

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería Industrial
Carrera de Ingeniería Industrial



ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE BALDOSAS DE PLÁSTICO RECICLADO PARA PISO Y PARED

Trabajo de investigación para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Michael Christian Aguilar Palomino

Código 20080020

Ronald Morin De la Cruz Montero

Código 20081339

Asesor

Carlos Héctor Mendoza Mendoza

Lima - Perú

Abril de 2016



**ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA LA
INSTALACIÓN DE UNA PLANTA
PRODUCTORA DE BALDOSAS DE
PLÁSTICO RECICLADO PARA PISO Y
PARED**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	xiii
EXECUTIVE SUMMARY	xiv
CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1. Problemática	1
1.2. Objetivos de la investigación.....	1
1.2.1. Objetivo general.....	1
1.2.2. Objetivos específicos	1
1.3. Alcance y limitaciones de la investigación.....	2
1.4. Justificación del tema	2
1.4.1. Justificación técnica.....	2
1.4.2. Justificación económica.....	3
1.4.3. Justificación social.....	3
1.5. Hipótesis de trabajo	3
1.6. Marco referencial de la investigación.....	4
1.7. Marco conceptual	5
CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO	10
2.1. Aspectos generales del estudio de mercado	10
2.1.1. Definición comercial del producto	10
2.1.2. Principales características del producto.....	12
2.1.3. Determinación del área geográfica que abarcará el estudio	14
2.1.4. Análisis del sector.....	15
2.1.5. Determinación de la metodología que se empleará en la investigación de mercado.....	19
2.2. Análisis de la demanda	19
2.2.1. Demanda histórica	19
2.2.2. Demanda potencial	21

2.2.3. Proyección de la demanda y metodología del análisis	24
2.2.4. Consideraciones sobre la vida útil del proyecto	26
2.3. Análisis de la oferta	26
2.3.1. Empresas productoras, comercializadoras e importadoras	26
2.3.2. Competidores actuales y potenciales	27
2.4. Demanda para el proyecto	28
2.4.1. Segmentación del mercado	28
2.4.2. Selección del mercado meta	31
2.4.3. Demanda Específica para el proyecto.....	32
2.5. Comercialización	40
2.5.1. Políticas de comercialización y distribución	40
2.5.2. Publicidad y promoción	42
2.5.3. Análisis de precios	43
2.6. Análisis de los insumos principales.....	45
2.6.1. Características principales de la materia prima	45
2.6.2. Disponibilidad de insumos	45
2.6.3. Costos de la materia prima	47
CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA.....	48
3.1. Identificación y análisis detallado de los factores de localización	48
3.1.1. Macro localización.....	48
3.1.2. Micro localización	51
3.2. Identificación y descripción de las alternativas de selección	55
3.3. Evaluación y selección de localización	57
3.3.1. Evaluación y selección de la macro localización	57
3.3.2. Evaluación y selección de la micro localización	58
CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA	60
4.1. Relación tamaño-mercado	60
4.2. Relación tamaño-recursos productivos.....	60

4.3. Relación tamaño-tecnología	61
4.4. Relación tamaño punto de equilibrio	62
4.5. Selección del tamaño de planta	64
CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	65
5.1. Definición del producto basada en sus características de fabricación	65
5.1.2. Especificaciones técnicas del producto	68
5.2. Tecnologías existentes y procesos de producción	70
5.2.1. Naturaleza de la tecnología requerida.....	70
5.2.2. Proceso de producción	75
5.3. Características de las instalaciones y equipo	89
5.3.1. Selección de la maquinaria y equipo	89
5.3.2. Especificaciones de la maquinaria.....	90
5.4. Capacidad instalada	96
5.4.1. Cálculo de la capacidad instalada	96
5.5 Resguardo de la calidad	98
5.5.1 Calidad de la materia prima, de los insumos, del proceso y del producto	98
5.5.2. Estrategias de mejora	101
5.6. Estudio de Impacto ambiental	103
5.7. Seguridad y salud ocupacional	106
5.8. Sistema de Mantenimiento	109
5.9. Programa de producción para la vida útil del proyecto	110
5.10 Requerimiento de insumos, personal y servicios.....	112
5.10.1. Materia prima, insumos y otros materiales	112
5.10.2. Determinación del número de operarios y trabajadores indirectos ..	113
5.10.3. Servicios de terceros	116
5.10.4. Otros: energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc.	116
5.11. Características físicas del proyecto.....	118

5.11.1. Factor edificio	118
5.11.2. Factor servicio	118
5.12. Disposición de planta.....	119
5.12.1. Determinación de las zonas físicas requeridas	119
5.12.2. Cálculo de áreas para cada zona	119
5.12.3. Dispositivos de seguridad industrial y señalización	125
5.12.4. Disposición general	129
5.12.5. Disposición de detalle.....	130
5.13. Cronograma de implementación del proyecto.....	133
CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA	134
6.1. Organización empresarial	134
6.2. Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios	136
6.3. Estructura organizacional	137
CAPÍTULO VII: ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS.....	139
7.1. Inversiones.....	139
7.1.1. Estimación de las inversiones.....	139
7.1.2. Capital de trabajo	142
7.2. Costos de producción.....	144
7.2.1. Costos de materias primas, insumos y otros materiales	144
7.2.2. Costo de los servicios (energía eléctrica, agua, combustible, etc.).....	144
7.2.3. Costo de la mano de obra.....	146
7.3. Presupuesto de ingresos y egresos.....	147
7.3.1. Presupuesto de ingreso por ventas	147
7.3.2. Presupuesto operativo de costos	148
7.3.3. Presupuesto operativo de gastos generales	152
7.4. Flujo de fondos netos.....	152
7.4.1. Servicio de la deuda.....	152
7.4.2 Estado de Ganancias y pérdidas	153

7.4.3. Flujo de fondos económicos	154
7.4.4. Flujo de fondos financieros	154
CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO.....	155
8.1. Evaluación económica: VAN, TIR, B/C, PR	155
8.2. Evaluación financiera: VAN, TIR, B/C, PR.....	155
8.3. Análisis de los resultados económicos y financieros del proyecto.....	155
8.4. Análisis de sensibilidad del proyecto	156
CAPÍTULO IX: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO	158
9.1. Identificación de las zonas y comunidades de influencia del proyecto	158
9.2. Impacto en la zona de influencia del proyecto	158
9.3. Impacto social del proyecto	158
CONCLUSIONES	161
RECOMENDACIONES	163
REFERENCIAS.....	164
BIBLIOGRAFIA	168
ANEXOS.....	169

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Demanda Interna Aparente	21
Tabla 2.2 Distribución de la actividad edificadora según destinos 2012 a 2014.....	24
Tabla 2.3 Cuadro resumen de los análisis de regresión	24
Tabla 2.4 Demanda proyectada hasta el 2020	25
Tabla 2.5 Cuadro de Clasificación de Inmobiliarias.....	34
Tabla 2.6 Resumen de Inmobiliarias Encuestadas.....	35
Tabla 2.7 Resumen de cálculo de intención de compra – Encuesta a Inmobiliarias	36
Tabla 2.8 Resumen de cálculo de intención de compra – Encuesta a personas que necesitan renovar o instalar nuevos revestimientos en sus hogares.....	38
Tabla 2.9 Participación de Empresas en el Mercado de Cerámicos	39
Tabla 2.10 Demanda del proyecto	40
Tabla 2.11 Composición de residuos sólidos del año 2012 en el Perú.....	46
Tabla 2.12 Disponibilidad de materia prima hasta el 2020	47
Tabla 3.1 Provincias con la mayor generación de residuos sólidos.....	48
Tabla 3.2 Distancia de Lima a otras provincias del Perú.....	49
Tabla 3.3 Provincias con el mayor número de EC-RS municipales.....	49
Tabla 3.4 Provincias con el mayor número de EC-RS no municipales.....	49
Tabla 3.5 Delitos registrados según región.....	50
Tabla 3.6 Porcentaje de hogares sin acceso a Servicios Básicos por provincia	50
Tabla 3.7 PEA por provincia	56
Tabla 3.8 Lista de delitos registrados en el 2014 por distrito	54
Tabla 3.9 Análisis de factores de macrolocalización por provincia	55
Tabla 3.10 Matriz de enfrentamiento de factores de macrolocalización	56
Tabla 3.11 Análisis de factores de localización por distrito	56
Tabla 3.12 Matriz de enfrentamiento de factores de microlocalización.....	57
Tabla 3.13 Tabla de puntajes	57
Tabla 3.14 Ranking de factores de macrolocalización	58
Tabla 3.15 Ranking de factores de microlocalización.....	59
Tabla 4.1 Demanda del proyecto en m ² y cajas	60
Tabla 4.2 Capacidad de Producción	62
Tabla 4.3 Evaluación de costos fijos y variables	63
Tabla 4.4 Tabla Resumen del Tamaño de planta.....	64
Tabla 5.1 Especificaciones técnicas del producto	69
Tabla 5.2 Tecnología disponible en proceso de producción.....	70
Tabla 5.3 Ranking de factores de Tecnologías de Plastificación	72
Tabla 5.4 Proporción de materiales requeridos para el proceso de extrusión.....	78
Tabla 5.5 Descripción de maquinaria y equipos	89
Tabla 5.6 Especificaciones de Trituradora	91
Tabla 5.7 Especificaciones del Dosificador.....	91
Tabla 5.8 Especificaciones de la extrusora	92
Tabla 5.9 Especificaciones de la tina de enfriamiento.....	92
Tabla 5.10 Especificaciones de la cortadora.....	93
Tabla 5.11 Especificaciones de los rodillos serigrafiadores	93
Tabla 5.12 Especificaciones de la esmaltadora	94
Tabla 5.13 Especificaciones de los Equipos Complementarios	95
Tabla 5.14 Capacidad de Planta Instalada y Número de Máquinas para el 2018.....	97
Tabla 5.15 Capacidad instalada hasta el 2020	98

Tabla 5.16 Matriz de Leopold.....	104
Tabla 5.17 Aspectos ambientales por proceso.....	105
Tabla 5.18 Matriz IPER.....	107
Tabla 5.19 Plan de Mantenimiento Anual.....	110
Tabla 5.20 Plan maestro de producción.....	111
Tabla 5.21 MPS 2016.....	112
Tabla 5.22 MPS 2020.....	112
Tabla 5.23 Requerimiento de materia prima, insumos y materiales.....	113
Tabla 5.24 Requerimiento de operarios para encajado.....	114
Tabla 5.25 Requerimiento de operarios para apilado de cajas.....	114
Tabla 5.26 Requerimiento de operarios para abastecimiento.....	114
Tabla 5.27 Cantidad de operarios requeridos.....	115
Tabla 5.27 Requerimiento total de operarios para el periodo del proyecto.....	115
Tabla 5.28 Trabajadores indirectos.....	116
Tabla 5.29 Potencia KW de las máquinas.....	117
Tabla 5.30 Potencia Kw en los equipos.....	117
Tabla 5.31 Análisis de Guerchet.....	120
Tabla 5.32 Disposición de cajas en parihuela.....	121
Tabla 5.33: Disposición de cajas en parihuela.....	121
Tabla 5.34 Cálculo del número de racks.....	122
Tabla 5.35 Cálculo de la dimensión del almacén de producto terminado.....	122
Tabla 5.36 Cálculo del peso de la parihuela con carga.....	123
Tabla 5.37 Criterios de dimensionamiento del almacén de materia prima.....	123
Tabla 5.38 Cálculo del número de posiciones para almacenar los insumos menores.....	124
Tabla 5.39 Cálculo del área del almacén de materia prima.....	124
Tabla 5.40 Dimensionamiento de los otros espacios de la planta.....	125
Tabla 5.41 Códigos de proximidades.....	129
Tabla 5.42 Detalle de las relaciones.....	130
Tabla 5.43 Plan de implementación del proyecto.....	133
Tabla 6.1 Requerimientos de personal.....	137
Tabla 7.1 Inversión en Activos fijos tangibles.....	140
Tabla 7.2 Inversión en activos fijos intangibles.....	142
Tabla 7.3 Inversión en capital de trabajo e Inversión Total.....	142
Tabla 7.4 Cálculo del costo de operación anual en soles.....	143
Tabla 7.5 Cálculo de los días de ciclo de caja.....	143
Tabla 7.6 Cálculo del costo de los materiales directos.....	144
Tabla 7.7 Costo de materiales directos hasta el 2020 en S/.....	144
Tabla 7.8 Costo de energía eléctrica.....	145
Tabla 7.9 Costo del consumo de agua para producción.....	146
Tabla 7.10 Costo del consumo de agua oficinas y servicios.....	146
Tabla 7.11 Costo de la mano de obra directa en S/.....	146
Tabla 7.12 Costo de la mano de obra indirecta en S/.....	147
Tabla 7.13 Cálculo del precio de la caja.....	148
Tabla 7.14 Presupuesto de ventas.....	148
Tabla 7.15 Presupuesto de depreciación fabril en S/.....	149
Tabla 7.16 Presupuesto de depreciación no fabril en S/.....	151
Tabla 7.17 Presupuesto de costo de producción en S/.....	151
Tabla 7.18 Presupuesto de gastos generales en S/.....	152
Tabla 7.19 Servicio de la deuda en S/.....	153

Tabla 7.20 Estado de Ganancias y Pérdidas	153
Tabla 7.21 Flujo de fondos económicos	154
Tabla 7.22 Flujo de fondos financieros	154
Tabla 8.1 Evaluación Económica	155
Tabla 8.2 Evaluación Financiera	155
Tabla 8.3 Variación en el precio de venta	156
Tabla 8.4 Variación en la tasa de interés (TEA).....	156
Tabla 8.5 Variación en el costo de materia prima	157
Tabla 9.1 Cálculo del valor agregado	159
Tabla 9.2 Cálculo de la densidad capital	159
Tabla 9.3 Cálculo del producto capital	160



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Dimensiones y vistas de la Baldosa de Plástico Reciclado	11
Figura 2.2 Producción nacional de revestimientos cerámicos para piso y pared	20
Figura 2.3 Demanda Interna Aparente 2008-2014	25
Figura 2.4 Demanda proyectada hasta 2020	26
Figura 2.5 Cantidad de Inmobiliarias en Lima Metropolitana.....	32
Figura 2.6 Cálculo del tamaño de muestra para inmobiliarias	32
Figura 2.7 Cálculo del tamaño de muestra para personas que renuevan	37
Figura 2.8 Sistema de Distribución de las Baldosas de Plástico Reciclado	41
Figura 2.9 Índice de precios de cerámica esmaltada y sin esmaltar	43
Figura 3.1 Concentración de reciclaje masivo y difuso en Lima.....	53
Figura 4.1 Cálculo del punto de equilibrio	63
Figura 5.1 Vista de superficie de tránsito de prototipo de baldosa de plástico reciclado.....	65
Figura 5.2 Vista de superficie de adherencia a piso de prototipo de baldosa de plástico reciclado.....	65
Figura 5.3 Vista de superficie de tránsito de baldosa de plástico reciclado pre terminado	66
Figura 5.4 Vista de superficie de adherencia a piso de baldosa de plástico reciclado pre terminado	67
Figura 5.5 Acabados de Piso de Baldosa de Plástico Reciclado	67
Figura 5.6 Acabados de piso de baldosa de plástico reciclado	73
Figura 5.7 Reporte de simulación de inyección – Baldosa de plástico reciclado	74
Figura 5.8 Extrusión de Plastic Lumber	74
Figura 5.9 Disposición de Husillos y Sentido de Giro	79
Figura 5.10 Longitud de Fusión.....	79
Figura 5.11 Temperatura promedio de proceso Extrusión – Tina de enfriamiento	81
Figura 5.12 Proceso de Corte.....	82
Figura 5.13 Proceso de Serigrafiado.....	83
Figura 5.14 Diagrama del Proceso de Producción.....	86
Figura 5.15 Diagrama de Balance de Materia	88
Figura 5.16 Ubicación cajas en parihuela	121
Figura 5.17 Ubicación de cajas apiladas.....	122
Figura 5.18 Señales de prohibición.....	127
Figura 5.19 Señales de obligación	127
Figura 5.20 Símbolos de seguridad.....	127
Figura 5.21 Señales que indican ubicación de salidas de emergencia.....	128
Figura 5.22 Tabla relacional	130
Figura 5.23 Diagrama relacional	131
Figura 5.24 Diagrama de espacios.....	131
Figura 5.25 Plano de distribución	132
Figura 5.26 Diagrama de Gantt.....	133
Figura 6.1 Organigrama de la empresa	138
Figura 7.1 Fórmula para calcular el capital de trabajo	143

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente trabajo se muestra un estudio de pre factibilidad para la instalación de una planta productora de baldosas de plástico reciclado para piso y pared donde se evalúa la viabilidad técnica, económica-financiera y de mercado. En un principio se mencionan los aspectos generales como objetivos, hipótesis y marco referencial. Luego, se presenta el estudio de mercado, donde se detalla la demanda, exportaciones, importaciones y producción nacional con el objetivo de obtener una demanda interna aparente y posteriormente ajustarla con diversos factores y así obtener la demanda de proyecto. A continuación, se desarrolla la localización de planta, donde se aplican herramientas como el ranking de factores y tablas de enfrentamiento para establecer el mejor lugar para implementar la planta. Posteriormente se determina el tamaño de planta, donde se obtiene el factor limitante para la planta mediante el análisis de las relaciones entre el tamaño de planta, recursos productivos, tecnología y punto de equilibrio. Luego, en la ingeniería del proyecto, se mencionan todas las características que el producto debe cumplir; además, se detalla el proceso productivo, incluyendo qué maquinaria se utilizará, las estrategias de mantenimiento, seguridad y salud ocupacional, impacto ambiental, calidad, disposición de planta, entre otros. Después, se presentará la organización de la empresa tanto en la parte operativa como en la parte estratégica. A continuación, se estimarán las inversiones, tanto tangible como no tangible. También se analizarán los costos más importantes del proyecto como por ejemplo la materia prima, insumos, materiales, mano de obra, etc.

