económica y Financiera

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

Tomando en cuenta el cálculo del COK de 30% y la proyección del Flujo de Caja Económico, se obtuvieron los siguientes valores económicos para el VAN, TIR y relación Beneficio/Costo:

**Tabla 7.29**

*Evaluación Económica*

VAN E	1 475 044.18
TIR E	76.36%
B/C	S/. 2.52

**Tabla 7.30**

*Periodo de Recupero Económico*

Años	2
Meses	5
Días	1

Además, se calculó el periodo de recupero de 2 años, 5 meses y 1 día en base al flujo proyectado anteriormente.

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

Se utilizó el mismo valor del COK calculado de 30% y los datos del Flujo de Caja Financiero proyectado, con lo cual se obtuvieron los siguientes valores financieros de VAN, TIR y Relación Beneficio/Costo.

**Tabla 7.31**

*Evaluación Financiera*

VAN F	1 583 903.62
TIR F	88.72%
B/C	S/. 3.04

Asimismo, se calculó el periodo de recupero correspondiente teniendo como resultado en el caso financiero 2 años, 1 mes y 23 días.

**Tabla 7.32**

*Periodo de Recupero Financiero*

Años	2
Meses	1
Días	23

Se puede observar que estos valores calculados son positivos para el proyecto, por lo cual se deduce que el proyecto es factible económica y financieramente.

El VAN en ambos casos tiene un valor positivo indicando así que el proyecto es viable; por otra parte, la TIR sobrepasa el rendimiento esperado de los accionistas, concluyendo así que las expectativas planteadas por los accionistas de 30% fueron superadas en creces.

Se observa además que entre ambas evaluaciones el proyecto al ser respaldado con un financiamiento otorga una relación Beneficio/Costo mayor, siendo esta de S/3.04 frente al valor de S/2.52 obtenido en la evaluación económica. Además, cabe recalcar que el periodo de recupero es mayor en la evaluación económica frente a la evaluación financiera.

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

En cuanto al análisis de ratios se tuvo a consideración el Estado de la empresa al final del primer año de operaciones para evaluar su desempeño.

Se calcularon así los ratios de liquidez de la empresa obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 7.33**

*Ratios de Liquidez*

Liquidez corriente	2.045
Prueba ácida	1.934
Capital de trabajo neto	S/. 503 405.38

Se verifican así las posibilidades que tiene la empresa para afrontar compromisos financieros a corto plazo, estando en capacidad de hacerlo.

También se hallaron los ratios correspondientes a la solvencia, demostrando que la empresa puede hacer frente a sus obligaciones financieras de largo plazo y que cuenta con un bajo grado de dependencia en función a la procedencia de sus recursos.

**Tabla 7.34**

*Ratios de Solvencia*

Endeudamiento sobre Patrimonio Neto	32.64%
Endeudamiento sobre Activo Total	24.61%

Por otra parte, se presentan los ratios de rentabilidad observando así el nivel de beneficios obtenidos, teniendo así un rendimiento de capital ROE de 21.05%, una rentabilidad total de los activos de 15.87% y una rentabilidad bruta de ventas del 55.14%.

**Tabla 7.35**

*Ratios de Rentabilidad*

ROE	21.05%
ROA	15.87%
RBV	55.14%

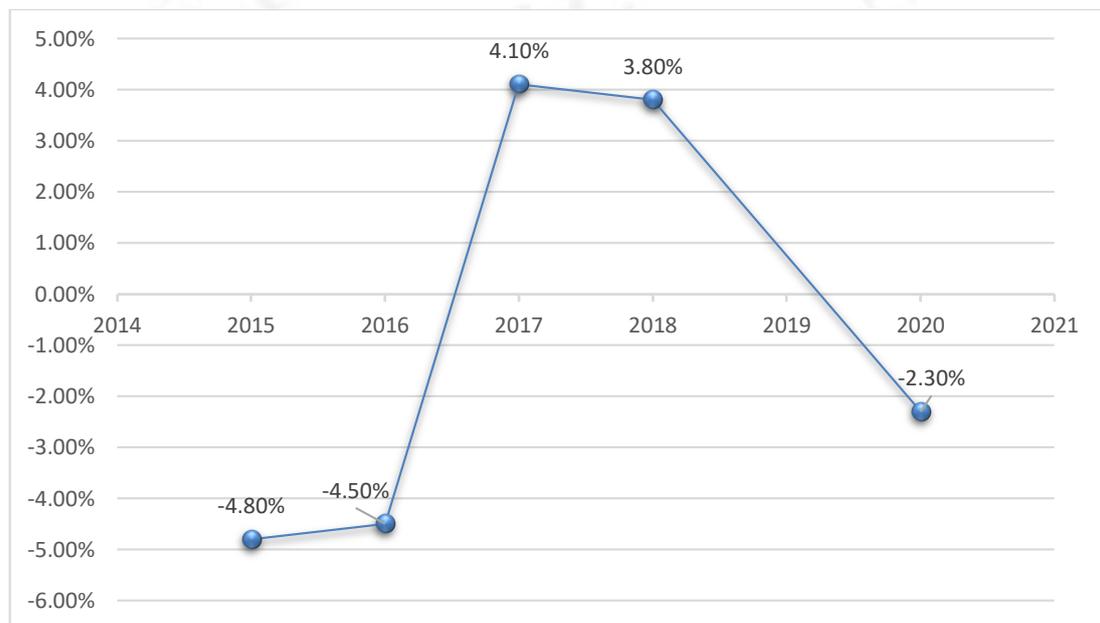
#### 7.5.4 Análisis de sensibilidad del proyecto

Para obtener los escenarios se analizó la tendencia de ventas del rubro hogar y jardinería en Brasil, dado que es un país cercano y el comportamiento del mercado es similar a Perú.

Fue seleccionada la variación anual desde el 2015 al 2020 obtenida de Euromonitor, para obtener la probabilidad y variación de los escenarios pesimista y optimista, cabe resaltar que la variación del año 2019 fue eliminada por ser un caso aislado en la tendencia.