Luego, se realiza el análisis financiero para determinar la viabilidad del proyecto utilizando conceptos como VAN, TIR, relación Beneficio Costo y periodo de recupero. Al final se determina que la inversión total será S/. 4,210,286 y los siguientes ratios financieros: VAN Económico es S/. 2,047,310, la TIR Económica es 32%, el VAN Financiero es S/. 2,076,057 y la TIR Financiera es 47%.

Finalmente, se mostrará la evaluación social del proyecto para observar cuál es su impacto en la sociedad.

EXECUTIVE SUMMARY

This work presents a pre-feasibility study for the installation of a plant to produce recycled plastic tiles for floor and wall where the technical, economic-financial and market viability is assessed. First, it mentions the general aspects and objectives, hypothesis and frame of reference. Then, it presents the market research, where demand, exports, imports and domestic production is detailed with the aim of obtaining an apparent domestic demand and subsequently it is adjusted with various factors and finally is obtained the project demand. After that, it shows the plant location, where many tools are applied as ranking of factors and comparative tables to determine the best place to implement the plant. Later, it presents the plant size where the limiting factor for the plant is obtained by analyzing the relationship between the plant size, production resources, technology and breakeven. Then, in project engineering, it mentions all the features that the product must meet; also it shows the production process, including what equipment will be used, maintenance strategies, occupational health and safety, environmental impact, quality, plant layout, etc. After, it shows the organization of the company both on the operational side and the strategic side. Then, it explains the estimation of the investments, both tangible and intangible. The most important project costs are also discussed such as raw material, supplies, other materials, labor, etc.

Next, it exposes the financial analysis to determine the feasibility of the project using concepts such as NPV, IRR, Benefit Cost ratio and recovery period. At the end is determined that the investment will be S/. 4,210,286 and the following ratios: Economic NPV is S/. 2,047,310, the Economic IRR is 32%, the Financial NPV is S/. 2,076,057 and Financial IRR is 47%.

Finally, it displays the social evaluation of the project to observe what its impact on society is.

CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. Problemática

En el Perú no existe una buena educación e información sobre el tratamiento adecuado de sus residuos, cómo segregar y cuál residuo puede ser reciclado. La población no goza de una cultura de reciclaje y no existe una política de estado donde se integren los esfuerzos en todos los niveles de gobierno y a nivel multisectorial; además, falta involucrar a las empresas privadas con el reciclaje mediante incentivos económicos, convenios con municipalidades, promoción de buenas prácticas, etc. También el crecimiento poblacional en las zonas urbanas se intensificará en los próximos años y, la mayor actividad económica, se reflejará en un mayor consumo y una expansión industrial que, a su vez, producirá mayores residuos. Según un estudio realizado por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2013), cada año la generación de residuos sólidos crece a un ritmo de 6% en promedio en Lima Metropolitana. De esta forma, si las capacidades de gestión de residuos no se fortalecen, la calidad de vida en los principales centros urbanos del país se deteriorará.

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. Objetivo general

Establecer la viabilidad técnica, económica-financiera, y de mercado para la instalación de una planta procesadora de baldosas de plástico reciclado para piso y pared, usado en acabados en el sector de la construcción.

1.2.2. Objetivos específicos

- Evaluar la viabilidad de ingresar en el mercado de baldosas para piso y pared.
- Identificar y analizar las empresas que actualmente comercializan baldosas para piso y pared utilizados en el sector de la construcción.
- Evaluar la viabilidad tecnológica del proyecto.

- Determinar costos asociados a la instalación del proyecto.
- Evaluar la viabilidad económica-financiera del proyecto.

1.3. Alcance y limitaciones de la investigación

En el presente trabajo el alcance comprende el estudio de mercado de las baldosas cerámicas, producto sustituto de la baldosa de plástico reciclado, en Lima Metropolitana; el análisis del mercado meta, la disponibilidad de recurso para llevar a cabo el proyecto; y la investigación acerca de la tecnología adecuada para realizar la mezcla de polímeros reciclados para obtener el producto terminado. Por otro lado las limitaciones son: abarcar el tamaño de muestra total para la segmentación de las inmobiliarias debido a la restricción de confidencialidad de información de estas empresas y la información sobre la generación de residuos sólidos a nivel nacional proveniente del MINAM está actualizada hasta el 2013.

1.4. Justificación del tema

1.4.1. Justificación técnica

La tecnología que se utiliza para la fabricación de las baldosas de plástico reciclado, se utiliza actualmente en el Perú. Según el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2011) existe una planta procesadora de plástico reciclado en Pisco, el cual usa el proceso de fusión a presión estática, donde el material reciclado pasa de un estado sólido a un estado maleable sin llegar a la temperatura de fusión y tan solo a la temperatura de ablandamiento; otra de ellas es el proceso de extrusión, el cual es utilizado por muchas empresas para diferentes procesos de moldeo de plástico. Además, este proceso es el más extendido en la industria internacional de plástico reciclado, tales como Venezuela, Colombia, México y Estados Unidos; donde la producción está más desarrollada a nivel comercial y tecnológico. En conclusión la tecnología que se utilizará es accesible porque actualmente las fábricas procesadoras en la región aplican estos procesos.

1.4.2. Justificación económica

Las baldosas tienen la ventaja de utilizar como materia prima residuos sólidos plásticos, los cuales existen en abundancia y a un precio bajo, 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.

1.4.3. Justificación social

En principio la implementación del proyecto creará una nueva visión de industria sostenible, desde el punto de vista de la utilización de residuos sólidos donde la mayor parte de la población no ve ningún uso secundario, en tal sentido el inicio de la industrialización del plástico reciclado para producir un bien que será utilizarlo a nivel inmobiliario Lima Metropolitana y con enfoque futuro de llegar a nivel nacional, despertará nuevas ideas en sectores todavía afectados por el mal manejo de sus residuos sólidos, generando a partir de ello nuevas oportunidades de trabajo desde el inicio de la recolección y clasificación de los residuos plásticos hasta la transformación e industrialización de los mismos; por otro lado, se contribuirá a la mejora de la calidad de vivienda a nivel de Lima Metropolitana y luego nivel nacional. Se impulsará el crecimiento de empresas interesadas en el tratamiento de los residuos sólidos urbanos los cuales no solo venderán estos materiales reciclados a nivel nacional sino que se iniciará mayor apertura de venta a nivel internacional. Finalmente se contribuirá a la protección del medio ambiente ya que se aprovecharán y reciclarán los residuos plásticos.

1.5. Hipótesis de trabajo

La instalación de una planta productora de baldosas de plástico reciclado para piso y pared es viable, dado que existe un mercado en crecimiento que utilizará el producto, además es tecnológicamente factible y económicamente rentable.

1.6. Marco referencial de la investigación

- **Estudio de pre-factibilidad para la implementación de una planta de producción y comercialización de escamas de PET reciclado.**

Autor: Marina Casique, Juan José.

Material: Tesis para optar el Título de Ingeniería Industrial

Año: 2009.

Universidad: Universidad de Lima

La tesis consultada trata sobre implementar y operar una planta de escamas hechas de PET que se obtiene de los envases de gaseosas y aguas minerales post consumo luego de un proceso de reciclaje. Estas escamas son usadas en el Perú para la fabricación de fibras de poliéster; sin embargo, un gran porcentaje se exporta a China y a los Estados Unidos.

- **Elaboración y evaluación de tableros aglomerados a base de plástico de alta densidad y fibra de estopa de coco.**

Autor: Navarro Arellano, José Fidel.

Material: Tesis para maestría en Arquitectura.

Año: 2005.

Universidad: Universidad de Colima-México

La tesis consultada argumenta que cada día el sector privado está en busca de nuevos materiales que generen un mínimo de contaminantes y residuos en los procesos de fabricación, utilizando materiales de desecho que aparentemente no tienen ninguna utilidad o alternativa de uso y luego transformándolas en un producto útil para la industria y la sociedad.

1.7. Marco conceptual

A partir de la investigación de Navarro (2005) donde se propone utilizar una mezcla de plástico de alta densidad con una fibra orgánica, se indagó si esta mezcla era utilizada en otros países para producir productos similares a los tableros descritos en esta investigación. Así, se descubrió que hay otros compuestos que se les llama WPC (Wood Plastic Composite) o también conocido como Madera Plástica, el cual consiste en una mezcla de termoplásticos y fibras de madera, que pueden tener en su composición otras fibras naturales. Este material tiene diferentes aplicaciones: mesas, pisos externos e internos, techos, etc. De esta forma, se buscó información sobre esta industria en el Perú; sin embargo, sólo se encontró dos proyectos: el primero: La planta procesadora de madera plástica ubicada en Pisco la cual fue desarrollada por Ministerio del Medio Ambiente y la agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional, con la finalidad de crear nuevas fuentes de trabajo en la zona y formalizar a los recicladores. Respecto al segundo proyecto: Madecoplast SAC, empresa dedicada a la producción de zócalos de madera plástica para el sector inmobiliario. Esto suponía una gran oportunidad de negocio dado lo innovador que era el producto dentro del Perú; sin embargo, las principales restricciones eran que los plásticos se importan en pellets y son muy costosos y que no había información suficiente para determinar la disponibilidad de fibra de madera. Luego, se encontró información acerca de Lumber Plastic cuya denominación es compuesto elaborado a partir de plásticos reciclados. Así, según Marina (2009), el uso de plástico reciclado como insumo principal se mostró como una opción más viable dado que es el residuo que más se recicla (28.72% del total de residuos sólidos reutilizables) y tiene un costo bajo frente al plástico virgen importado; esto junto con la gran cantidad de residuos sólidos generados, que según el MINAM (2013) sólo en Lima Metropolitana se generan 7,204 toneladas diarias, da lugar a una propuesta ecológica que promueve la conservación del medio ambiente.

Además, el crecimiento de la demanda y la oferta de casas y departamentos era un factor atractivo para ingresar al sector de la

construcción, por lo que se eligió como producto a las baldosas que son instaladas en los pisos y las paredes y que serían hechas de plástico reciclado, el cual es un sustituto de productos que se procesan a partir de materia primas vírgenes: la madera, en la producción de parquet y acabados de pared, los pisos vinílicos elaborados de materia polimérica de origen del crudo o petróleo y los revestimientos de cerámica elaborados con materia prima no mineral como es el material calcáreo.

A continuación se muestra un glosario de términos que se utilizarán dentro de la investigación:

- **Revestimiento:** Cualquier tipo de material que protege o adorna una determinada superficie.
- **Baldosa:** Es una losa o loseta manufacturada, fabricada en diferentes tipos y técnicas de cerámica, así como en piedra, caucho, corcho, vidrio, metal, plástico, etc.
- **Baldosa de cerámica:** Baldosa compuesta de arcillas, caolines, sílice, fundentes y otros componentes, sometidos a alta cocción, que puede presentar aspectos diferentes y llevar o no esmalte.
- **Polipropileno – PP:** El polipropileno se obtiene a partir del propileno extraído del gas del petróleo. Es un material termoplástico incoloro y muy ligero. Además, es un material duro, y está dotado de una buena resistencia al choque y a la tracción, tiene excelentes propiedades eléctricas y una gran resistencia a los agentes químicos y disolventes a temperatura ambiente. Los materiales fabricados más destacados de este plástico son: envases de alimentos, artículos de bazar y menaje, bolsas de uso agrícola y cereales, tuberías de agua caliente, films para protección de alimentos.
- **Polietileno de alta densidad- HDPE:** El Polietileno de Alta Densidad es un termoplástico fabricado a partir del Etileno (elaborado a partir del

etano, uno de los componentes del gas natural). Es muy versátil y es aplicado en envases para: detergentes, lavandina, aceites automotor, shampoo, lácteos, bolsas para supermercados, bazar y menaje, cajones para pescados, gaseosas, cervezas, baldes para pintura, helados, aceites, tambores, caños para gas, telefonía, agua potable, minería, drenaje y uso sanitario, macetas, bolsas tejidas.

- **Plástico:** Material sintético que puede moldearse fácilmente y está compuesto principalmente por polímeros.
- **Polímero:** Compuesto químico, natural o sintético, formado por polimerización y que consiste esencialmente en unidades estructurales repetidas.
- **Extrusión:** Proceso que consiste en hacer pasar bajo la acción de la presión un material termoplástico a través de un orificio con forma más o menos compleja (hilera), de manera tal, y continua, que el material adquiera una sección transversal igual a la del orificio. El polímero se funde dentro de un cilindro y posteriormente, es enfriado en una calandria. Este proceso de extrusión, que es normalmente continuo, se usa para la producción de perfiles, tubos, películas plásticas, hojas plásticas, etc.
- **Plastificación:**
Proceso en que se ablanda una sustancia por adición de un plastificante o bien mediante calor.
- **Cabezal:** Equipo para formar un perfil extruido.
- **Wood Plastic Composite (WPC):** Compuesto de fibra de madera y termoplásticos.
- **Lumber Plastic:** Compuesto formado por plástico virgen o reciclado.

- **Carbonato de Calcio:** Producto obtenido por molienda de calizas puras.
- **Estabilizadores térmicos:** Compuesto encargado de optimizar el proceso de plastificación para evitar la degradación del polímero.
- **Husillo de extrusión:** Parte de una máquina extrusora que se encarga de mezclar los polímeros plastificados.
- **Serigrafía:** Técnica de grabado que consiste en la filtración del color a través de una trama deseada mediante la presión de una paleta de goma o un rodillo; las partes que no deben filtrar color se impermeabilizan con cola, barniz o laca.
- **Software ModFlow:** Software utilizado para modelar y simular el proceso de inyección y extrusión.
- **Rechupes:** Hundimientos superficiales de una pieza inyectada.
- **Masterbatch:** Pigmento utilizado para dar color a la mezcla polimérica.
- **Chiller:** Equipo utilizado para enfriar agua en un proceso de manufactura.
- **MRP:** Metodología para planificar el requerimiento de los materiales, su definición en inglés es Material Requirement Planning.
- **MPS:** Metodología para planificar la producción a un nivel de agregado, su definición en inglés es Master Production Schedule.
- **NSE:** Nivel socio económico.

- **Digesa:** Dirección General de Salud Ambiental.
- **Capeco:** Cámara Peruana de la Construcción.
- **Residuo sólido:** Material que luego de haber cumplido su función o de haber servido para alguna actividad es desechado o descartado.



CAPÍTULO II: ESTUDIO DE MERCADO

2.1. Aspectos generales del estudio de mercado

2.1.1. Definición comercial del producto

- **Producto básico**

La baldosa de plástico reciclado cuya composición será Polipropileno y Polietileno de Alta Densidad tendrá un formato cuadrado cuyas dimensiones de largo, ancho y espesor serán: 45 x 45 x 0,5 centímetros, será utilizado en acabados internos y externos de departamentos y casas. La baldosa de plástico reciclado es más duradera que sus sustitutos y no necesita tratamientos adicionales, permitiendo el ahorro de tiempo y dinero. Las presentaciones del diseño de fondo serán diversas dependiendo del tipo de tonalidad a elaborar; por otro lado, al ser un compuesto plástico, es impermeable al agua y la humedad, por lo que no se deforma como la madera ni pierde su estructura.

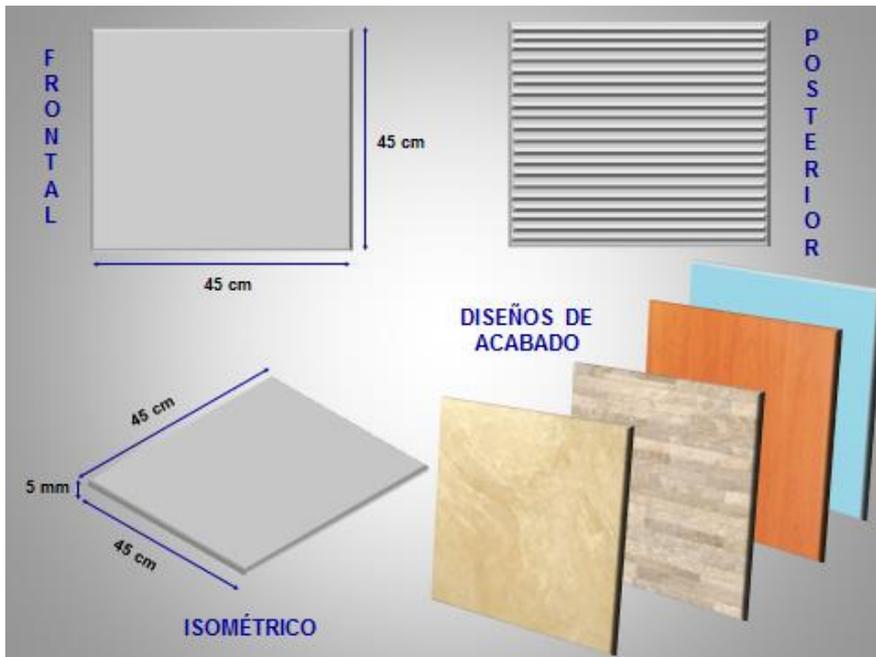
- **Producto real**

La presentación del producto final será en una caja de cartón con capacidad para contener 16 unidades de baldosas, en dicho embalaje se detallará las especificaciones técnicas: dimensiones, dureza, resistencia a la flexión y resistencia a la abrasión, las cuales establecen el estándar del producto elaborado y lo diferencian de sus sustitutos creando ventajas competitivas para la venta y posicionamiento del producto en el mercado. Las presentaciones de los diseños de los revestimientos se basan en los fondos ilustrativos y de un solo color. Asimismo la presentación final se comercializará bajo el nombre de la marca “ECOBALDOSA” ya que se procesa a partir de residuo sólido plástico reciclado. Finalmente cada caja contará con una etiqueta donde se especificará el código del producto, fecha de producción, peso neto, cantidad de baldosas, equivalencia de metros cuadrados y dimensiones, también se

agregará el manual de instalación y los números de servicio al cliente en caso de que el producto final presente algún defecto en el reverso de la caja.

Figura 2.1

Dimensiones y vistas de la Baldosa de Plástico Reciclado



Elaboración Propia.

- **Producto aumentado**

En relación al producto aumentado se brindará servicios de post venta, principalmente relacionado a la instalación del producto, con ello se busca la fidelización del cliente con el producto y la marca, satisfaciendo así la necesidad del cliente de manera completa, por otro lado se le brindará una garantía por la compra del producto. El cliente también tendrá la posibilidad de realizar sus reclamos por el número telefónico de atención al cliente, el cual estará publicado en la caja de presentación.

2.1.2. Principales características del producto

- **Posición arancelaria NANDINA, CIUU**

La posición arancelaria de las baldosas de plástico reciclado pertenecerían a la sección VII PLASTICO Y SUS MANUFACTURAS; CAUCHO Y SUS MANUFACTURAS, capítulo 39 Plásticos y sus Manufacturas y partida 3918.90.10.00 Revestimiento para suelo. Respecto al CIUU se encontraría en la sección C, división 22, grupo 222 y clase 2220 fabricación de productos de plástico.

- **Usos y características del producto**

El uso que tienen las baldosas de plástico reciclado es principalmente recubrir, proteger y decorar una determinada área de construcción de diferentes edificaciones; su aplicabilidad es de dos tipos: para interiores y exteriores. En relación a interiores pueden ser instalados en los pisos de las edificaciones: baños, salas, comedores y dormitorios. Por otro lado, también se pueden instalar en exteriores como paredes con vista interna o fachadas exteriores y pisos externos.

Las principales propiedades que tienen las baldosas de madera plástica son las siguientes:

1. Sin mantenimiento: ahorro de tiempo y recursos económicos.
2. Duradero: con buena resistencia mecánica.
3. No se pudre: en contacto con arena o agua.
4. Anticorrosivo: no se deteriora bajo la acción de productos químicos.
5. Resistente al fuego: no propaga la llama.
6. Impermeable al agua y a la humedad.
7. Resistente a la intemperie: bajo cualquier condición meteorológica.
8. Inmune a microorganismos: roedores e insectos.

9. No requiere aceites, pinturas o barnices.
10. Antideslizante y seguro: no se agrieta, deforma, ni produce astillas.
11. Fácil instalación y limpieza.

- **Bienes sustitutos y complementarios**

- **Bien sustituto**

El principal sustituto que tiene la baldosa de plástico reciclado son las baldosas de cerámica. Su presentación se asemeja a las baldosas de cerámica; estos productos son reconocidos en el mercado y su precio es medio alto, además son comercializados en los centros mayoristas, minoristas, home centers y mediante distribuidores industriales a las inmobiliarias, en su mayoría son de producción nacional, pero también se ofrecen cerámicos importados; por otro lado, los productos como laminado, porcelanato, ocre, pisos vinílicos, parquet y alfombras son básicamente competidores pero no sustitutos, porque se aplican principalmente a los pisos y no a las paredes, estos productos, también son reconocidos en el mercado por sus beneficios y preferencias de los clientes finales.

- **Bien complementario**

- Zócalos de plástico reciclado**

Es necesario incorporar como producto complementario al zócalo, el cual tiene la funcionalidad de ocultar la junta entre la pared y el suelo para mejorar el acabado final. Además sirve como protección del material en el proceso de limpieza del revestimiento. Se venderá adicionalmente por metro y con las siguientes dimensiones 8cm de altura y 5mm de espesor.

Adhesivo en polvo tipo cemento

Es el adhesivo que se utilizará para enchapar las baldosas en los pisos y paredes de cemento o concreto; se ofrecerá como adicional a la venta de las baldosas. Para instalar las baldosas se tendrá que colocar una capa previa del material en mención.

Fragua

Se utilizará para la unión entre las juntas de las baldosas. Los colores de la fragua serán de acuerdo a la compatibilidad con el diseño del acabado de la baldosa.

2.1.3. Determinación del área geográfica que abarcará el estudio

El área geográfica que abarcará el desarrollo del proyecto será Lima metropolitana; Según la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO, 2014), en los últimos años el crecimiento de la economía nacional y el incremento de la población ha generado crecimiento del sector de la construcción, lo cual se puede percibir en el incremento de la demanda de viviendas a nivel de Lima metropolitana, donde el nivel socioeconómico medio es el que tiene el mayor interés por adquirir una vivienda. Es por ello que el sector de la construcción ha ido creciendo rápidamente durante los últimos años y principalmente en las edificaciones tipo departamentos, conjuntos habitacionales, edificios de oficinas y centros comerciales. Por otro lado, la disponibilidad de materia prima es otro factor que influirá en la determinación del área de acción del proyecto, ya que Lima Metropolitana genera las mayores cantidades de residuos sólidos a nivel nacional, bordeando las 7,204 toneladas diarias, siendo el 10% del total residuos plásticos, materia prima para la elaboración de las baldosas de plástico reciclado (MINAM, 2013).

2.1.4. Análisis del sector

- **Poder de negociación de los clientes**

Los principales compradores de las baldosas para piso y pared son las tiendas mayoristas de venta de materiales de acabado, las empresas inmobiliarias y los home centers. Las tiendas mayoristas ofrecen los productos a los minoristas quienes llegan directamente al cliente final, quien tiene la necesidad de instalar o remodelar los revestimientos de sus hogares o departamentos, mientras que las empresas de inmobiliarias compran estos productos de acuerdo a los requerimientos del proyecto que se esté ejecutando, en el caso del sector socioeconómico A el cliente final tiene mayor flexibilidad de elegir el tipo de acabado que irá instalado en el inmueble que comprará a diferencia del sector socioeconómico B y C donde la flexibilidad es prácticamente nula porque la inmobiliaria optimiza los costos del presupuesto de acabado mediante la estandarización de los materiales que utiliza para esos fines. Según Maximixe (MAXIMIXE CONSULT S.A., 2014) las tiendas especializadas de ventas de productos para el hogar (Home center) tienen una participación relativamente baja (20%) ya que el estilo de compra de estos tipos de productos todavía se realiza de forma tradicional cuya participación del mercado es 70%, asimismo la compra de las inmobiliarias también tiene una participación importante 10% y se encuentra en crecimiento debido al buen desempeño del sector de la construcción. En conclusión, las tiendas mayoristas son las que tienen poder de negociación medio alto porque tienen mayor participación de mercado y solicitan precios especiales para obtener un margen de ganancia en la venta a detallistas o minoristas. En el caso de las inmobiliarias y Home centers tiene un poder de negociación medio.

- **Poder de negociación de los proveedores**

En el sector la disponibilidad de materia prima para la producción de baldosas es muy importante ya que, en el caso de los cerámicos, tienen que disponer de minas o canteras de arcilla; para los pisos vinílicos, la materia prima son los productos químicos importados derivados del petróleo y los pisos de parquet dependen de la disponibilidad de madera natural. Respecto a la materia prima principal de la baldosa de plástico reciclado es el residuo sólido plástico, el cual representa el 10% de la composición total de residuos sólido con una tasa de reciclaje del total desechado. Al ser Lima Metropolitana la primera ciudad a nivel nacional en producir residuos sólidos: 42% del total de residuos sólido producidos a nivel nacional (MINAM, 2013), ofrece una gran disponibilidad de materia prima; asimismo, el actual compromiso de las municipalidades por el mejor manejo de los residuos sólidos ha desarrollado un mejoramiento de la prestación de los servicios gracias a la participación privada. En Lima se han registrado actualmente 231 empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos no municipales, 191 empresas comercializadoras de residuos sólidos municipales y 347 empresas comercializadoras de residuos sólidos no municipales (DIGESA, 2015); en consecuencia, el poder de negociación con los proveedores es medio, porque ellos disponen de un insumo importante para el proyecto y existe una amenaza de integrarse hacia adelante; por otro lado, el segundo insumo que es el pigmento o masterbatch tendrá un poder de negociación medio porque hay pocos proveedores a nivel nacional y sobretodo es un producto importado.

- **Ingreso de nuevos competidores**

Existen barreras altas para ingreso de nuevos competidores a la industria de las baldosas para piso y pared debido a que en el mercado existen empresas productoras que tienen varios años en el sector y han logrado una participación amplia, estas empresas

practican economías de escala porque producen grandes volúmenes para abastecer al mercado nacional e incluso internacional, además la inversión en una planta productora a la escala de estas empresas es elevada debido a la tecnología que se requiere. En efecto, la disponibilidad de materia prima para la producción de las baldosas no es de fácil acceso porque se necesita socios estratégicos como las canteras, madereras y comercializadores de materia prima de importación lo cual dificulta el acceso a las materias primas. Finalmente el acceso a los canales de distribución no es fácil porque se tiene que ofrecer un producto que sea conocido en el mercado o que tenga ventajas competitivas frente a sus sustitutos, el consumidor final de este tipo de productos define su compra comparando principalmente marca, calidad y precio. El ingreso de nuevos competidores es bajo.

- **Amenaza de sustitutos**

El principal sustituto que tienen las baldosas de plástico reciclado son los que cumplen la función de cubrir o proteger un piso o una pared con la finalidad de darle un acabado a la construcción base, en tal sentido el producto sustituto más cercano a las baldosas de plástico reciclado son las baldosas cerámicas, porque cumplen la función de cubrir o proteger una superficie, su presentación estructural se asemeja a las baldosas y además es aplicativo para pisos y paredes. Estos productos son reconocidos en el mercado y su precio es medio alto, son comercializados bajo el canal tradicional en las zonas comerciales de Palao (San Martín de Porres, Lima), Tomás Marsano (Surquillo, Lima) y la zona Este de Lima (San Juan de Lurigancho, La Molina y otros distritos) y también mediante el canal moderno a través de los home centers. Asimismo cuentan con canales industriales para comercializar sus productos directamente a las inmobiliarias. Respecto al volumen demandado en el mercado nacional, (PRODUCE, 2014) la producción nacional participa con el 80% y según DATA TRADE (DATA TRADE, 2014) la importación con el 20%. Los productos

como: porcelanato, ocre, pisos vinílicos, parquet y alfombras son básicamente competidores pero no sustitutos porque se aplican a los pisos y no a las paredes; estos productos también son reconocidos en el mercado por sus beneficios y preferencias de los clientes finales; por otro lado, el desarrollo del piso Laminado ha ganado bastante participación en los últimos años principalmente en el sector de las empresas inmobiliarias por su bajo costo de instalación. La amenaza de productos sustitutos es media-alta por la tendencia a comprar productos que ofrezcan precios accesibles, diseños novedosos, reduzcan el costo de instalación, tengan menos impacto en el ambiente y mayor tiempo de vida útil.

- **Rivalidad entre competidores**

Existe una alta rivalidad entre los competidores; según MAXIMIXE CONSULT S.A. (MAXIMIXE CONSULT S.A., 2014) los principales productores nacionales son: Celima, Etex Group (San Lorenzo) y Pisopak; y el principal importador es SaniHold (Cassinelli), líder en las importaciones de placas y baldosas con 21.3% de participación. El 80% de las importaciones son de origen Chino. Esto obliga a la producción nacional a competir con estos productos importados de bajo precio; es por ello, que la producción nacional ofrece un precio accesible al cliente, pero se diferencia principalmente en la calidad del producto, diseño y la disponibilidad de este en los diferentes canales de distribución. Cabe mencionar que en el Perú existe una empresa dedicada a la fabricación de Madera Plástica o WPC, cuyo nombre es Madecoplast SAC, y será considerado competidor directo ya que se encuentra en pleno desarrollo de un revestimiento tipo Deck llamado “Piso Caliente” cuyo enfoque comercial será para zonas rurales y luego incursionará en el mercado local en los NSE D y E. Madecoplast SAC ha realizado en el 2014 proyectos de implementación de sus pisos en el departamento de Huancavelica.

2.1.5. Determinación de la metodología que se empleará en la investigación de mercado

Primero se calculará la DIA (Demanda Interna Aparente) con los datos de producción, importaciones y exportaciones. En segundo lugar, se proyectará la demanda hasta el 2020 utilizando un análisis de regresión lineal. En tercer lugar, se segmentará el mercado apropiadamente para que se pueda seleccionar el mercado meta. Finalmente, se determinará la demanda para el proyecto mediante dos encuestas. La primera a personas que requieran lo siguiente: renovar sus revestimientos o instalar nuevos revestimientos. La segunda encuesta será a las inmobiliarias de viviendas y departamentos. En ambas encuestas se obtendrá una intención de compra que será sumada para hallar la participación potencial del proyecto para los próximos 5 años.

2.2. Análisis de la demanda

Debido a que el producto no existe en el mercado, se tomará como referencia la demanda histórica de las baldosas de cerámica elaboradas a partir de arcilla, porque se considera que es el principal producto sustituto de las baldosas de plástico reciclado debido a la aplicabilidad común que ambos tienen.

2.2.1. Demanda histórica

• Importaciones

Las importaciones de los revestimientos de cerámico se han incrementado durante los últimos años. En el año 2008 se importó 12 millones de metros cuadrados y en el año 2014 se registró cerca de 25.3 millones de metros cuadrados, para el cálculo se consideró los dos tipo de revestimientos cerámicos: barnizado y sin barnizar, concentradas principalmente en las partidas 690790 y 690890 que representan el 63% y 37%, respectivamente, de las compras realizadas al exterior en el año 2013 (DATA TRADE, 2014). Las importaciones son realizadas principalmente por los Home centers,

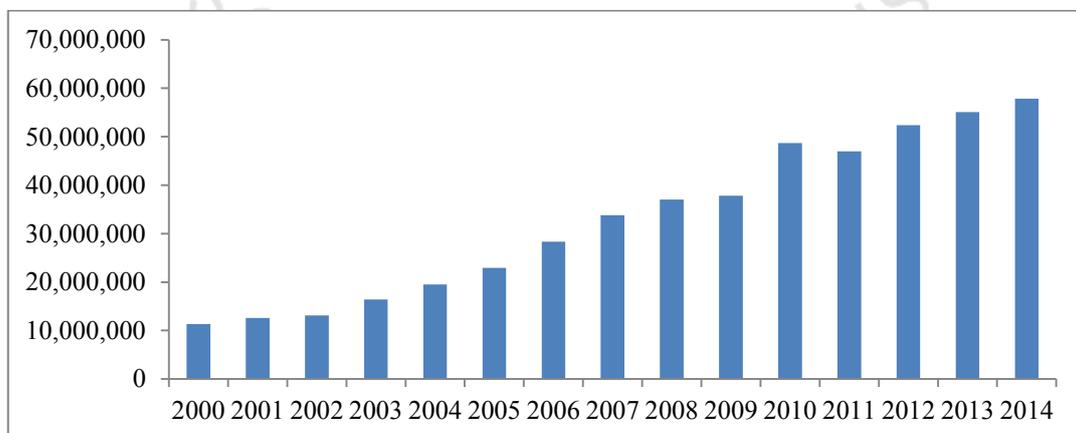
centros especializados en la venta de materiales para el hogar, estos importadores traen revestimientos principalmente de China a un costo bajo para hacer competencia a la producción nacional de revestimientos de cerámica y vinílico. En relación a los principales países del cual se importan este tipo de revestimientos se tiene en primer lugar a China, que es el principal abastecedor de placas y baldosas de cerámica y en el mercado peruano alcanza una participación de 40.7%, luego esta Brasil con 26.6% y España con el 20.7 % (DATA TRADE, 2014).