**Figura 7.1**

*Variación porcentual anual de las ventas en el rubro hogar y Jardinería en Brasil*



*Nota.* Adaptado de *Jardinería*, por Euromonitor, 2020

Dada la variación porcentual anual, se halló para fines del proyecto la probabilidad de un escenario pesimista y uno optimista, los cuales servirán para estimar los datos de valor máximo y mínimo necesarios para evaluar las variables en el análisis de sensibilidad correspondiente.

Se tuvo a consideración los años tanto negativos como positivos en variabilidad de ventas en el rubro. Se determinó así un valor mínimo de 33.33% con una variación negativa de -4.8%, mientras que la cifra de valor máximo será de 66.67% con una variación positiva de +4.1%.

**Tabla 7.36***Probabilidad y variación de las variables inciertas*

	<b>Tasa de incremento en costos</b>	<b>Variación en incremento de ventas</b>
Valor máximo	66.67%	4.10%
Valor mínimo	33.33%	-4.80%

Dichos datos se aplicaron sobre un escenario normal de ocurrencia en el incremento de costos variables anuales, variación del costo de ventas del año 1 y en el incremento en ventas totales anuales. Por otra parte, se consideró como política de la empresa una variación en el precio de venta del 8% por volatilidad del dólar e inflación anual, además de un incremento en el costo de las materias primas provenientes de China al haber aumentado en 455% los costos de fletes a inicios del 2021 (La Cámara, 2021).

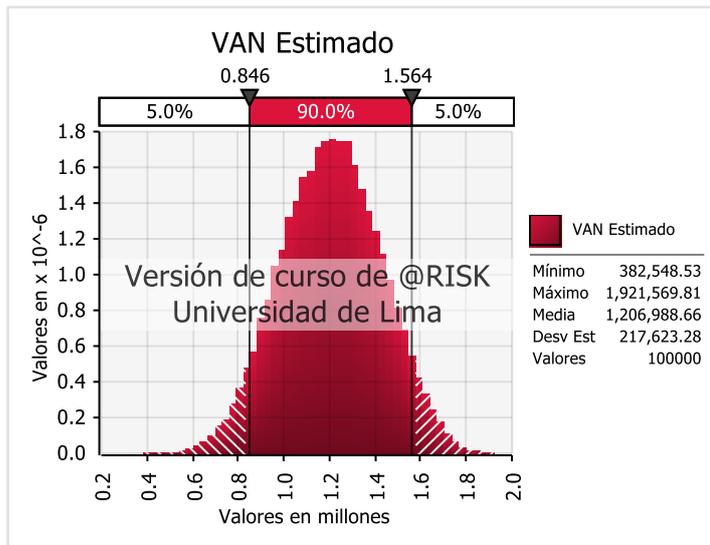
**Tabla 7.37***Probabilidad y variación de los escenarios posibles*

		<b>Pesimista</b>	<b>Normal</b>	<b>Optimista</b>
Incremento de Ventas anuales promedio (cajas)	1 993.50	1 897.81	1 993.5	2 075.23
Costo de Ventas año 1 (S/)	996 568.30	1 037 427.60	996 568.30	948 733.02
Incremento del Costo de Ventas anual	13.18%	21.97%	13.18%	8.79%
Costo de MP	15%	20%	15%	0%
Precio (S/)	350	322	350	378

Así, se obtuvieron los siguientes resultados para indicadores financieros en cuanto al análisis de sensibilidad. Se puede resaltar el hecho de que, si bien existe la baja probabilidad de tener una posición ventajosa a lo pronosticado en un escenario normal, se puede sobrepasar la tasa esperada del accionista en la gran mayoría de los escenarios posibles pues según el análisis el proyecto resulta viable.

**Figura 7.2**

*Distribución del VAN estimado*



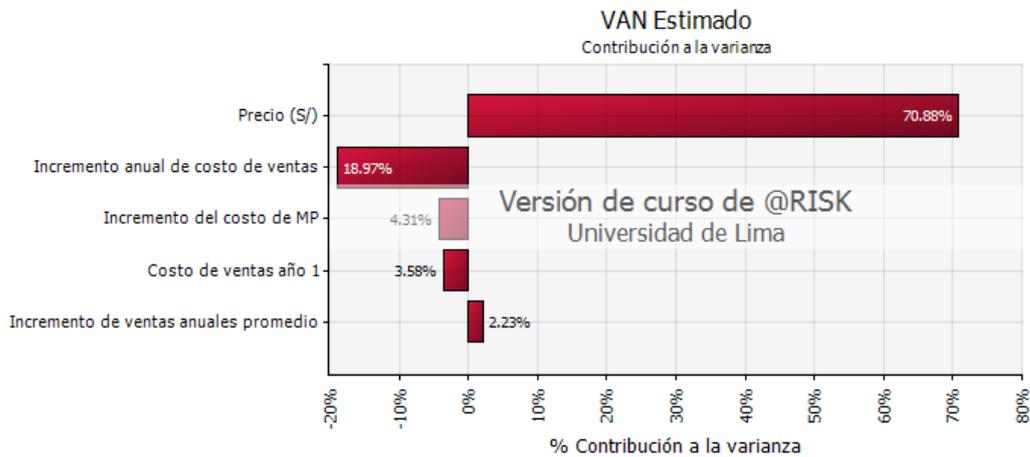
Del gráfico se infiere que existe un 5% de probabilidad de obtener un VAN financiero de más de S/ 1 563 679.28, teniendo en el 95% de los casos un VAN financiero por sobre los S/ 845 821.60.

Se tiene como el mínimo posible un VAN de S/ 382 548.53, por lo cual este valor al ser positivo indica que el negocio será rentable en todos los escenarios posibles no existiendo así la posibilidad de que el proyecto tome valores negativos.

Adicionalmente, en base al valor calculado del VAN original, se tiene que existe solo un 4.1% de probabilidad de tener S/1 583 903.62 de VAN o más tras considerar el nivel de incertidumbre de las variables.

**Figura 7.3**

*Análisis tornado de las variables inciertas para el VAN*

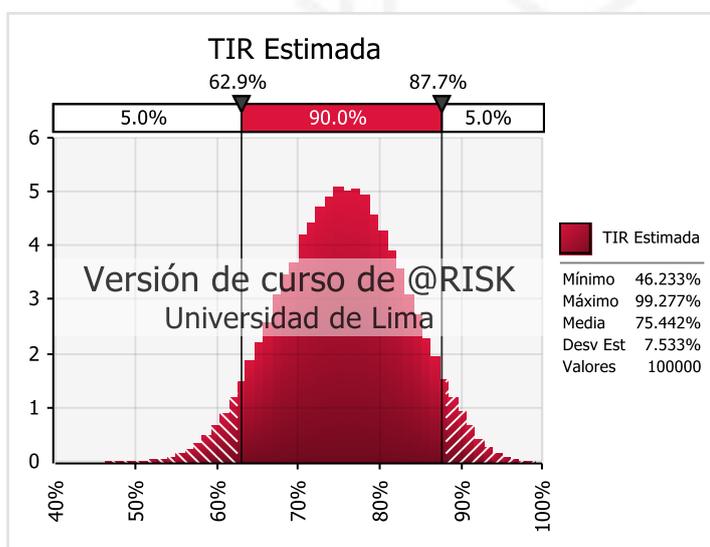


Se pueden observar las variables que tienen mayor riesgo con respecto al VAN. En este caso, se observa que el precio es la variable más importante a tomar en cuenta, con un impacto del 70.88% sobre el VAN.

De la misma manera, se realizó el análisis de sensibilidad correspondiente a la TIR, de la cual se obtuvo lo siguiente:

**Figura 7.4**

*Distribución de la TIR estimada*



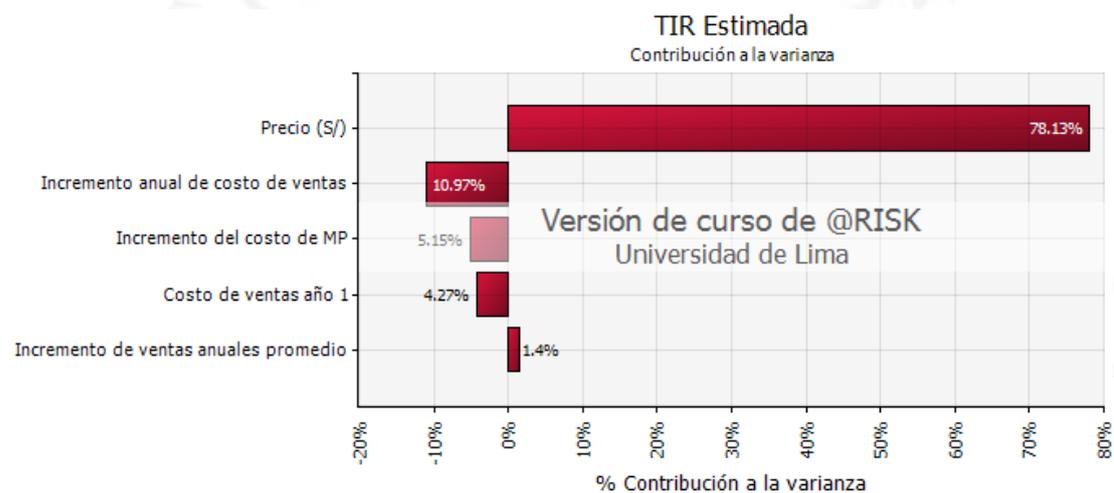
Se observa que el 95% de los casos, la TIR financiera resultante será mayor del 62.9%, siendo este indicador positivo para el proyecto. Además, hay solo un 5% de

probabilidad de que el valor de la TIR incremente más allá de 87.7%. Con respecto al valor normal calculado para el presente proyecto, existe una probabilidad del 3.6% de obtener el valor TIR financiero de 88.72% calculado inicialmente o más.

Cabe recalcar que el valor mínimo posible para la TIR de 46.233% en el análisis de sensibilidad sigue siendo mayor que la rentabilidad mínima exigida del 30% calculada en el COK, por lo cual el proyecto es viable en todos los escenarios probabilísticos posibles.

**Figura 7.5**

*Análisis tornado de las variables inciertas para el VAN*



Finalmente, en el análisis tornado se aprecia que la variable que tiene mayor incidencia en el valor de la TIR es el precio, con un impacto del 78.13% sobre la TIR financiera.

## CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO

### 8.1 Indicadores sociales

Se espera generar un gran impacto en la comunidad de personas con discapacidad visual en el Perú, fomentando su inclusión y notoriedad por parte de la sociedad mediante la distribución de las baldosas podotáctiles. Además, se buscará fomentar la organización de asociaciones recolectoras para que estas puedan cumplir ciertos requisitos de salubridad y lleguen a volverse proveedoras de materia prima PET reciclada para la planta productiva.

Se busca facilitar el acceso a la educación para las personas con discapacidad, en este caso PcD visual, pues actualmente y como se viene desarrollando en el presente proyecto, se ha demostrado que las personas con discapacidad son una comunidad relegada a la que muchas veces no se le toma en cuenta. Mediante el presente proyecto se otorgarán las facilidades necesarias para que muchas personas que antes no podían tener acceso a una educación de calidad por sentirse limitadas ahora puedan gozar de una buena educación con la confianza de que se están tomando en cuenta sus necesidades y se les está tratando con equidad al dar con una solución.

De la misma manera, se concientizará mediante el proyecto a toda la masa estudiantil de los centros de educación superior en los cuales se implementarán las baldosas podotáctiles, ya que estos estudiantes podrán reconocer a la marca “*Safe Walk*” como impulsora de la inclusión de PcD visual en la educación superior y entenderán que es necesario el apoyo colectivo para garantizar que todos tengan las mismas oportunidades de participar en actividades cotidianas en las que no habían sido tomados en cuenta debido a sus limitaciones.