- **Producción Nacional**

El volumen de producción nacional de revestimientos para piso y pared tuvo como resultado un incremento de 5% del 2013 al 2014, el cual es menor respecto al incremento del 2011-2012 y 2009-2010 que fueron 11.6% y 28.7% respectivamente. Las principales empresas productoras de este tipo de revestimientos son: Celima y San Lorenzo. Asimismo cabe mencionar que se ha ido incrementado el porcentaje de exportación de las cantidades producidas. En el 2008 se exportaba el 32% de la producción total y en 2014 se registró un 45% de la producción destinado a exportación principalmente para el mercado Norteamericano.

Figura 2.2

Producción nacional de revestimientos cerámicos para piso y pared



Nota: Estadística Industrial Mensual

Fuente: Ministerio de la Producción, (2014)

Elaboración propia.

- **Demanda interna aparente (DIA)**

Para el cálculo de la demanda interna aparente se realizó una recopilación de datos de estadísticos industriales del Ministerio de la Producción y exportaciones e importaciones de DataTrade, datos del producto sustituto, revestimientos cerámicos. El cálculo de la DIA es la siguiente: suma de la producción nacional de revestimientos de cerámica utilizados en pisos y paredes, más las importaciones de los cerámicos barnizados y sin barnizar, menos las exportaciones de los cerámicos barnizados y sin barnizar.

Tabla 2.1
Demanda Interna Aparente

Año	Producción (m2)	Importaciones (m2)	Exportaciones (m2)	DIA (m2)	DIA (millones de m2)
2008	37,021,745	7,437,910	12,045,433	32,414,222	32.4
2009	37,820,086	6,801,135	11,902,333	32,718,888	32.7
2010	46,663,887	10,941,604	17,109,441	40,496,050	40.5
2011	49,966,415	10,247,150	18,793,475	41,420,090	41.4
2012	52,397,266	14,607,955	18,939,681	48,065,540	48.1
2013	55,100,439	18,839,559	25,941,006	47,998,992	48.0
2014	57,878,690	17,518,987	25,346,193	50,051,483	50.1

Fuente: Ministerio de la Producción, (2014) y Data Trade, (2014)
Elaboración propia.

2.2.2. Demanda potencial

- **Patrones de consumo**

Para analizar los patrones de consumo que tienen como característica este tipo de productos se realizará un estudio para cada tipo de aplicación que tendrá las baldosas de plástico reciclado: instalación en interiores e instalación en exteriores.

- **Instalación para interiores**

La aplicación para interiores implica instalar las baldosas principalmente en los pisos de las diferentes áreas de una edificación. Se cuenta con la siguiente información: los demandantes eligen revestimientos para pisos de manera diferenciada el cual se reparte en tres enfoques, el primero pisos

usados para sala y comedor, el segundo para dormitorios y el tercero utilizada en baños; El material preferido mayoritariamente en pisos para sala y comedor son las losetas cerámicas con un 52.76% seguido por el parquet por un 18.10%; por otro lado el material preferido para dormitorios es el parquet con 64.91%, seguido de las losetas cerámicas con 10.84% y en tercer lugar se ubica la alfombra con 3.88%; En relación a los baños, los revestimientos preferidos son las losetas cerámicas 52.76%, seguidas por las losetas vinílicas con un 8.76%; Finalmente, los revestimientos preferidos para las cocinas son: losetas cerámicas con 45.18%, y losetas vinílicas con 13.26% (CAPECO, 2014).

- **Instalación para exteriores**

La aplicación para exteriores es menor respecto a la aplicación para interiores, principalmente porque hay una mayor preferencia de dejar una capa de concreto llamado empastado con la finalidad de aplicar pintura. Los demandantes de viviendas prefieren dejar como material de pared: ladrillo de arcilla, con un 50.89%, seguido por el ladrillo sílico-calcáreo con 4.28% y concreto armado con 4.14%. En menor proporción se instalan los revestimientos tipo baldosas como los revestimientos cerámicos (CAPECO, 2014). A partir de los siguientes enfoques se puede apreciar que los revestimientos aplicados a los pisos son los que más preferencia tienen por los demandantes de estos materiales y que principalmente son las baldosas de cerámica utilizadas tanto para paredes y pisos.

• **Determinación de la demanda potencial**

La demanda potencial estará dada por el crecimiento del sector de la construcción enfocado principalmente en la construcción de casas y departamentos y el crecimiento de la demanda para renovación de revestimientos. Respecto a la demanda potencial del sector de la construcción, este se proyectará en función a la oferta efectiva y potencial de vivienda multifamiliares y unifamiliares en

Lima metropolitana y cuyos distritos que tienen mayor crecimiento son: Jesús María, Magdalena del Mar, Pueblo Libre y San Miguel con 5615 unidades; Cercado de Lima y Breña con 1633 unidades; Ate y el Agustino con 2460 unidades; finalmente, Carabayllo y Puente Piedra con 1930 unidades (CAPECO, 2014). Respecto a las características importantes de las edificaciones estas son: primero el número de pisos por edificación; en el 2014 se reportó que el 60,94% del total de edificios multifamiliares en oferta, es ofrecido con más de 4 departamentos por piso. Segundo, el número de dormitorios y baños por departamento; en el 2014 el 66.38% de los departamentos ofrecidos cuentan con tres dormitorios y el 64.35% de las viviendas multifamiliares se ofrecen con dos baños (CAPECO, 2014). Con este enfoque se tendría la demanda potencial de baldosas para la demanda potencial de las inmobiliarias, la cual se puede apreciar en la Tabla 2.3. Respecto a la demanda potencial para renovación, estará dado en función al crecimiento de la economía nacional y esto reflejado en el crecimiento del sector socioeconómico B quién aspira a llegar al sector socioeconómico A y que en el 2014, 8,500 familias pasaron al sector A y al crecimiento del sector socioeconómico C quien aspira llegar al sector socioeconómico B y que en el 2014, 55,000 familias pasaron al sector B y 100,000 familias pasaron del sector socioeconómico E al sector socioeconómico D. La proyección para el 2021 es que la clase media represente 65% mientras que actualmente es de 57% (ARELLANO MARKETING, 2015).

Tabla 2.2**Distribución de la actividad edificadora según destinos 2012 a 2014**

Destino	2012		2013		2014	
	m ²	%	m ²	%	m ²	%
Vivienda	4,756,472	77.43	4,800,957	80.54	4,544,407	74.41
Locales Comerciales	166,015	2.7	147,347	2.47	127,219	2.08
Oficinas	255,752	4.16	298,299	5	630,997	10.33
Otros destinos	964,973	15.71	714,699	11.99	804,692	13.18
Total	6,143,212	100,00	5,961,302	100,00	6,107,315	100.00

Fuente: Capeco, (2014).

2.2.3. Proyección de la demanda y metodología del análisis

El cálculo de la proyección de la demanda se realizará en base a una regresión lineal de la demanda interna aparente calculada anteriormente; de ahí se proyectará del año 2015 al año 2020. Luego se realizará un análisis de regresión lineal, exponencial y potencial para determinar cuál es el que mejor se ajusta a los valores; a continuación, se muestra un cuadro resumen con los resultados.

Tabla 2.3**Cuadro resumen de los análisis de regresión**

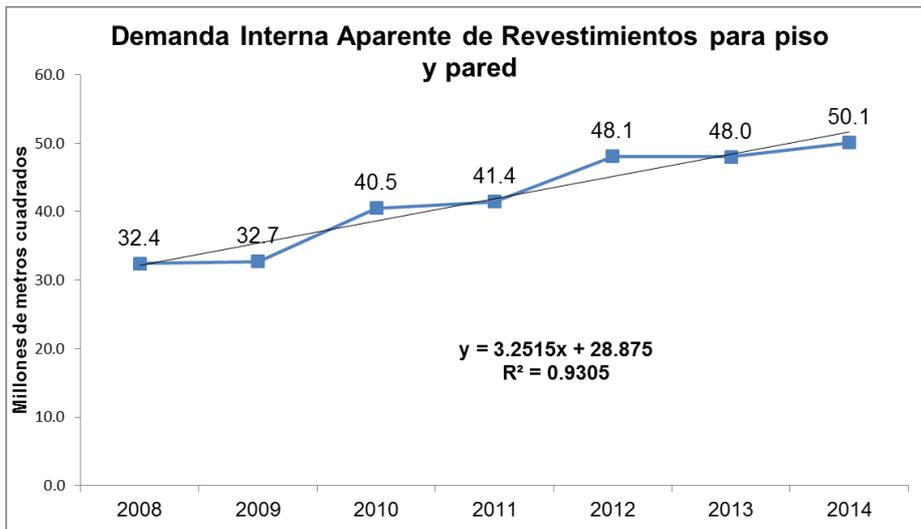
Regresión	Coefficiente de correlación (R ²)	Ecuación
Lineal	0.9305	$y = 3.2515x + 28.875$
Exponencial	0.9158	$y = 29.995e^{0.08x}$
Potencial	0.9035	$y = 30.44x^{0.2508}$

Elaboración propia

De aquí se puede concluir que la mejor regresión que se ajusta a los valores por tener el mayor valor de coeficiente de correlación es la regresión lineal.

Figura 2.3

Demanda Interna Aparente 2008-2014



Fuente: Ministerio de la Producción, (2014) y Data Trade, (2014)
Elaboración propia.

A partir de esto se puede proyectar la DIA desde el año 2015 al 2020, como se muestra a continuación.

Tabla 2.4

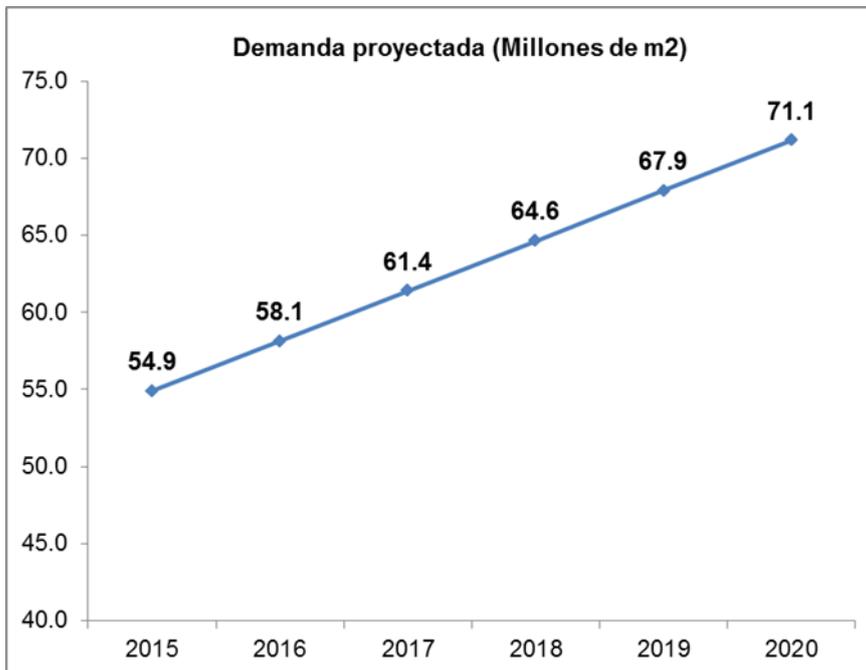
Demanda proyectada hasta el 2020

Año	Demanda proyectada (m2)
2015	54,887,000
2016	58,138,500
2017	61,390,000
2018	64,641,500
2019	67,893,000
2020	71,144,500

Fuente: Ministerio de la Producción, (2014) y Data Trade, (2014)
Elaboración propia

Figura 2.4

Demanda proyectada hasta 2020



Fuente: Ministerio de la Producción, (2014) y Data Trade, (2014)
Elaboración propia.

2.2.4. Consideraciones sobre la vida útil del proyecto

Se considerará al 2015 como año 0, tiempo durante el cual se realizan las inversiones iniciales (como activo fijo y capital de trabajo) del proyecto de inversión; también incluye el periodo puesta en marcha. Con respecto a la vida útil del proyecto, este será de 5 años (año 2016 al año 2020) dado que con un horizonte mayor de tiempo habrá mayor incertidumbre y será más difícil predecir los resultados del proyecto conforme a las proyecciones que se realizan previamente.

2.3. Análisis de la oferta

2.3.1. Empresas productoras, comercializadoras e importadoras

En la actualidad las empresas productoras: Celima, San Lorenzo y Pisopak tienen una gran participación del mercado porque ofrecen diversos tipos de baldosas con diferentes diseños y estilos, el consumidor nacional puede hacer su mejor elección optando por la compra de baldosas tipo cerámicos, vinílicos, textil y de madera. Por

otro lado, las empresas comercializadoras de productos para acabados de vivienda: home centers y mayoristas ofrecen revestimientos de importación, mayormente de origen Chino, lo que produce una mayor competencia. Cabe destacar que el dinamismo y el crecimiento del sector industrial de baldosas provocado por el crecimiento del sector construcción genera una alta rivalidad entre los competidores de este grupo estratégico, por eso se ofrecen productos con precio cada más bajos. Los productos de importación en el 2013 mantuvieron una tendencia decreciente con un promedio de \$5.29 por metro cuadrado (MAXIMIXE CONSULT S.A., 2014), lo cual obliga a la producción nacional a ofrecer un precio accesible al cliente, pero a la vez diferenciándose principalmente en la calidad del producto y la disponibilidad de este en los diferentes canales de distribución.

En relación a los productos que se ofrecen en el mercado de revestimientos se encuentran los de tipo baldosa que son principalmente: cerámica, vinílico y parquet, el primero aplicativo para piso y pared, el segundo y el tercero aplicativos solo para pisos, siendo estos dos últimos productos competitivos a diferencia del primero que es propiamente sustituto de la baldosa de madera plástica, los cerámicos tienen mayor demanda a nivel de comercialización, porque tienen un precio de nivel medio a diferencia del parquet que más caro y además utilizado exclusivamente por niveles socioeconómicos medio alto, y los pisos vinílicos se ofrecen a un precio más cómodo.

2.3.2. Competidores actuales y potenciales

Las principales empresas productoras de baldosas cerámicas a nivel nacional son: Cerámica Lima S.A y Cerámica San Lorenzo S.A.C, las cuales tienen 55% y 27% de participación del mercado respectivamente (MAXIMIXE CONSULT S.A., 2014), producen grandes volúmenes y practican economías de escala. Estas empresas ofrecen diversos productos tipo cerámica como: baldosas para pisos y paredes, zócalos, linsetos, entre otros. Asimismo cuentan con reconocidas marcas, diferentes diseños, variedad de medidas y un

precio medio, lo cual hace que sea preferido por el cliente final. Por otro lado la importación de este tipo de baldosas es realizada principalmente por las empresas comercializadoras en tiendas especializadas, como por ejemplo: SaniHold, SODIMAC, Maestro Home Center S.A.C. y PROMART. Este canal moderno proyecta lograr un 30% de participación de mercado para el 2015 soportado principalmente por el crecimiento de sector de la construcción en provincias del norte, sur y oriente.

2.4. Demanda para el proyecto

2.4.1. Segmentación del mercado

Para segmentar el mercado de las baldosas de plástico reciclado, se parte de que el producto será comercializado a dos tipos de clientes finales:

1. Inmobiliarias: unidades de negocio que requieren instalar revestimientos para piso y pared como material de acabado para sus proyectos inmobiliarios.
2. Personas necesitan renovar los revestimientos antiguos de piso y pared de sus inmuebles o instalar en nuevas edificaciones como parte de la etapa de acabado.

Luego se realizará un análisis psicográfico para evaluar la preferencia del producto sustituto en los niveles socioeconómicos. Finalmente se realizará un análisis geográfico para identificar los distritos de Lima Metropolitana que cumplan los criterios de crecimiento inmobiliario y presencia de los niveles socioeconómico de acuerdo al análisis psicográfico.

- **Segmentación para Inmobiliarias**

- **Psicográfica**

Se define principalmente por la preferencia de compra de la unidad de negocio, inmobiliarias, las cuales elegirán el tipo de revestimiento de acuerdo a la evaluación del precio, diseño y

durabilidad. El informe de material predominante de acabado para piso y pared empleado en edificaciones en proceso de construcción CAPECO 2014, menciona que la baldosa cerámica, producto sustituto de la baldosa de plástico reciclado, tiene la siguiente preferencia de aplicabilidad según nivel socioeconómico: el nivel socioeconómico A 37%, B es 49% y C 66%; es por ello, que se elegirá los niveles los NSE B y C (CAPECO, 2014).

- **Geográfica**

El área de acción para la comercialización será Lima Metropolitana, específicamente el sector urbano y principalmente los distritos con mayor demanda de viviendas y departamentos, donde predomine el nivel socioeconómico B y C, los cuales son Jesús María, Magdalena del Mar, Pueblo Libre, San Miguel, Surquillo, Cercado de Lima, Breña, Ate, El Agustino, Carabayllo y Puente Piedra. (CAPECO, 2014).