Por otra parte, la instalación de la planta generará empleo bajo 2 modalidades, siendo estas las de contratación directa de personal de trabajo para la planta y una segunda indirecta tras fomentar la organización y creación de microempresas que se dediquen al reciclaje de PET. De esta manera se tendrá un impacto positivo en la sociedad al generar

puestos de trabajo, mejorar la calidad de vida de los habitantes y disminuir la contaminación del medio ambiente promoviendo el reciclaje.

## 8.2 Interpretación de indicadores sociales

Para la evaluación del proyecto al nivel social se hizo el análisis de los indicadores correspondientes, partiendo del cálculo del valor agregado como se muestra a continuación:

**Tabla 8.1**

*Cálculo del valor agregado*

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Ventas (S/)	2 221 722	2 919 583	3 617 250	4 315 111	5 012 778
Materias primas (S/)	-396 798	-521 435	-646 038	-770 676	-895 278
Valor Agregado	1 824 924	2 398 148	2 971 212	3 544 436	4 117 500
VA del valor agregado		S/. 7 001 883		CPPC 26.88%	
Producto Capital	7.21				
Densidad de Capital	34 683.30				
Intensidad de Capital	0.14				

Se hizo el cálculo del Costo Promedio Ponderado de Capital para hallar la tasa de descuento social en base a la tasa del accionista COK y la TCEA del préstamo, descontándole la tasa impositiva. Se halló así un Valor Agregado actualizado de S/ 7 001 883, una Densidad de Capital de 34 683.30, y una intensidad de capital de 0.14.

Se tiene así que la empresa generará 7.21 veces de Valor Agregado por cada S/1 de inversión.

Cabe recalcar que no se realizó el balance de divisas debido a la ausencia de ventas al exterior, pues el proyecto tiene como objetivo el mercado peruano.

## CONCLUSIONES

- Se demuestra mediante el estudio de mercado la existencia de una demanda potencial de baldosas podotáctiles a partir de material PET reciclado, la cual asciende a 14 322 cajas para la demanda del proyecto del año 5. Esta proyección se ve reflejada ante el crecimiento de los sectores socioeconómicos NSE A y NSE B, sumado al crecimiento del sector construcción.
- La existencia de empresas vinculadas al rubro de reciclaje de materiales para la elaboración de baldosas como EkoREC servirá de base para la consolidación de los procesos y aditivos a utilizar en la transformación de materia y su procesamiento para dar como resultado las baldosas de material PET.
- Existe una amplia disponibilidad de materia prima como fue analizado en el presente proyecto, logrando mediante asociaciones con empresas recolectoras de desechos sólidos cubrir las cantidades de material PET a procesar a lo largo de los años del proyecto y cumpliendo así con la demanda hasta el año 5.
- La planta de producción será instalada en Lima Metropolitana según el análisis efectuado de la macro localización, y se ubicará dentro del distrito de Lurín según el análisis efectuado de micro localización.
- La selección del proceso de inyección es el más adecuado para la elaboración de las baldosas en esta industria, pues es la técnica más común para moldear termoplásticos, logrando así mayor calidad en el acabado de las baldosas.
- La respectiva evaluación del impacto social logra reflejar el verdadero beneficio a generarse en la comunidad de PcD visual y su mayor inclusión, así como su seguridad al momento de movilizarse en espacios públicos de alto tránsito peatonal.
- La disposición de planta planteada tiene un área total de  $1\ 000\ m^2$ , en la cual se dividió un área productiva de  $562\ m^2$  superando el área mínima requerida en este espacio.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda un desarrollo más profundo en el ámbito municipal, pudiendo así generar alianzas estratégicas que permitan generar medios de inclusión más efectivos a aplicarse en establecimientos públicos y privados.
- Realizar *focus groups* a grupos de PcD visual para conocer más a fondo sus necesidades y poder generar un lenguaje de señalización más preciso y personalizado a implementar sobre las baldosas, sobre las cuales podrán obtener indicaciones más precisas acerca de la navegación sobre un entorno.
- Se recomienda realizar un estudio para evaluar la factibilidad de implementar un cambio en el proceso de formación de las baldosas, analizando la viabilidad de cambiar el proceso a un prensado de forma que permita una producción continua sin perjudicar la calidad de las cúpulas podotáctiles sobre cada baldosa.

## REFERENCIAS

- Aguilar Palomino, M.C. & De la Cruz Montero, R.M. (2016). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de baldosas de plástico reciclado para piso y pared. (Trabajo de investigación para optar el título de profesional de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima.
- Alesmar, L., Rendón, N., & Korody, M. (2008). Diseños de mezcla de tereftalato de polietileno (pet) – cemento. Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela, 23(1).
- Andina (2017). Conoce las regiones con mayor número de estudiantes inscritos en carreras técnicas. <https://andina.pe/agencia/noticia-conoce-las-regiones-mayor-numero-estudiantes-inscritos-carreras-tecnicas-690528.aspx>
- Andina (2019). Obras viales mejoran acceso de personas con discapacidad en exteriores de Videna. <https://andina.pe/agencia/noticia-obras-viales-mejoran-acceso-personas-discapacidad-exteriores-videna-762708.aspx>
- Angumba Aguilar, P. (2016). Ladrillos elaborados con plástico reciclado (PET), para mampostería no portante (tesis de maestría, Universidad de Cuenca). <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25297/1/tesis.pdf>
- Anónimo (s.f.). Colorear Mapa de Perú. Paintmaps.com. <https://paintmaps.com/es/grafico-de-mapa/171/grafico-de-mapa-de-Peru>
- Anónimo. (10 de mayo de 2020). Reciclaje y separación de residuos sólidos serán obligatorios en hogares. Diario Gestión. <https://gestion.pe/peru/reciclaje-y-separacion-de-residuos-solido-sera-obligatorio-en-los-hogares-anuncia-ministra-munoz-nndc-noticia/>
- Anónimo. (5 de junio de 2017). Eko-REC presenta la primera baldosa de material 100% reciclado, que supera en rendimiento a las de cerámica y madera. Diario 20 Minutos. <https://www.20minutos.es/noticia/3055973/0/eko-rec-presenta-primera-baldosa-material-100-reciclado-que-supera-rendimiento-ceramica-madera/>
- ARCHICENTER Arquitectos (2017). Instituto IDAT. <http://archicenter.pe/?portfolio=adipiscing-elit>
- ARELLANO MARKETING. (2015). Noticias Capital Humano. [www.arellanomarketing.com](http://www.arellanomarketing.com)
- Arístegui Maquinaria. (2020). Método de extrusión, su proceso y aplicación. <https://www.aristegui.info/metodo-de-extrusion-su-proceso-y-aplicacion/>

- ASTM International. (1997). Standard Test Method for Compressive Properties of Plastic Lumber and Shapes (ASTM D6108 - 97).
- BALDONI S.A (s.f). Baldosa táctil.  
[https://www.munialajuela.go.cr/cms/api/File/DownloadFile/OtherFiles/Ficha\\_Tecnica\\_Baldosa\\_G\\_y\\_P\\_06-12-2018\\_09\\_32\\_21.pdf](https://www.munialajuela.go.cr/cms/api/File/DownloadFile/OtherFiles/Ficha_Tecnica_Baldosa_G_y_P_06-12-2018_09_32_21.pdf)
- Bejarano Hernández, B. S. y Luna Pizza, J. D. (2020). Análisis del comportamiento físico y mecánico de la adición de microfibras PET en el mejoramiento de un suelo arcilloso. [Trabajo de Investigación para optar por el Título Profesional de Ingeniero Civil, Universidad Piloto de Colombia]. Repositorio institucional-Universidad Piloto de Colombia.
- Blanco, F. (Agosto de 2014). Escuela de Ingeniería de Minas, Energía y Materiales. [www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion8.PLASTICOS.MateriasPrimas](http://www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion8.PLASTICOS.MateriasPrimas)
- Bolaños Zea, J.J.G. (2019). Reciclado de Plástico PET. [Trabajo de Investigación para optar por el Grado Académico de Bachiller en Ingeniería Industrial, Universidad Católica de San Pablo].  
[http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/16146/1/BOLA%20C3%91OS\\_ZEA\\_JUA\\_PET.pdf](http://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/16146/1/BOLA%20C3%91OS_ZEA_JUA_PET.pdf)
- Bolaños Zea, Juan. (2019). Reciclado de plástico PET. (Trabajo de investigación para optar por el grado académico de bachiller en Ingeniería Industrial). Universidad Católica San Pablo, Arequipa, Perú.
- Business School de la Universidad de Barcelona (2020) Responsabilidad y funciones de un gerente. <https://obsbusiness.school/es/blog-investigacion/mba/responsabilidad-y-funciones-de-un-gerente>
- Cablematic. (s.f). Baldosa podotáctil pavimento táctil de ciegos invidentes de 30x30cm con franjas amarillo 10-pack. <https://cablematic.com/es/productos/baldosa-podotactil-pavimento-tactil-de-ciegos-invidentes-de-30x30cm-con-franjas-amarillo-10-pack-BT09200/>
- Capeco (Cámara Peruana de la Construcción) 2017. Estudio de Demanda de Vivienda en Lima Metropolitana. Lima, Perú.
- CAPECO. (2014). El mercado de edificaciones urbanas en Lima metropolitana y el Callao. Lima, Perú.
- Carbonato de Calcio. (2019). Productos Industriales Perú. Recuperado de <https://www.productosindustriales.pe/producto/carbonato-calci-osp/#:~:text=Productos%20industriales%20Per%C3%BA%20distribuye%20productos%20qu%C3%ADmicos%20a%20nivel,de%20la%20suplementaci%C3%B3n%20considerado%20anti%C3%A1cido%20y%20agente%20absorbente>
- Cárdenas, M., Tibisay, T., y García, S. (2016). Mermas en las industrias de plástico y su registro contable. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). <http://hdl.handle.net/10757/621453>

- Carrión Nin, J. (2000). Procesos de fabricación de productos plásticos. *Industrial Data*, 3(1), 06-08.
- Casillas, A., y Nicasio, D. (2016). Recuperación de “PET” por medio de un reciclado químico a nivel laboratorio en la enmschl. *Jóvenes en la ciencia*, 2(1), 1-4.
- CCL (Cámara de Comercio de Lima) 2019. PLACAS Y BALDOSAS IMPULSARON EXPORTACIONES DE CERÁMICOS. Lima, Perú.  
[https://www.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/r880\\_3/comercio%20exterior.pdf](https://www.camaralima.org.pe/repositorioaps/0/0/par/r880_3/comercio%20exterior.pdf)
- Cesár Cisneros, M. y Sánchez Adrianzen, J.R. (2014). Plan de negocio para planta recicladora de PET (tesis de maestría).  
[https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/1021/Mario\\_Tesis\\_maestría\\_2014.pdf?sequence=1](https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/1021/Mario_Tesis_maestría_2014.pdf?sequence=1)
- CIEN (Centro de Investigación de Economía y Negocios Globales) 2020. REPORTE DE EMPRESAS EXPORTADORAS. [https://www.cien.adexperu.org.pe/wp-content/uploads/2021/02/CIEN\\_REM\\_Diciembre\\_2020.pdf](https://www.cien.adexperu.org.pe/wp-content/uploads/2021/02/CIEN_REM_Diciembre_2020.pdf)
- CONADIS (9 de febrero de 2021). Registro Nacional de la Persona con Discapacidad [Archivo Excel]. Observatorio Nacional de la Discapacidad.  
<https://conadisperu.gob.pe/observatorio/estadisticas/inscripciones-en-el-registro-nacional-de-la-persona-con-discapacidad-enero-2021/>
- Cushman & Wakefield Perú (2020). Guía del Mercado Industrial Inmobiliario. Lima, Perú. <https://cushwakeperu.com/wp-content/uploads/2020/10/Cushman-Wakefield-Guia-del-Mercado-Industrial-Inmobiliario-2020.pdf>
- Damodaran (5 de enero de 2020). Total Beta (beta for completely undiversified investor). <http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>
- Defensoría del Pueblo (2019). Informe Defensorial N° 181. ¿Dónde va nuestra basura? Lima, Perú. <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2019/11/PPT-Informe-Defensorial-181.pdf>
- Diaz Dumont, J. (2019). Discapacidad en el Perú: Un análisis de la realidad a partir de datos estadísticos. *Revista Venezolana de Gerencia*, (24), 85.  
<https://www.redalyc.org/jatsRepo/290/29058864014/html/index.html>
- Diaz, F. (2012). Conformado de Materiales Plásticos.  
[http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina\\_ingenieria/mecanica/mat/mat\\_mec/m6/conformado%20de%20plasticos.pdf](http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m6/conformado%20de%20plasticos.pdf)
- Dongguan Haoda Automation Equipment Co. (s.f.). China Guandong Dongguan HD 2 Colors Water Curtain Designed Automatic Spraying Painting Machinery for Plastic Toys. <https://dg-haoda180130.en.made-in-china.com/product/OwztmqYjZgVu/China-China-Guandong-Dongguan-HD-2-Colors-Water-Curtain-Designed-Automatic-Spraying-Painting-Machinery-for-Plastic-Toys.html>