- **Tamaño del consumidor**

Es la inmobiliaria como unidad de negocio que participa dentro del sector de la construcción y realiza proyectos inmobiliarios: departamentos y viviendas en Lima Metropolitana. Se considerará inmobiliarias grandes, medianas y pequeñas.

- **Tipo de situación de compra**

El tipo de situación de compra estará definido para como una recompra directa ya que la inmobiliaria tendrá las mismas condiciones de compra que se pactarán inicialmente y la retroalimentación de la información del producto, su aplicabilidad y desarrollos futuros será constante con la unidad de negocio.

- **Segmentación para Renovación**

- **Psicográfica:**

Se define principalmente por la preferencia de compra de las personas que necesitan renovar los revestimientos antiguos de piso y pared de sus inmuebles o instalar en nuevas edificaciones como parte de la etapa de acabado. Del mismo modo que las inmobiliarias las personas elegirán el tipo de revestimiento de acuerdo a la evaluación del precio, diseño y durabilidad. La encuesta de material de acabado predominante en pisos y paredes de hogares CAPECO 2014, menciona que la baldosa cerámica, producto sustituto de la baldosa de plástico reciclado, tiene la siguiente preferencia de aplicabilidad según nivel socioeconómico: el nivel socioeconómico A 14%, B es 94% y C 46%; es por ello, que se elegirá los niveles los NSE B y C (CAPECO, 2014).

- **Geográfica:**

El área de acción para la comercialización será Lima Metropolitana, específicamente el sector urbano y principalmente los distritos en donde predomine el nivel socioeconómico B y C. De acuerdo al informe de la Asociación Peruana de Empresas de Investigación de Mercados (APEIM, 2014), en los siguientes distritos predominan los niveles socioeconómicos antes mencionados: zona 1 (Puente Piedra, Carabayllo, Comas) tiene 10.6% NSE B y 48.6% de NSE C y la zona 2 (Independencia, Los Olivos y San Martín) tiene 22.4% NSE B y 51.5% NSE C, zona 4 (Cercado, Rimac, Breña y la Victoria) tiene 21.7% NSE B y 45.2% de NSE C, zona 5 (Ate, Chaclacayo, Santa Anita, Lurigancho, San Luis y el Agustino) tiene 13.3% NSE B y 44.9% de NSE C, zona 6 (Jesús María, Pueblo Libre, San Miguel, Lince

y Magdalena) tiene 49.1% NSE B y 27.2% de NSE C y la zona 7 (Miraflores, San Isidro, San Borja, Surco, La Molina) tiene 44.6% NSE B y 19.2% de NSE C.

- **Demográfico:**

Según Capeco, el jefe del hogar cuya edad esté comprendida entre los 30 y 70 años tiene mayor interés de invertir en actividades ligadas a la construcción, tales como: construir en aires independizados, en lote propio y comprar lote para construir (CAPECO, 2014). Lo antes mencionado indica indirectamente el interés que tendrán los jefes de hogar, respecto al gasto en materiales para la etapa de acabado.

2.4.2. Selección del mercado meta

El mercado meta serán las inmobiliarias pequeñas, medianas y grandes que realicen proyectos de edificación de viviendas y las personas que necesiten renovar o instalar nuevos revestimientos en sus hogares, ambos en Lima Metropolitana. El nivel socioeconómico elegido será B y C, debido a la mayor preferencia de aplicabilidad del producto sustituto, potencialidad de compra de productos novedosos, crecimiento de la clase media e inmobiliaria. Finalmente, en base al informe de APEIM 2014 y el informe inmobiliario de CAPECO 2014 se identifica los distritos de Lima Metropolitana con mayor representatividad de nivel socioeconómico B y C y crecimiento inmobiliario. En base a lo antes mencionado los distritos seleccionados son:

1. Lima Norte: Carabayllo y Puente Piedra.
2. Lima Moderna: Jesús María, Pueblo Libre, San Miguel y Lince
3. Lima Centro: Cercado y Breña.
4. Lima Este: Ate y El Agustino.

2.4.3. Demanda Específica para el proyecto

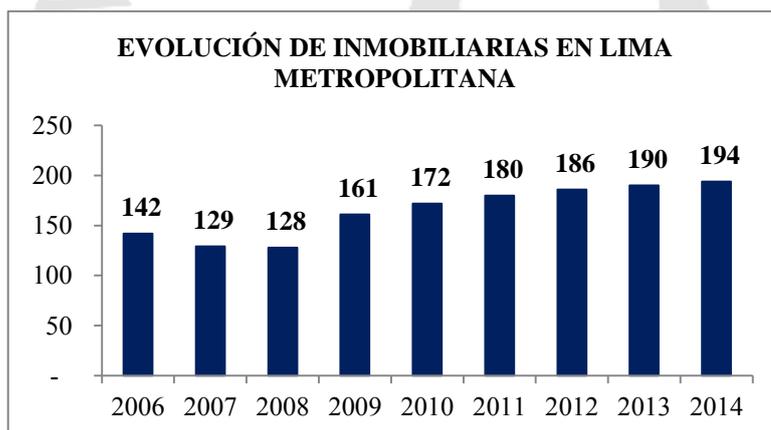
La determinación de la demanda del proyecto será en base a dos encuestas cada una dirigida de acuerdo al tipo de cliente final.

- **Inmobiliarias**

Respecto a la evolución de las inmobiliarias en Lima Metropolitana se puede observar que el mayor incremento fue del 2008 al 2009 con un 25% esto debido al crecimiento en 16% del sector de la construcción en el periodo 2008. Asimismo del 2010 al 2012 hubo un incremento de un 5% en promedio y del 2013 al 2014 prácticamente solo creció 2% debido a que el sector solo creció 3% muy por debajo del desempeño de años anteriores.

Figura 2.5

Cantidad de Inmobiliarias en Lima Metropolitana



Fuente: Peru Top Publications, (2012)
Elaboración propia

Tomando en cuenta la población de 194 inmobiliarias se halló el tamaño de muestra para Poblaciones Finitas (Morales, 2012) y se obtuvo un tamaño de muestra de 55 inmobiliarias según la fórmula:

Figura 2.6

Cálculo del tamaño de muestra para inmobiliarias

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

Fuente: Morales, P. , (2012)

Dónde:

$N = 194$, Tamaño de la población de inmobiliarias en Lima metropolitana.

$p = 0.05$, Probabilidad de respuesta positiva.

$q = 0.95$, Probabilidad de respuesta negativa.

$Z = 1.96$, Valor correspondiente al nivel de confianza.

$d = 0.05$, Error.

Debido a la restricción de acceso a información por temas de confidencialidad para encuestar a 54 inmobiliarias en Lima Metropolitana, se aplicó muestreo no probabilístico del tipo Intencional o de Juicio (Kogan Cogan, 2008) con la finalidad de obtener información de una muestra accesible y representativa de inmobiliarias. El enfoque del muestreo en mención será acerca de la aplicabilidad de los revestimientos para pisos y paredes, además de obtener la intención de compra respecto a las baldosas de plástico reciclado. En tal sentido, se aplicó los siguientes criterios:

1. Se eligió aquellos proyectos inmobiliarios que se lleven a cabo en los distritos seleccionados para el mercado meta: Jesús María, Pueblo Libre, Lince, Magdalena, San Miguel, Cercado de Lima, Breña, La Victoria, Rímac, Ate, Carabayllo, Los Olivos, Puente Piedra y San Martín de Porres.
2. En base a la elección de los distritos del mercado meta. Se priorizó la selección de aquellos distritos que hayan tenido mayor oferta inmobiliaria en 2014 de acuerdo a al informe inmobiliario CAPECO (2014), luego se elaboró una lista de inmobiliarias que estén ejecutando proyectos en los distritos seleccionados: Jesús María, Cercado de Lima, Breña, Pueblo Libre, Carabayllo y Lince. Además se realizó una clasificación, previa a la entrevista, del tamaño de empresa: en base la

experiencia de la empresa, número de años en el mercado del sector de la construcción, y proyectos ejecutados.

3. Se elaboró una encuesta con los siguientes enfoques: tipo de flexibilidad que tiene el cliente para elegir el revestimiento que irá en su inmueble, elementos importantes al momento de definir la compra de los revestimiento, desarrollo de la cadena de abastecimiento de los materiales de acabado, grado de interés e intención de compra de las baldosas de plástico reciclado.
4. Se realizó las entrevistas a los encargados del proyecto inmobiliario, principalmente arquitectos e ingenieros civiles quienes están involucrados en la elección, pruebas, validación y aprobación de la compra y uso de los acabados.

La encuesta se realizó a 12 inmobiliarias, luego se clasificó de acuerdo al tamaño de la empresa; para ello, se asignó una calificación cuyo valor es la multiplicación de los años de experiencia en el mercado y cantidad de proyectos ejecutados. Del total de inmobiliarias encuestadas el 84% son medianas y grandes, lo cual permite tener mayor representatividad del sector inmobiliario. El resto, 16%, corresponde a inmobiliarias consideradas como pequeñas:

Tabla 2.5

Cuadro de Clasificación de Inmobiliarias

Peso	Clasificación	Número de Inmobiliarias	Representatividad de muestra
0-30	Pequeña	2	16.7%
30-80	Mediana	2	16.7%
80- más	Grande	8	66.7%
Total		12	100%

Elaboración propia

Tabla 2.6

Resumen de Inmobiliarias Encuestadas

Nombre de inmobiliaria	Ubicación del proyecto	Nombre del Proyecto	Persona entrevistada	Tipo de proyecto	Experiencia (años)	Cantidad de proyectos ejecutados	Clasificación
CHECOR INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN SAC	Cercado de Lima	Condominio las Gardenias	Arquitecto encargado del proyecto	15 pisos / Departamentos	10	7	Mediana
ABRIL GRUPO INMOBILIARIO	Lince	Genova	Arquitecto encargado del proyecto	20 pisos / Departamentos	18	22	Grande
GRUPO NOVARE INMOBILIARIA	Cercado de Lima	Mikonos	Ingeniero civil encargado de l proyeto	16 pisos / Departamentos	8	4	Pequeña
PAZ CENTENARIO INMOBILIARIA	Cercado de Lima	City-Santa Beatriz	Arquitecto encargado del proyecto	20 pisos / Departamentos	15	18	Grande
INMOBILIARIA CONSTRUCTOR ITALCASA PERÚ	Jesus María	ITAL - SAN FELIPE	Arquitecto encargado del proyecto	20 pisos / Departamentos	10	8	Mediana
CANAMONT SAC	Jesus María	LOS AIRES	Arquitecto encargado del proyecto	20 pisos / Departamentos	6	5	Pequeña
GRUPO INMOBILIARIO MARTE	Jesus María	Proyecto Amaranto	Ingeniero civil encargado del proyeto	2 torres de 20 y 12 pisos	10	12	Grande
GRUPO INMOBILIARIO OCTAVIO PEDRAZA PORRAS E HIJOS	Cercado de Lima	Torres	Ingeniero civil encargado del proyecto	15 pisos / Departamentos	42	38	Grande
GRUPO ORIGEN INMOBILIARIO	Breña	El Mirador	Arquitecto encargado del proyecto	2 torres de 14 pisos	10	18	Grande
EUREKA GRUPO INMOBILIARIO	Pueblo Libre	Residencial Viana	Ingeniero civil encargado del proyeto	20 pisos / Departamentos	10	9	Grande
ARTECO INMOBILIARIA	Carabayllo	Carabayllo	Arquitecto encargado del proyecto	5 Torres de 7 pisos cada uno	6	15	Grande
LIDER CONSTRUCTOR	Carabayllo	Tambo verde Carabayllo	Arquitecto encargado del proyecto	8 torres de 5 pisos	11	10	Grande

Elaboración propia

El desarrollo de cada una de las preguntas y resultados se detalla en el anexo N°3. Respecto a la intención de compra, los resultados se describen a continuación:

1. La intención de compra afirmativa fue de 36%.
2. Las escalas de intensidad de intención de compra fueron del 1 al 5, siendo el 1 el menor grado de intensidad y el 5 el mayor.
3. De todas estas intensidades registradas en la encuesta, se calculó el promedio de escala de intensidad de la intención de compra, el cual fue 1.8.
4. Este valor se transformó a porcentaje con respecto a la intensidad mayor (5), este valor fue de 36%.
5. Luego, la corrección de la intención de compra se calcula multiplicando la intención de compra afirmativa y el promedio de escala de intensidad en porcentaje, el resultado fue de 12.96%.

Tabla 2.7

Resumen de cálculo de intención de compra – Encuesta a Inmobiliarias

Resumen de intensidad de compra - Encuesta N°1	
Promedio de intensidad	1.80
% de intensidad	36.00%
% de intención de compra	12.96%

Elaboración propia

• **Personas que necesitan renovar o instalar revestimientos**

Se realizaron encuestas en base al tipo de muestreo Probabilístico Aleatorio Simple (Kogan Cogan, 2008) en un centro mayorista de venta de productos de acabado para piso, pared, griferías y sanitarios ubicado en el distrito de San Martín, en el Cono Norte, a donde acuden personas que necesitan renovar los revestimientos antiguos de piso y pared de sus inmuebles o instalar en sus nuevas edificaciones como parte de la etapa de acabado.

También se realizaron visitas a Home Centers ubicados en el Centro de Lima y el Cono Norte.

Para calcular el número de encuestas se utilizó la fórmula de tamaño de muestras para población infinita o grande (Morales, 2012) (la población de Lima).

Figura 2.7

Cálculo del tamaño de muestra para personas que renuevan

$$N = \frac{P \times Q \times Z^2}{E^2}$$

Fuente: Morales, P. , (2012)

Dónde:

N = Tamaño de muestra para poblaciones infinitas/ Número de encuestas total

P = Probabilidad de respuesta positiva

Q = Probabilidad de respuesta negativa

Z = Valor correspondiente al nivel de confianza

E = Error

Para obtener P y Q se tomó una pequeña muestra aleatoria de 40 personas y se les realizó una encuesta simple referencial (para saber si la persona tiene interés o no en el producto) obteniéndose que 88% tiene interés (P) y el 12% no lo tiene (Q).

Con lo obtenido y considerando un error (E) de 5% y un 95% de confiabilidad ($z=1.96$), se procede a reemplazar las variables en la fórmula para hallar N. Como resultado se obtiene que $N=162$ encuestas.

A partir de esto, la encuesta se realizó a 162 personas. El desarrollo de las preguntas y resultados se encuentra en el anexo N°4.

Los resultados de la intención de compra se detallan a continuación:

1. La intención de compra afirmativa fue de 23%.
2. Las escalas de intensidad de intención de compra fueron del 1 al 5, siendo el 1 el menor grado de intensidad y el 5 el mayor.
3. De todas estas intensidades registradas en la encuesta, se calculó el promedio de escala de intensidad de la intención de compra, el cual fue 2.27.
4. Este valor se transformó a porcentaje con respecto a la intensidad mayor (5), este valor fue de 45.41%.

Luego, la corrección de la intención de compra se calcula multiplicando la intención de compra afirmativa y el promedio de escala de intensidad en porcentaje, el resultado fue de 10.44%.

Tabla 2.8

Resumen de cálculo de intención de compra – Encuesta a personas que necesitan renovar o instalar nuevos revestimientos en sus hogares

Resumen de intensidad de compra - Encuesta N°2	
Promedio de intensidad	2.27
% de intensidad	45.41%
% de intención de compra	10.37%

Elaboración propia

Entre ambas intenciones de compra la preferencia ponderada es de 11%. Dicho porcentaje es bastante optimista respecto a la participación actual de las empresas que participan dentro del rubro de baldosas cerámicas para pisos y paredes. La distribución de la participación es la siguiente:

Tabla 2.9

Participación de Empresas en el Mercado de Cerámicos

Empresa	% de Participación
Grupo Celima Trebol	55%
Etex Group	27%
Home Centers	15%
Otros	3%

Fuente: Maximixe, (2014)

Elaboración propia

Entre el Grupo Celima Trebol y Etex Group (San Lorenzo), la participación actual es de 82%, y el siguiente más importante son los Home Center, cuya participación es de 15%. Estas empresas ofertan productos nacionales e importados. La empresa con mayor presencia dentro de los Home Center es Casinelli S.A, cuya participación en este grupo es de 21 %. Finalmente en otros se encuentra un empresa nacional llamada Kantu y un empresa extranjera que ha ingresado al mercado nacional llamada Corona. En base al análisis elaborado, la oportunidad de participación de mercado razonable que tendrían las baldosas de plástico reciclado como producto sustituto de las baldosas cerámicas para piso y pared es de 3%, el cual le pertenece al grupo de empresas incluidas en el rubro de “otros”; a partir de este porcentaje se avanzará con una mayor participación y se cubrirá la participación de los importadores y productores nacionales.

Por lo tanto, se considerará iniciar la participación del mercado con un 3% anual, con la finalidad de llegar a una participación acumulada de 11% antes de finalizar el cuarto año del proyecto, para el cálculo de la demanda del proyecto se utilizó los siguientes criterios:

1. Porcentaje de demanda de baldosas cerámicas en Lima Metropolitana: 52%. Según el Informe Económico de RPP noticias (RPP, 2014), menciona que Lima Metropolitana viene liderando las ventas de cerámicos y porcelanatos con un 52 por

ciento del mercado, mientras que provincias ya posee el 48 por ciento.