- Ecasa Perú (2017). Colección de baldosas podotáctiles.  
<http://www.ecasaperu.com/baldosas-podotactil.html#>
- Emaús Reciclaje Perú (2018). Reciclaje en Lima. Lima, Perú.
- Euromonitor. (2020). Sales Performance of Home and Garden in Brazil. 10 de septiembre de 2020, de: <http://www.portal.euromonitor.com/>
- FAIS PERÚ (Facilitadores en Accesibilidad e Inclusión Social) 2019. Lima, Perú.
- Fasson Annalucía (9 de noviembre de 2015). El Derecho y el Retail como socios estratégicos para el crecimiento económico del Perú.  
<http://www.todaviasomos pocos.com/wp/wp-content/uploads/2016/04/El-Derecho-y-el-Retail-como-socios-estrategicos-para-el-crecimiento-economico-del-Peru.pdf>
- Gelmi Candusso, M. E. y Valdivia Dabringer, M. L. (2017). Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de monofilamento sintético estructural para concreto (trabajo de investigación para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial). Universidad de Lima.
- ¿Qué es una Sociedad Anónima Cerrada?. (9 de mayo de 2019). *Gestión*.  
<https://gestion.pe/economia/empresas/sociedad-anonima-cerrada-sac-empresa-caracteristicas-constitucion-beneficios-nnda-nnlt-266153-noticia/>
- ¿Qué es la CTS? Todo lo que debes saber sobre la compensación por Tiempo de Servicios. (15 de noviembre de 2020). *Gestión*.  
<https://gestion.pe/economia/que-es-la-cts-todo-lo-que-debes-saber-sobre-la-compensacion-por-tiempo-de-servicios-cts-noviembre-nnda-nnlt-noticia/?ref=gesr>
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) 2015. Exportación de baldosas de cerámica barnizada o esmaltada creció en 762%. Lima, Perú.  
<https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/exportacion-de-baldosas-de-ceramica-barnizada-o-esmaltada-crecio-en-762-8688/>
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) 2017. Encuesta Nacional de Programas Presupuestales 2011-2016. Lima, Perú.  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digita les/Est/Lib1442/cap01.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digita les/Est/Lib1442/cap01.pdf)
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) 2017. Resultados Generales sobre la Población con Discapacidad. Lima, Perú.  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digita les/Est/Lib1675/cap03.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digita les/Est/Lib1675/cap03.pdf)
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) 2017. Series nacionales 2011-2016. Lima, Perú. <http://webapp.inei.gob.pe:8080/sirtod-series/>
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) 2019. Características Educativas de la población de 15 a 29 años de edad.  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digita les/Est/Lib1680/cap09.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digita les/Est/Lib1680/cap09.pdf)

- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) 2019. Estadísticas Municipales 2018. Lima. Perú.
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) 2019. Perú: Caracterización de las condiciones de vida de la población con discapacidad, 2019.  
<https://conadisperu.gob.pe/observatorio/wp-content/uploads/2021/05/INEI-Peru- Caracteristicas-de-las-personas-con-discapacidad-2019.pdf>
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) 2020. Perú: Formas de Acceso al Agua y Saneamiento Básico. Lima, Perú.  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin\\_agua\\_junio2020.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua_junio2020.pdf)
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) 2020. Población penitenciaria en los establecimientos penitenciarios según departamento [Archivo Excel].  
<https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/criminal-statistics/>
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) 2020. Población económicamente activa según ámbito geográfico [Archivo Excel].  
<https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economically-active-population/>
- INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) 2021. Estadísticas de Criminalidad, Seguridad Ciudadana y Violencia, abril-junio 2021.  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/estadisticas\\_de\\_criminalidad\\_seguridad\\_ciudadana\\_abr-jun2021.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/estadisticas_de_criminalidad_seguridad_ciudadana_abr-jun2021.pdf)
- Instituto De Accesibilidad. (2020). Accesibilidad y diseño universal en la implementación de pisos podotáctiles.  
<https://institutodeaccesibilidad.com/blog/disenio-universal-accesibilidad- implementacion-de-pisos-podotactiles/>
- Jaimes, L. (2012). Instrumentación y automatización de una máquina extrusora horizontal de tornillo sencillo para polietileno de baja densidad de la Universidad Pontificia Bolivariana. (Trabajo de investigación para optar el título de profesional de Ingeniero Mecánico). Universidad Pontificia Bolivariana.
- La Cámara (27 de septiembre del 2020). *Efectos del alza del flete en Sudamérica*.  
<https://lacamara.pe/efectos-del-alza-del-flete-en-sudamerica/>
- LCV (Lima Cómo Vamos) 2020. Tablas en Excel de indicadores de percepción 2010-2019. Lima, Perú.
- Ley N° 29783. Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo. Ministerio del Trabajo, Lima, Perú, 27 de octubre 2016.
- Ley N° 29973. Ley General de la persona con discapacidad. Ministerio de la Mujer y Poblaciones Vulnerables, Lima, Perú, 13 de diciembre 2012.
- Ley N° 29419. Ley que regula la actividad de los recicladores. Ministerio del Ambiente, Lima, Perú, 6 de octubre 2019.

- Mansilla Pérez, L., y Ruiz Ruiz, M. (2009). Reciclaje de botellas de PET para obtener fibra de poliéster. *Ingeniería Industrial*, (27), 123-137.  
[http://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria\\_industrial/article/view/627/608](http://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/627/608)
- Mejoran acceso para personas con discapacidad visual en estaciones del Metropolitano. (17 de julio del 2016). *Andina*. <https://andina.pe/agencia/noticia-mejoran-acceso-para-personas-discapacidad-visual-estaciones-del-metropolitano-621687.aspx>
- Mercer: “Empresas ya tienen programado un incremento salarial de 4.5% para el 2019” (11 de octubre de 2018). *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/management-empleo/mercer-empresas-programado-incremento-salarial-4-5-2019-246908-noticia/>
- MiBanco (12 de noviembre de 2020). Simulador, Fórmulas y Ejemplos.  
<https://www.mibanco.com.pe/categoria/simulador-formulas-y-ejemplos-grupo-solidario>
- MINAM (Ministerio del Ambiente) 2017. Evaluación de diseño y ejecución de presupuesto de: Gestión Integral de los residuos (en línea).  
[https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu\\_publ/ppr/eval\\_indep/2017\\_informe\\_final\\_residuos\\_solidos.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publ/ppr/eval_indep/2017_informe_final_residuos_solidos.pdf)
- Ministerio de Educación (2017). Reporte del Estado Situacional de los Sistemas Administrativos. Escuela Nacional Superior de Ballet.  
<http://www.minedu.gob.pe/transferencia-de-gestion/pdf/setiembre2017/unidad-ejecutora-122-escuela-nacional-superior-de-ballet.pdf>
- Ministerio de Educación (2021). Consulta tu instituto y escuela.  
<http://www.minedu.gob.pe/superiortecnologica/consulta-instituto.php>
- Mo's corner. (2020). ¿Por qué es necesario un cristalizador?  
<https://www.moscorner.com/es/por-que-es-necesario-un-cristalizador/>
- Morales, V. (2020). Ciudades del Perú no están diseñadas para personas con discapacidad. *RPP*. <https://rpp.pe/peru/actualidad/ciudades-del-peru-no-estan-disenadas-para-personas-con-discapacidad-noticia-1239790>
- MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones) 2021. Red Vial Existente del Sistema Nacional de Carreteras, según Departamento 2010-2021[Archivo Excel]. Plataforma digital única del Estado Peruano.  
<https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/344790-estadistica-infraestructura-de-transportes-infraestructura-vial>
- Multimarc (2020). PET-Tereftalato de Polietileno.<http://www.multimarc.com/storage/dataSheets/15898281300.pdf>
- Muños, F. (2020). Perú solo recicla aún el 4% de las 900.00 toneladas de plástico que desecha. *RPP*. <https://rpp.pe/peru/actualidad/peru-solo-recicla-aun-el-4-de-las-900000-toneladas-de-plastico-que-desecha-noticia-1242755>

- Norma Internacional ISO 23599 (2012). Productos de apoyo para personas ciegas y con discapacidad visual: indicadores de superficie táctil para caminar. Organización Internacional de Normalización, Geneva.
- Norma OHSAS 18001:2007 (2007). Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. Occupational Health and Safety Assessment Series. National Standards Authority of Ireland, et. al.
- Observatorio de Criminalidad del Ministerio Público (2018). Mapas del Delito 2013-2017. Lima, Perú.
- Olivo Padilla, J. (2005). Principales Aditivos utilizados en Película. Tecnología en Plásticos, (1),1-2.
- Pardavé, W. (2007). Estrategias ambientales de las 3R a las 10R. Bogotá: ECOE Ediciones.
- Perú Vinyl (2018). Ficha técnica piso podotáctil.  
[https://peruvinyl.pe/adminperuvinyl/img/FICHA%20TECNICA%20PISO%20ODOTACTIL\(1\).pdf](https://peruvinyl.pe/adminperuvinyl/img/FICHA%20TECNICA%20PISO%20ODOTACTIL(1).pdf)
- Perú es el sétimo mayor proveedor de baldosas cerámicas y piedra natural de EEUU. (23 de julio de 2019). *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/peru-setimo-mayor-proveedor-baldosas-ceramicas-piedra-natural-ee-uu-273882-noticia/>
- PeruRetail (12 de septiembre del 2019). Del retail al retailment: el boom de la transformación de los malls peruanos. Lima, Perú. <https://www.peru-retail.com/especial/peru-retail-retailment-boom-transformacion-malls/>
- Plastics Technology. (22 de septiembre de 1018). Uso de mezcla de dos antioxidantes en polietileno. <https://www.pt-mexico.com/art%C3%ADculos/uso-de-mezcla-de-dos-antioxidantes-en-polietileno>
- PRODUCE (Ministerio de la Producción) 2017. Encuesta "Estadística Industrial Mensual". <https://larepublica.pe/economia/1468845-inei-8-millones-peruanos-informalidad-durante-ultimo-ano/>
- PRODUCE (Ministerio de la Producción) 2017. Estadísticas Mipyme.  
<http://ogeiee.produce.gob.pe/index.php/shortcode/estadistica-oe/estadisticas-mipyme#:~:text=M%C3%A1s%20de%201%2C9%20millones,0%2C1%25%20mediana%E2%80%93>
- Purca, S., & Henostroza, A. (2017). Presencia de microplásticos en cuatro playas arenosas de Perú. *Revista Peruana De Biología*, 24(1), 101 - 106. Recuperado de: <https://doi.org/10.15381/rpb.v24i1.12724>
- Quito, R. y Villafuerte, E. (2011). Planta de reciclado polietilentereftalato (Tesis de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Químico). Universidad de Guayaquil.
- Rizo, E y Pablos, G. (2010). La teoría del capital de trabajo y sus técnicas.  
<http://www.eumed.net/ce/2010a/lsl.htm>