2. Porcentaje de preferencia de baldosas cerámicas en los niveles socioeconómicos B y C: 70%. Según el informe de CAPECO (2014) en el Cuadro de Preferencia de Materiales de Acabado respecto a los Niveles Socioeconómicos, el cerámico tiene una preferencia de 70% en los sectores B y C.
3. Participación potencial en el mercado del producto sustituto: 3%.

En el siguiente cuadro se muestra la demanda del proyecto en metros cuadrados, unidades de baldosa y unidades de caja.

Tabla 2.10

Demanda del proyecto

	% Criterio	Unidades	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Demanda Interna Aparente	-	m ²	54,887,000	58,138,500	61,390,000	64,641,500	67,893,000	71,144,500
Demanda en Lima Metropolitana	52%	m ²	28,541,240	30,232,020	31,922,800	33,613,580	35,304,360	36,995,140
Demanda en el NSE B y C	70%	m ²	19,978,868	21,162,414	22,345,960	23,529,506	24,713,052	25,896,598
Demanda del Proyecto	3%	m ²	599,366	634,872	670,379	705,885	741,392	776,898
Demanda del Proyecto en baldosas	-	baldosas	2,959,832	3,135,172	3,310,513	3,485,853	3,661,193	3,836,533
Demanda del Proyecto en cajas	-	16 baldosas	184,990	195,948	206,907	217,866	228,825	239,783

Elaboración propia.

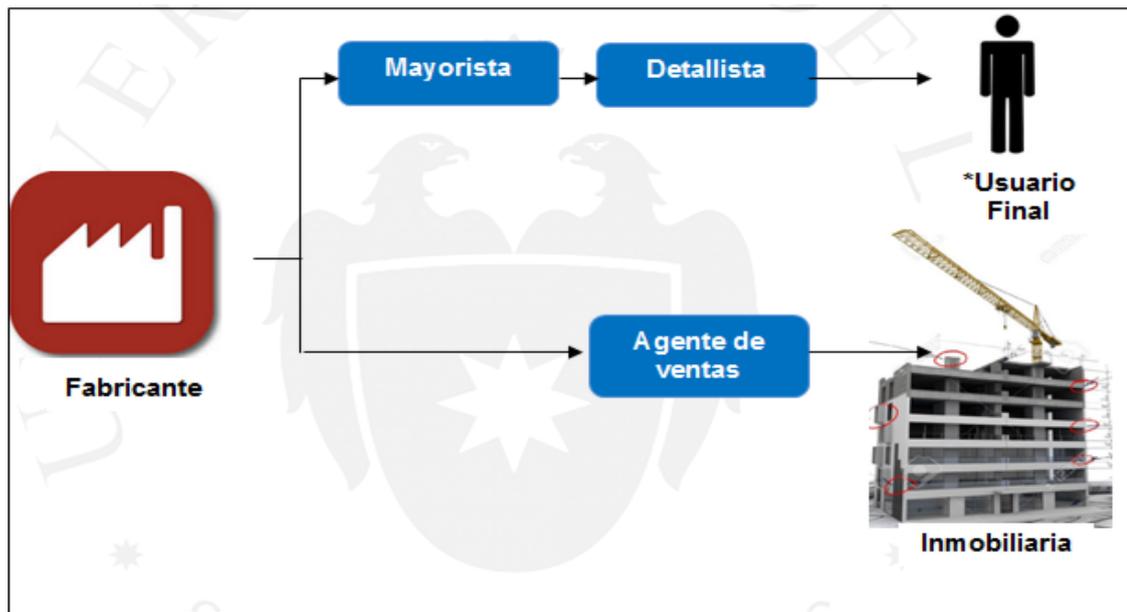
2.5. Comercialización

2.5.1. Políticas de comercialización y distribución

La distribución de las baldosas será en base a un Sistema de Distribución Multicanal (Kotler y Armstrong, 2008) y estará definido de la siguiente manera:

Figura 2.8

Sistema de Distribución de las Baldosas de Plástico Reciclado



Nota: Usuario Final se refiere a las personas que necesitan renovar o instalar nuevos revestimientos en sus hogares.

Fuente: Kotler, P. , (2008)

Elaboración Propia.

El primer canal está orientado a los usuarios finales, aquellas personas que necesitan renovar o instalar nuevos revestimientos en sus hogares, está conformado por tres niveles. El mayorista será el cliente directo de fábrica y tendrá la propiedad de la mercadería además se encargará de surtir en función a los diferentes diseños, almacenar para que mantenga inventarios disponibles en el mercado y atender reclamos, dudas y consultas de los usuarios finales. Los detallistas comprarán a los mayoristas a un precio al cual puedan revender y tener margen de ganancia, ellos serán los encargados de ofertar el producto directamente al usuario final. El segundo canal está orientado a las inmobiliarias, donde el agente de ventas será el intermediario comercial entre la fábrica y la inmobiliaria. El agente intermediario no tendrá la propiedad de la mercadería, negociará directamente con las inmobiliarias para ofrecer el producto y explicar sus características.

Respecto a la estrategia comercial, esta será selectiva, con la finalidad de asegurar la máxima disponibilidad de las baldosas en el mercado objetivo. Asimismo, se aplicará la estrategia Pull con el

objetivo de conocer y aprender las necesidades de los clientes finales y optimizar el desarrollo del producto, logrando de esta forma que el cliente final exija a los mayoristas o al agente comercial la venta del producto que mejor se acople a sus necesidades.

2.5.2. Publicidad y promoción

Para la comercialización de las baldosas de plástico reciclado se realizará publicidad que tendrá la finalidad de presentar las baldosas resaltando sus cualidades, aplicabilidad y ventajas respecto al sustituto principal. Es por ello, que el enfoque en la marca, “Ecobaldosa”, constituye un producto que tiene un impacto positivo en el medio ambiente; dado que contribuye en la reducción del uso de materiales vírgenes para la producción de los productos competidores y sustitutos, así como generar un valor agregado al residuo plástico reciclado porque completa el ciclo del reciclaje (reducir, reciclar y reusar); por otro lado, las ventajas competitivas como: la durabilidad, variedad de diseños en la zona de tránsito y el precio competitivo también serán parte de la estrategia de crear conciencia de fidelización del producto.

Esto permitirá ingresar con mayor facilidad a los canales de distribución. La publicidad inicial se realizará mediante radio, luego en programas televisivos relacionados a la construcción y acabados de edificaciones: viviendas, centros comerciales e industriales. También se realizará propaganda en revistas especializadas del sector de la construcción, donde el cliente final se informará completamente acerca del producto: especificaciones, usos, instalación, propiedades y diseños, por último se participará en ferias y exposiciones dedicadas al tema de construcción y decoración de interiores y exteriores. Finalmente la estrategia de promoción será intensiva para los usuarios finales con la finalidad de incitar a la prueba.

Las estrategias de publicidad y promoción brindarán soporte a la fuerza de ventas, los cuales realizarán una venta personal con los

mayoristas y constructoras ofreciendo promociones respecto al precio de las baldosas al inicio del periodo de comercialización, asimismo se encargará de explicar los beneficios del producto, organizar e instrumentar promociones del producto y finalmente recopilar información del mercado y de la competencia.

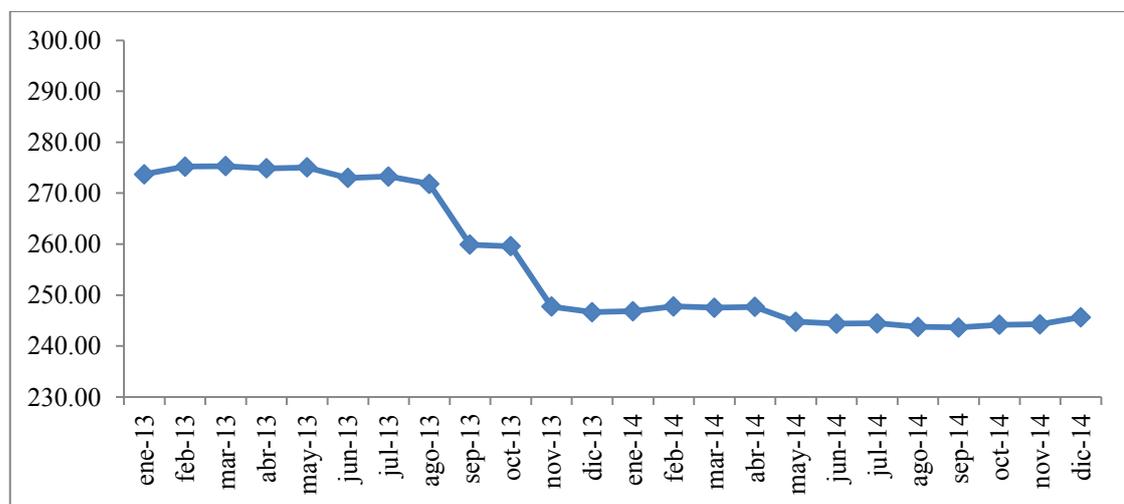
2.5.3. Análisis de precios

- **Tendencia histórica de los precios**

La tendencia histórica de los precios de las baldosas de cerámica, principal sustituto de los revestimientos de madera plástica, han tenido una gran variación a partir de agosto del 2013, tal como se puede apreciar en la figura N° 2.7, elaborada a partir de los datos brindados por el INEI: índice unificado de precios de la construcción, con la variable cerámica esmaltada y sin esmaltar. La tendencia de precios desde enero del 2013 hasta agosto del 2013 muestra un desempeño constante con un promedio de 274.02; a partir de setiembre del 2013 se observa una caída de los precios hasta 247.74 en noviembre del 2013 y a partir de este mes vuelve a mostrar un desempeño constante hasta diciembre del 2014 con un promedio de 245.65 en esos meses.

Figura 2.9

Índice de precios de cerámica esmaltada y sin esmaltar



Fuente: INEI, (2014)

Elaboración propia

- **Precios actuales**

Para realizar un análisis de los precios y así poder tener una idea clara de cuanto aproximadamente podría costar los revestimientos de madera plástica, se averiguó precios del producto sustituto principal y de los productos competidores. Para ello se realizó la visita SODIMAC con la finalidad de registrar los precios de comercialización del producto sustituto y los productos competidores. En el caso del producto sustituto, revestimiento de cerámica, se encontró varias marcas extranjeras principalmente de China y también marcas nacionales en su mayoría de la empresa Celima los precios averiguados para revestimientos de 45 x 45 cm de un espesor de 5 mm en productos importados son: 14.80 S./m² , 17.90 S./m² y 20.90 S./m² la variación de los precios depende de los diseños y fondos que tienen los cerámicos; por otro lado, los productos nacionales se ofrecen a mayor precio los cuales son: 22.80 S./ m², 24.30 S./ m² y 25.70 S./ m², estos principalmente en la marca Celima; la diferencia de precios respecto a los productos importados radica en la calidad del producto final siendo el importado un revestimiento con menor vida útil, pero la gran ventaja de estos productos es que ingresan en grandes volúmenes y en diferentes diseños llamativos. En relación a los productos competidores: los pisos vinílicos los cuales tienen precios desde 17.50 S./ m² y 18.90 S./m² en las presentaciones regulares de 30 cm x 30 cm y con un espesor de 1.6 mm, asimismo el porcelanato en la presentación de 60 x 60 cm tiene un precio de 42.50 S./m² y finalmente los pisos rectificadas tipo cerámica están en 36.50 S./m². Los revestimientos de madera plástica tendrán que ajustarse en el intervalo de precios entre S/.14.80/m² a S/.25.70/m², intervalo de precios en el cual podrá quitarle mercado a los revestimientos de cerámica, siendo la ventaja de este producto incluso ofrecerse a un menor precio por la utilización de materia prima reciclada y de esta forma ingresar al mercado con mayor facilidad.

2.6. Análisis de los insumos principales

2.6.1. Características principales de la materia prima

La materia prima principal que se utilizará para la producción de las baldosas de madera plástica para piso y pared serán los residuos plásticos reciclados de polietileno de alta y polipropileno. Estos serán adquiridos de las empresas recicladoras de este tipo de residuos y luego serán procesadas para obtener finalmente las baldosas de madera plástica. Estos 2 tipos de plásticos fueron elegidos en base a que son los residuos plásticos que las personas desechan y reciclan con mayor frecuencia y en gran cantidad (MINAM, 2013); el PET también es un residuo plástico que se recicla y desecha en gran cantidad, pero en su estudio (Gallego, Lopez y Gartner 2006) afirmaron que el PET, al ser mezclado con poliolefinas (los 2 plásticos anteriormente mencionados pertenecen a este grupo) presenta una baja adhesión entre sus fases, lo cual provoca que los valores de las propiedades mecánicas (tracción, torsión, dureza, etc.) disminuyan y sean mucho menores en comparación a otros plásticos; por esta razón se decidió no incluirlo dentro de la mezcla del producto.

2.6.2. Disponibilidad de insumos

En relación a la potencialidad de la materia prima principal del revestimiento de madera plástica, residuo sólido plástico, se encuentra en abundancia y además tiene un crecimiento sostenido a lo largo de los años debido al crecimiento poblacional e industrial que produce gran cantidad de estos residuos. Según el registro obtenido en el documento del Ministerio del Medio Ambiente: informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales en el Perú en el año 2012 ilustra que el 10.1% de la composición de residuos sólidos le pertenece a los plásticos, la cual es mayor que la del año 2011, donde representaba un 9.48%, y también es mayor que la proporción del año 2010, donde representaba un 8.07%; así, se observa que la generación de residuos plásticos aumenta cada año y es el segundo más abundante después de la materia orgánica, como se muestra en la Tabla 2.7. Además, las

municipalidades y el Ministerio del ambiente le han dado mayor importancia en los últimos años a los temas de segregación en fuente y recolección selectiva de los residuos de manera que se asegure el tratamiento y disposición final de estos, así como fomentar el reciclaje dentro de la sociedad. En adición, las empresas comercializadoras de residuos sólidos municipales aumentan cada año, llegando a registrarse 191 empresas actualmente, mientras que las empresas comercializadora del ámbito no municipal también aumentan cada año, llegando a registrarse 347 empresas actualmente (DIGESA, 2015).

Tabla 2.11
Composición de residuos sólidos del año 2012 en el Perú

TIPOS DE RESIDUOS	AÑO 2012
Materia Orgánica	50,9
Plástico	10,1
Residuos Peligrosos	8,5
Material Inerte	7,1
Otros	4,9
Papel	4,8
Madera y Restos de Jardín	3,4
Cartón	3,3
Vidrio	3,2
Metales	2,8
Telas y Textiles	1,8
Cuero, Caucho y Jebe	1,6
Huesos	0,8
Tetrapack	0,6
Residuos de Aparatos Electrónicos	0,4

Fuente: Minam, (2013)

Para proyectar la disponibilidad de materia prima potencial hasta el 2020, la fuente principal fue el informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales en el Perú en el año 2012 del Ministerio del Ambiente. Primero se recurrió a la proyección de la generación de residuos sólidos total en Lima Metropolitana en ton/año; en segundo lugar, se calculó la generación de residuos plásticos proyectado hasta el 2019 con la tasa promedio de crecimiento de la proporción de residuos plásticos dentro de la composición de residuos sólidos total de los años anteriores al 2012, el cual será de 12%. Posteriormente, se estimó la cantidad de residuos plásticos reciclados que se podrá generar mediante el porcentaje de reciclaje de plástico, que para el año 2012 era de 28.72%. Se usó la tasa promedio de

crecimiento de este porcentaje de años anteriores al 2012, el cuál será de 2% y con este valor se proyectará hasta el 2020. También se proyectó el requerimiento de materia prima hasta el 2020 y se determinó cuánto representa este valor con respecto a la generación estimada de residuos plásticos reciclados previamente estimada. A continuación, se muestra el detalle:

Tabla 2.12
Disponibilidad de materia prima hasta el 2020

	2016	2017	2018	2019	2020
Generación de RR.SS (ton)	3,319,655	3,518,834	3,729,964	3,953,762	4,190,987
Generación de plástico (ton)	527,693	626,511	743,834	883,128	1,048,507
Generación de plástico reciclado (ton)	164,046	198,662	240,581	291,346	352,823
Generación de polietileno y polipropileno reciclado(ton)	86,944	105,291	127,508	154,413	186,996
Requerimiento de Insumo(Ton)	3,021	3,190	3,359	3,528	3,697
Porcentaje	3.48%	3.03%	2.63%	2.29%	1.98%

Fuente: Minam, (2013)

Elaboración Propia

La demanda del proyecto requerirá un promedio de 2.68% de la disponibilidad total de polietileno de alta densidad y polipropileno reciclado en Lima Metropolitana, por lo que se puede concluir que existe disponibilidad de materia prima para los siguientes años.