- Rodríguez, J.-L., Velázquez, R., Del-Valle-Soto, C., Gutiérrez, S., Varona, J., & Enríquez-Zarate, J. (2019). Active and Passive Haptic Perception of Shape: Passive Haptics Can Support Navigation. *Electronics*, 8(3), 355. doi:10.3390/electronics8030355
- Rolly Reyna (16 de abril de 2018). Contaminación: el rastro del plástico en el mar. El Comercio. Recuperado de: <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/contaminacion-rastro-plastico-mar-noticia-512417-noticia/?ref=ecr>
- San Miguel Industrias (1995) Lima, Perú. <http://www.smi.com.pe/apropet>
- Signo Vial (2020). Ficha técnica piso podotáctil. [https://www.signovial.pe/media\\_signovialnew/uploads/pdfs/ficha\\_tecnica\\_baldosas\\_podotactiles\\_final.pdf](https://www.signovial.pe/media_signovialnew/uploads/pdfs/ficha_tecnica_baldosas_podotactiles_final.pdf)
- SINEACE (Sistema Nacional de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Calidad Educativa) 2017. Educación Tecnológica y Producción: experiencias de articulación de los institutos de educación superior tecnológica con el sector productivo. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1078921/EducacionTecnologica\\_yProduccion...WEB20200730-107894-191914r.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1078921/EducacionTecnologica_yProduccion...WEB20200730-107894-191914r.pdf)
- Sociedad Nacional de Industrias. (01 de 08 de 2017). Reporte Estadístico. <http://www.sni.org.pe/wpcontent/uploads/2017/09/Reporte-Estad%C3%ADstico-Agosto-2017.pdf>
- Sociedad Nacional de Industrias (6 de abril de 2014). Industria de fabricación de baldosas cerámicas creció 4,9% en el 2014. <https://www.sni.org.pe/industria-de-fabricacion-de-baldosas-ceramicas-crecio-49-en-el-2014/>
- Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (2021). Perú presentará propuesta en nuevo Acuerdo Global sobre Contaminación por Plásticos. <https://www.actualidadambiental.pe/peru-presentara-propuesta-en-nuevo-acuerdo-global-sobre-contaminacion-por-plasticos/>
- Stoekherth, K. (1977). Tratamiento de las superficies de plástico. Munich: Gustavo Gili.
- SUNEDU (Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria) 2021. Universidades licenciadas. <https://www.sunedu.gob.pe/lista-de-universidades-licenciadas/>
- SUNEDU (Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria) 2021. Instituciones con Rango Universitario. <https://www.sunedu.gob.pe/instituciones-con-rango-universitario/>
- Tecnología de los Plásticos. (30 de mayo de 2011). Proceso de reciclaje del PET. <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/05/proceso-de-reciclaje-del-pet.html>
- The Association of Plastic Recyclers. (2020). The Voice of Plastics Recycling. Washington, EU. <https://plasticsrecycling.org/>

- Todo en Polímeros. (16 de julio de 2018). Plastificación.  
<https://todoenpolimeros.com/2018/07/16/plastificacion/>
- Turpo Mamani, S.M. (2019). Reciclado de plástico (PET) para la elaboración de adoquín mediante el proceso de extrusión. [Trabajo de investigación para optar por el Título Profesional de Ingeniero Ambiental, Universidad Peruana Unión]. Repositorio de Tesis – Universidad Peruana Unión.
- Universidad Peruana Cayetano Heredia (2016). Campus Central.  
<https://www.cayetano.edu.pe/cayetano/es/campus>
- Velázquez, R., & Bazán, O. (2010). Preliminary evaluation of podotactile feedback in sighted and blind users. 2010 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology. doi:10.1109/iembs.2010.5626205
- Velázquez, R., & Bazan, O. (2013). Foot-based interfaces for navigational assistance of the visually impaired. 2013 Pan American Health Care Exchanges (PAHCE). doi:10.1109/pahce.2013.6568206
- Velázquez, R., & Pissaloux, E. (2014). On human performance in tactile language learning and tactile memory. The 23rd IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication. doi:10.1109/roman.2014.6926236
- Velázquez, R., Pissaloux, E., & Lay-Ekuakille, A. (2015). Tactile-Foot Stimulation Can Assist the Navigation of People with Visual Impairment. Applied Bionics and Biomechanics, 2015, 1–9. doi:10.1155/2015/798
- Waton. (s.f.). Máquina de moldeo por inyección de plástico 220T.  
<https://spanish.alibaba.com/product-detail/super-quality-220t-plastic-injection-moulding-machine-price-60588769836.html?spm=a2700.8699010.29.56.6b2d36c9gTEfPU>

## BIBLIOGRAFÍA

Arroyo, E., Avalos, M., Falcón, L., Goñi, J., Hirakawa, T., Molina, S., Morales, J., Power, G., Sotomayor, A., & Yacono, J. (2018). *Tecnología Industrial*. Lima, Perú. Universidad de Lima.

Kanbanize (2008). Kanban: explicación para principiantes. Recuperado de:  
<https://kanbanize.com/es/recursos-de-kanban/primeros-pasos/que-es-kanban>

Marina, J. (2009). Estudio de prefactibilidad para la implementación de una planta de producción y comercialización de escamas de PET reciclado (Tesis para optar el título de ingeniería industrial). Universidad de Lima, Perú.