2.6.3. Costos de la materia prima

Según el Informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales en el Perú, gestión 2012, los residuos plásticos de polietileno y polipropileno ofrecidos por las empresas comercializadoras de residuos sólidos tienen un costo promedio de 1.6 S/. por Kg. Este costo se utilizará para determinar los costos de producción que se verán en el capítulo 7.

CAPÍTULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA

3.1. Identificación y análisis detallado de los factores de localización

3.1.1. Macro localización

Para la selección de la macro localización se tomará en cuenta los siguientes factores de macro localización:

- **Disponibilidad de materias primas**

Es importante que la planta esté cerca de la materia prima para reducir los costos de transporte, así como el tiempo de recepción de la misma. Además, debe haber suficiente materia prima para que la planta se pueda abastecer. En la Tabla 3.1, se puede apreciar que la generación de residuos sólidos en diversas provincias del Perú.

Tabla 3.1

Provincias con la mayor generación de residuos sólidos

Provincias	Generación de residuos (Kg/día)
Lima Metropolitana	7,204,048
Callao	618,755
Trujillo	397,314
Arequipa	425,787

Fuente: Minam, (2013)

Elaboración propia

- **Cercanía al mercado meta**

Es importante ver que tan cerca estará nuestra planta o centro principal de trabajo del mercado meta previamente definido en el capítulo 2. El siguiente análisis tiene un enfoque respecto a la reducción de los costos de distribución del producto.

A continuación se muestra una Tabla con las distancias aproximadas de Lima a otros lugares:

Tabla 3.2**Distancia de Lima a otras provincias del Perú**

Provincias	Lima Metropolitana
Lima Metropolitana	0 km
Callao	11 km
Trujillo	575 km
Arequipa	683 km

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (2015)

Elaboración propia

- **Número de empresas comercializadoras de residuos sólidos**

Es importante la presencia de varios proveedores de la materia prima para disponer de esta en el menor tiempo posible. A continuación, se muestra la cantidad de empresas comercializadoras de residuos sólidos municipales y no municipales de las provincias analizadas:

Tabla 3.3**Provincias con el mayor número de EC-RS municipales**

Provincia	Año 2014
Lima Metropolitana	191
Callao	38
Arequipa	17
Trujillo	18

Fuente: Digesa, (2015)

Elaboración propia

Tabla 3.4**Provincias con el mayor número de EC-RS no municipales**

Provincia	Año 2014
Lima Metropolitana	347
Callao	53
Arequipa	41
Trujillo	37

Fuente: Digesa, (2015)

Elaboración propia

- **Seguridad**

Una zona segura ayuda al desarrollo del proyecto y se reduce el riesgo de sufrir pérdidas económicas debido a robos, secuestros, extorsiones, daños a la propiedad, etc. A continuación se muestra una tabla con los delitos registrados según provincia en el 2014.

Tabla 3.5

Delitos registrados según región

Provincias	Número de delitos
Lima Metropolitana	121,577
Callao	13,494
Trujillo	8,698
Arequipa	11,669

Fuente: Observatorio de criminalidad del Ministerio Público, (2015)
Elaboración propia

- **Servicios básicos**

Es importante que la localización posea un eficiente y fácil acceso a un sistema de servicios básicos de agua, luz y desagüe para que funcione la planta. Se muestra una tabla con el porcentaje de hogares sin acceso a los servicios básicos por provincia.

Tabla 3.6

Porcentaje de hogares sin acceso a Servicios Básicos por provincia

Provincia	Porcentaje de Hogares sin acceso a Servicios Básicos			Promedio
	Sin agua	Sin desagüe	Sin alumbrado	
Lima Metropolitana	12.8	11.1	4.9	9.6
Callao	18.7	17.1	6.4	14.0
Trujillo	13.1	20.5	9.4	14.3
Arequipa	12.3	20.2	8.5	13.7

Fuente: INEI, (2015)
Elaboración propia

- **Mano de Obra**

La disponibilidad del recurso humano como mano de obra calificada y operativa será importante en la selección de la localización de planta. En el siguiente cuadro se detalla la cantidad de Población Económicamente Activa por provincia.

Tabla 3.7
PEA por provincia

Provincia	PEA (miles de personas)
Lima Metropolitana	5,121
Callao	536
Trujillo	490
Arequipa	527

Fuente: INEI, (2015)
Elaboración propia

3.1.2. Micro localización

Después de elegir la macro localización, se procederá a elegir qué distrito será el más adecuado para instalar la planta acorde a los siguientes factores de localización.

- **Disponibilidad de terrenos**

Se evaluará la disponibilidad de terrenos en los distritos antes mencionados, los cuales cuentan en su mayoría con locales y terrenos industriales. Este factor es muy importante ya que se podrá observar en qué distrito hay más terrenos disponibles y así ubicar fácilmente la planta. El distrito de Lurín se ha convertido en un lugar requerido por empresas de producción y operadores logísticos, ya que cuenta con extensiones de terreno desde los 30, 000 m² hasta los 800,000 m² y en relación a las servicios básicos se encuentran en implementación. En Lima sur, Lurín cuenta con el 53% de propiedades de zonificación industrial; por otro lado, el distrito de Ate, cuenta con servicios de soporte básicos y resulta atractivo para empresas textiles, metal mecánica, papeleras y de manufactura,

asimismo tiene el 72% de inmuebles industriales en extensiones desde 1000 m² hasta 10,000m². El distrito de Comas cuenta con el 27% de espacio industrial y se puede encontrar terrenos desde los 1000 m² hasta los 5000 m², en el caso de Villa el Salvador existe una propuesta de pequeños lotes con proyección industrial y otros algo más grandes con zonificación comercial y finalmente el distrito de San Juan de Lurigancho cuenta con terrenos destinados en su mayoría al comercio o vivienda, pero en Cajamarquilla hay un mayor desarrollo de la industria pesada y la gran industria. (CRBE, 2013).

- **Costo de terrenos**

Es importante evaluar el costo de terreno para saber en qué lugar es más barato construir la planta. Según Capeco (2014), el distrito de Lurín tiene un precio promedio los \$290 por m², Ate un precio promedio de \$1000 por m², Comas un precio promedio de \$540 por m², San Juan de Lurigancho un precio promedio de \$444 por m² y Villa el Salvador un precio promedio de \$375 por m². A partir de estos precios se elegirá la mejor opción de acuerdo a la cercanía al proveedor de materia prima y el requerimiento de tamaño de planta.

- **Necesidad de infraestructura**

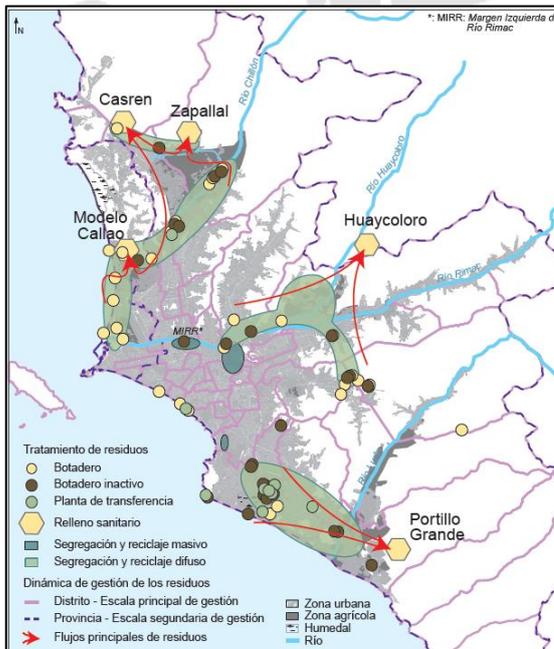
Uno de los factores más importantes que se debe tomar en cuenta es elegir la ubicación y el tamaño del terreno en cual se implementará el predio industrial. Los distritos evaluados serán aquellos en donde existan espacios industriales que tengan acceso a vías de transporte, esto para el acarreo de los insumos y el despacho de los productos terminados, asimismo habilitación del suministro eléctrico y gas, el cual será importante para el funcionamiento de los equipos y máquinas industriales, y finalmente la disponibilidad de agua potable. En Lima Metropolitana se seleccionarán aquellos distritos en donde se cumplan las condiciones antes mencionadas y

exista desarrollo industrial: Lurín, Ate, Comas, San Juan de Lurigancho y Villa El Salvador.

- **Cercanía a distribuidores de materia prima**

La cercanía a los distribuidores de materia prima es importante ya que será la principal fuente de plástico reciclado. Según información de Digesa, existen en Lima Metropolitana aproximadamente 191 empresas comercializadoras municipales y 347 comercializadoras no municipales de residuos sólidos, las cuales son generalmente de mediano tamaño, centralizan los productos provenientes de los pequeños recicladores, los segregan, y efectúan una primera transformación (limpieza, trituración) antes de venderlos a industriales que harán con ellos productos reutilizables. En el plano se puede apreciar que el reciclaje masivo se concentra en el centro de Lima y el difuso cerca a los distritos de Ate, Comas, San Juan de Lurigancho, Villa el Salvador y Lurín.

Figura 3.1
Concentración de reciclaje masivo y difuso en Lima



Fuente: Minam, (2013)

- **Seguridad**

Este factor ha tomado relevancia en los últimos años ya que la criminalidad en la capital y en las demás regiones ha aumentado progresivamente y se ha convertido en una gran preocupación para todos los ciudadanos. Es necesario analizar este factor ya que no sería conveniente implementar la planta en un distrito con una alta tasa de criminalidad. A continuación se presenta el detalle de los delitos registrados en el 2013 en Lima:

Tabla 3.8

Lista de delitos registrados en el 2014 por distrito

DISTRITO	DELITOS	DISTRITO	DELITOS	DISTRITO	DELITOS	DISTRITO	DELITOS
SJL	11.491	Carabaylo	2.930	Magdalena	1.106	La Punta	83
Ate	7.938	Rímac	2.816	Jesús María	1.021	Sta. María	21
Los Olivos	7.728	VES	2.786	San Isidro	905		
Callao	7.569	Santa Anita	2.719	La Perla	856		
Cercado	6.632	San Borja	2.631	Chaclacayo	728		
Comas	5.973	VMT	2.542	Bellavista	739		
La Victoria	5.251	Miraflores	2.356	Lince	639		
Surco	5.058	Surquillo	2.314	Cieneguilla	472		
Independencia	4.955	Breña	2.223	Lurín	266		
SMP	4.741	Ventanilla	2.164	San Bartolo	194		
El Agustino	3.818	San Luis	1.931	P. Hermosa	123		
SJM	3.649	Barranco	1.727	Punta Negra	111		
San Miguel	3.557	Chosica	1.344	Santa Rosa	104		
Chorrillos	3.205	La Molina	1.209	Pucusana	98		
Puente Piedra	3.127	P. Libre	1.109	Pachacámac	91		

Fuente: Instituto de Defensa Legal, (2014)

- **Facilidades municipales**

Para llevar a cabo este proyecto, se deben obtener ciertos permisos y licencias otorgadas por municipios para el desempeño de las actividades industriales. Para poder realizar estos trámites, se deben tener en cuenta la rapidez y facilidad de las mismas.

Deben cumplirse las siguientes reglamentaciones:

1. Licencia de construcción.
2. Licencia de funcionamiento.
3. Certificado de conformidad de obra.
4. Certificado de salubridad.

Es por ello que se tomará en cuenta el gasto promedio por gestión en las municipalidades de los distritos en estudio para saber

cuál es el distrito más conveniente. Para esto se utilizará como referencia un artículo hecho por la asociación Ciudadanos al Día.

3.2. Identificación y descripción de las alternativas de selección

Para la macro localización las alternativas son:

1. Lima Metropolitana: Aquí se encuentra el mercado meta y tiene la mayor generación de residuos sólidos.
2. Callao: Está muy cerca al mercado meta y es la segunda provincia en el Perú que tiene mayor generación de residuos sólidos.
3. Arequipa: Genera una gran cantidad de residuos sólidos, pero se encuentra lejos del mercado meta.
4. Trujillo: Tiene una generación considerable de residuos sólidos, pero se encuentra lejos del mercado meta.

A continuación se muestra una Tabla comparando los factores de macro localización de cada alternativa seleccionada.

Tabla 3.9

Análisis de factores de macro localización por provincia

FACTORES		Provincias			
		Lima Metropolitana	Callao	Trujillo	Arequipa
1	Disponibilidad de materia prima (kg/día)	7,204,048	618,755	397,314	425,787
2	Cercanía a mercado meta (km)	0 km	11 km	575 km	683 km
3	N° de EC-RS (municipales y no municipales)	538	91	55	58
4	Servicios básicos (%)	10	14	14	14
5	Disponibilidad de Mano de Obra	5,121	536	490	527
6	Seguridad (N° de delitos)	121,577	13,494	8,698	11,669

Elaboración propia

Luego, se realizará la matriz de enfrentamiento de factores:

Tabla 3.10**Matriz de enfrentamiento de factores de macro localización**

	1	2	3	4	5	6	CONTEO	PONDERACION
1		1	1	1	1	1	5	29.41%
2	0		1	1	1	1	4	23.53%
3	0	1		1	1	1	4	23.53%
4	0	0	0		1	1	2	11.76%
5	0	0	0	0		1	1	5.88%
6	0	0	0	0	1		1	5.88%
							17	100.00%

Elaboración propia

Por otro lado, las alternativas de micro localización son los siguientes distritos: Lurín, Ate, Comas, San Juan de Lurigancho y Villa el Salvador. Estos distritos se eligieron en base a la presencia de parques industriales dentro de sus dominios. A continuación se muestra una tabla comparando los factores de micro localización de cada distrito.

Tabla 3.11**Análisis de factores de localización por distrito**

FACTORES	DISTRITOS				
	ATE	COMAS	LURÍN	SAN JUAN DE LURIGANCHO	VILLA EL SALVADOR
1 Disponibilidad de terrenos (m ²)	1,463,838	1,540,841	8,804,645	1,198,432	2,910,458
2 Costo de terreno (\$/m ²)	800-1200	480-600	280-300	320-567	300-350
3 Necesidad de infraestructura	La mayoría asignados a comercio, luego a industria	La mayoría asignados a comercio, luego a residencia, seguido de industria	La mayoría asignados principalmente a industria	La mayoría asignados a educación, luego a residencia, seguido de industria	La mayor parte asignada a comercio, luego industria
4 Distribuidores de materia prima (N° de EC-RS por distrito)	Cercanía a empresas de reciclaje zona este, 33 EC-RS	Cercanía a empresas de reciclaje zona norte, Generación 10 EC-RS	Cercanía a empresas de reciclaje zona sur, 14 EC-RS	Cercanía a empresas de reciclaje zona norte, 14 EC-RS	Cercanía a empresas de reciclaje zona sur, 17 EC-RS
5 Seguridad (N° delitos)	7938	5973	266	11491	2786
6 Facilidades municipales	75 soles	53 soles	34 soles	42 soles	34 soles

Elaboración propia

Después se realizará la matriz de enfrentamiento de factores:

Tabla 3.12

Matriz de enfrentamiento de factores de micro localización

	1	2	3	4	5	6	CONTEO	PONDERACION
1		1	0	0	1	1	3	17.65%
2	1		0	0	1	1	3	17.65%
3	1	1		1	1	1	5	29.41%
4	1	1	1		1	1	5	29.41%
5	0	0	0	0		1	1	5.88%
6	0	0	0	0	1		1	5.88%
							17	100.00%

Elaboración propia

3.3. Evaluación y selección de localización

Se utilizarán las siguientes puntuaciones tanto para evaluar la macro localización como la micro localización:

Tabla 3.13

Tabla de puntajes

Descripción	Puntaje
Excelente	10
Muy bueno	8
Bueno	6
Regular	4
Malo	2

Elaboración propia

3.3.1. Evaluación y selección de la macro localización

A continuación se presentará la tabla de ranking de factores para seleccionar la provincia donde se ubicará la planta:

Tabla 3.14**Ranking de factores de macro localización**

		Lima Metropolitana		Callao		Trujillo		Arequipa		
FACTORES	Ponderación	CALIF.	PUNT.	CALIF.	PUNT.	CALIF.	PUNT.	CALIF.	PUNT.	
1	Disponibilidad de materia prima (kg/día)	29.41%	10	2.94	6	1.76	2	0.59	4	1.18
2	Cercanía a mercado meta (km)	23.53%	10	2.35	8	1.88	4	0.94	2	0.47
3	N° de EC-RS (municipales y no municipales)	23.53%	8	1.88	6	1.41	2	0.47	4	0.94
4	Servicios básicos (%)	11.76%	8	0.94	4	0.47	6	0.71	4	0.47
5	Disponibilidad de Mano de Obra	5.88%	10	0.59	8	0.47	4	0.24	6	0.35
6	Seguridad (N° de delitos)	5.88%	2	0.12	4	0.24	8	0.47	6	0.35
			8.82		6.24		3.41		3.76	

Elaboración propia

En conclusión, la mejor ubicación a nivel macro es Lima Metropolitana al tener la mayor puntuación en cuanto a los factores predominantes analizados.

3.3.2. Evaluación y selección de la micro localización

A continuación se presentará la tabla de ranking de factores para seleccionar el distrito donde se ubicará la planta:

Tabla 3.15

Ranking de factores de micro localización

	Factores	Ponderación	ATE		COMAS		LURIN		SAN JUAN LURIGANCHO		VILLA EL SALVADOR	
			CALIF.	PUNT.	CALIF.	PUNT.	CALIF.	PUNT.	CALIF.	PUNT.	CALIF.	PUNT.
1	Disponibilidad de terreno	17.65%	4	0.71	4	0.71	10	1.76	2	0.35	6	1.06
2	Costo de terreno	17.65%	2	0.35	4	0.71	8	1.41	6	1.06	10	1.76
3	Necesidad de infraestructura	29.41%	6	1.76	4	1.18	8	2.35	4	1.18	6	1.76
4	Distribuidores de materia prima	29.41%	10	2.94	4	1.18	6	1.76	6	1.76	8	2.35
5	Seguridad Ciudadana	5.88%	4	0.24	6	0.35	10	0.59	2	0.12	8	0.47
6	Facilidades municipales	5.88%	4	0.24	6	0.35	10	0.59	8	0.47	10	0.59
		100.00%		6.24		4.47		8.47		4.94		8.00

Elaboración propia

En conclusión, el distrito con mayor puntaje es Lurín, por lo que en este distrito se ubicará la planta.

CAPÍTULO IV: TAMAÑO DE PLANTA

Para realizar la implementación de la planta industrial se debe evaluar el tamaño real que la misma debe tener, en otras palabras, se debe tomar en cuenta la capacidad de producción en unidades de producto terminado. Para ello, se evaluará de acuerdo a los factores limitantes más relevantes:

- Relación tamaño-mercado.
- Relación tamaño-recursos productivos.
- Relación tamaño-tecnología.
- Relación tamaño-punto de equilibrio.

4.1. Relación tamaño-mercado

La demanda del mercado definirá el tamaño máximo de la Planta; es por ello que se analizará la demanda del proyecto desde el 2015 hasta el 2020. El tamaño de Planta respecto a la demanda proyectada para el año 2020 será 776,898 m² ó 239,783 cajas de 16 baldosas.

Tabla 4.1

Demanda del proyecto en m2 y cajas

Año	Demanda proyectada (m2)	Número de cajas (16 baldosas / caja)
2016	634,872	195,948
2017	670,379	206,907
2018	705,885	217,866
2019	741,392	228,825
2020	776,898	239,783

Elaboración propia

4.2. Relación tamaño-recursos productivos

La disponibilidad de los recursos productivos será otro factor limitante para el tamaño de planta. El proyecto utilizará como materia prima principal el plástico reciclado cuyos componentes serán Polipropileno y Polietileno de alta densidad. Como se explicó en el

capítulo 2, respecto a la potencialidad del recurso, existe una disponibilidad a futuro para los plásticos reciclados ya que el requerimiento anual representa 2.68% del total de polietileno de alta densidad y polipropileno reciclados en Lima Metropolitana. Por lo tanto, se concluye que los recursos productivos no son una limitante para el tamaño de planta.

4.3. Relación tamaño-tecnología

La tecnología utilizada para el proceso de producción de las baldosas de plástico reciclado será semiautomática, la cual actualmente es aplicada en la industria de producción de bienes a partir de polímeros vírgenes y reciclados. El enfoque del procedimiento del proceso, es transformar el residuo sólido plástico reciclado en un perfil compacto y de dimensiones específicas; y lograr una superficie superior completamente lisa para el proceso de decorado y una superficie inferior con ranuras para optimizar el proceso de adherencia al momento de su instalación.

En tal sentido, las máquinas que se utilizarán para el proceso de producción serán las siguientes: trituradora, extrusora, tina de enfriamiento, cortadora, rodillo serigrafiador y esmaltadora. Las especificaciones de los equipos y procesos serán descritas en el capítulo posterior. No obstante, el tamaño máximo de tecnología será determinado por el cuello de botella del proceso de producción cuya capacidad definirá la cantidad de producto terminado que se puede elaborar de acuerdo a la eficiencia y utilización de las máquinas.

Tabla 4.2**Capacidad de Producción**

Proceso	Equipo	Capacidad Real (Ton/año)	Capacidad Real (Cajas/año)
Triturar	Máquina trituradora de plásticos	5,792	368,586
Dosificar	Dosificador volumétrico	4,827	307,155
Extruir	Máquina extrusora	4,344	276,440
Cortar	Máquina cortadora	7,723	491,449
Decorar	Rodillos serigrafiadores	4,827	307,155
Esmaltar	Máquina rociadora de esmalte	5,309	337,871
Encajar	Máquina Empaquetadora	5,792	368,586

Elaboración propia

Por lo tanto, el cuello de botella será el proceso de extrusión cuya capacidad de producción anual es 276,440 cajas/año. Cabe mencionar que la capacidad de enfriamiento depende directamente de la capacidad del proceso de extrusión.

4.4. Relación tamaño punto de equilibrio

El punto de equilibrio señalará el tamaño de planta mínimo; es decir, se verá la cantidad que se necesita vender para empezar a generar utilidad.

Para determinar los costos fijos anuales, se tomó en cuenta el salario del personal indirecto, los servicios públicos, la depreciación de las máquinas y otros gastos fijos. Mientras que para los costos variables se incluyó la materia prima e insumos y mano de obra directa.

Tabla 4.3**Evaluación de costos fijos y variables**

Costo Fijos	1,644,578
Personal administrativo	1,161,950
Depreciación	150,079
Gastos generales	64,338
Amortización de intangible	3,428
Gastos financieros	112,263
Servicios	152,520
Costo Variable	8,840,717
Mano de obra	982,599
Energía	741,979
Agua	1,135
Materiales	7,115,003

Elaboración propia

Con esto se obtiene un costo variable unitario de 36.97 soles por caja. Además se sabe que el precio de venta unitario es de 53.46 soles por caja. Se utiliza la siguiente fórmula para hallar el punto de equilibrio en cajas al año:

Figura 4.1**Cálculo del punto de equilibrio**

$$PE = \frac{\text{Costo fijo}}{Pvu - Cvu} = \frac{1,676,857}{53.46 - 36.97} = 101,745 \text{ cajas/año}$$

Elaboración propia

Con esto se puede concluir que para generar utilidad se necesita vender más de 101, 745 cajas al año. Por lo tanto, este será el tamaño mínimo de planta.

4.5. Selección del tamaño de planta

Se muestra una tabla con los diferentes análisis de tamaño de planta.

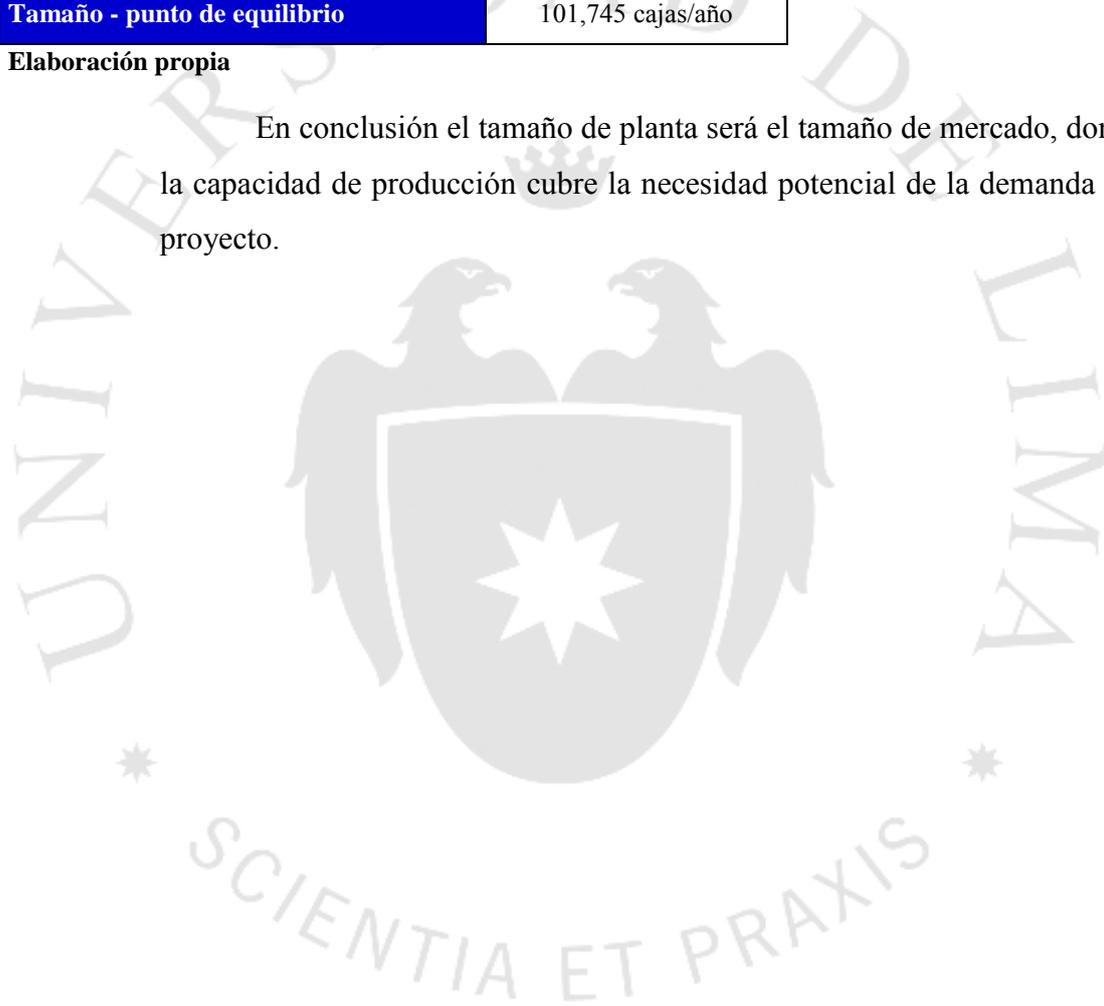
Tabla 4.4

Tabla Resumen del Tamaño de planta

Tamaño-mercado	239,783 cajas/año
Tamaño-recursos	No es limitante
Tamaño – tecnología	276,440 cajas/año
Tamaño - punto de equilibrio	101,745 cajas/año

Elaboración propia

En conclusión el tamaño de planta será el tamaño de mercado, donde la capacidad de producción cubre la necesidad potencial de la demanda del proyecto.



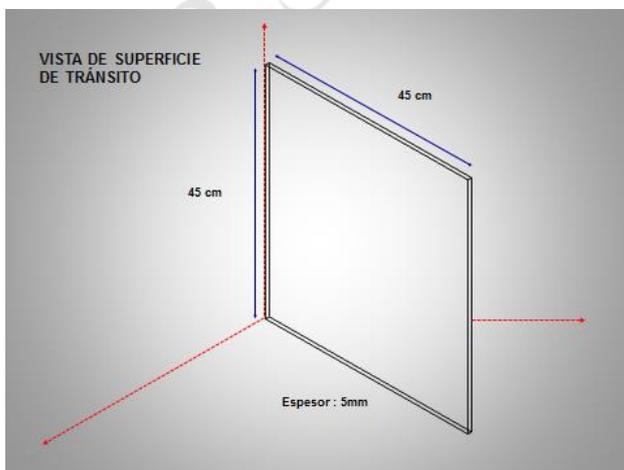
CAPÍTULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO

5.1. Definición del producto basada en sus características de fabricación

El producto es una baldosa que tendrá las siguientes dimensiones: 45 cm de largo, 45 cm de ancho y 5 mm de espesor. A continuación se ilustra las dimensiones del producto desde dos puntos de vista: superficie de tránsito y superficie de adherencia a piso.

Figura 5.1

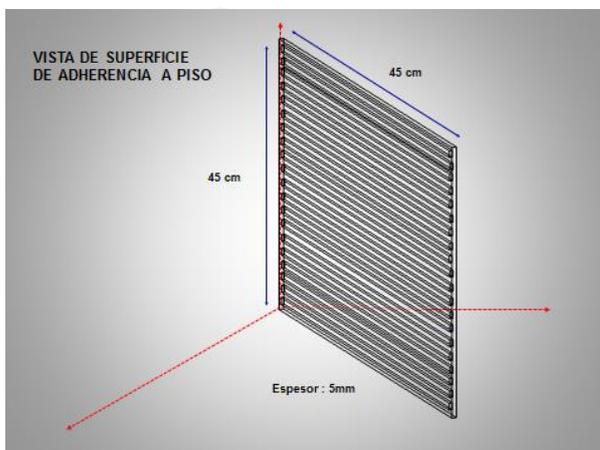
Vista de superficie de tránsito de prototipo de baldosa de plástico reciclado



Elaboración propia

Figura 5.2

Vista de superficie de adherencia a piso de prototipo de baldosa de plástico reciclado

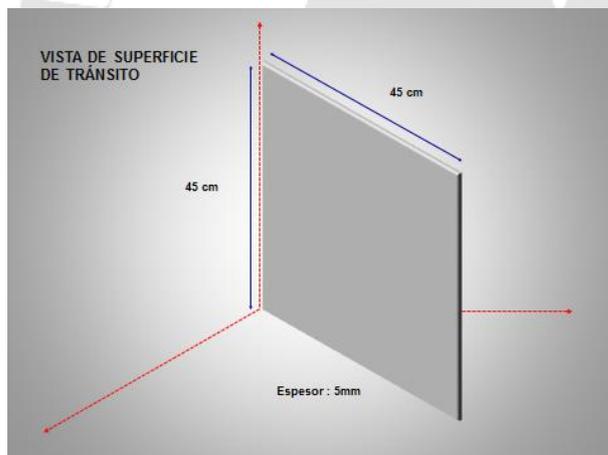


Elaboración propia

La baldosa se elaborará a partir de residuo plástico reciclado cuyos componentes serán Polipropileno y Polietileno de Alta Densidad. La mezcla de ambos polímeros será plastificada mediante el proceso de extrusión, luego se agregará el pigmento oscuro, color negro, para estandarizar el tono de color del compuesto. Adicionalmente en el proceso de extrusión se agregará componentes como el Carbonato de calcio para optimizar las propiedades de resistencia térmica, rigidez y dureza; y estabilizadores térmicos para evitar la degradación del compuesto en el proceso de extrusión (Blanco, 2014). Finalmente el compuesto de plastificado se enviará bajo presión de empuje o avance husillo de extrusión hacia un cabezal o dado formador, luego el mismo será enfriado y cortado. A continuación se ilustra el producto pre terminado.

Figura 5.3

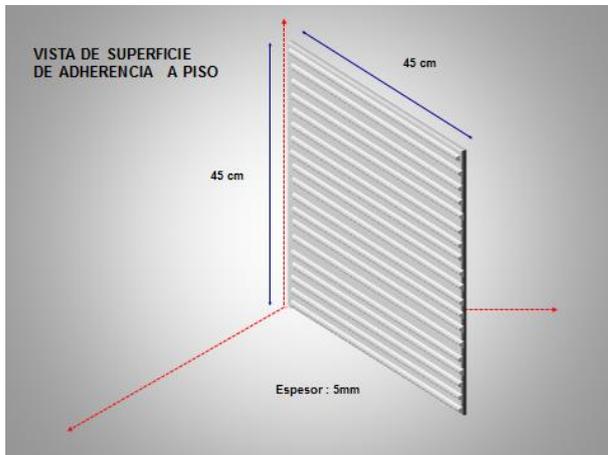
Vista de superficie de tránsito de baldosa de plástico reciclado pre terminado



Elaboración propia

Figura 5.4

Vista de superficie de adherencia a piso de baldosa de plástico reciclado pre terminado



Elaboración propia

Finalmente el producto terminado tendrá un decorado en la superficie de tránsito. Este se logrará mediante el proceso de serigrafía, donde se aplicará capas de colores mediante un mecanismo de Rodillo Serigrafiador. Por último se aplicará una capa protectora para el acabado, la cual será un esmalte específico para superficies de alto tránsito. Con ello se asegurará la vida útil del acabado. A continuación se ilustra el producto terminado con distintos acabados.

Figura 5.5

Acabados de Piso de Baldosa de Plástico Reciclado



Elaboración propia

5.1.2. Especificaciones técnicas del producto

Las especificaciones técnicas del producto son las características propias del producto terminado. La baldosa de plástico reciclado, cuya composición será 90% de Polipropileno y 10% de Polietileno, no tiene una norma técnica nacional ni estándar internacional; es por ello, que se utilizó como referencia el trabajo de investigación de la Universidad de Nariño Colombia “Aprovechamiento del Polipropileno y Polietileno de Alta Densidad, Reforzados con Fibra Vegetal”, la investigación en mención incluye un análisis de resistencia a la flexión y compresión de un compuesto cuya proporción de polímeros es la misma que se utilizará para la producción de las baldosas de plástico reciclado. Por otro lado, las tolerancias asignadas a las dimensiones de la baldosa son referencia de valores utilizados para el control de calidad de tapas termoplásticas para medidores de agua de conexión domiciliaria, producidas por la Empresa CONSYSSA.

A continuación se muestra una tabla con las especificaciones técnicas de la baldosa de plástico reciclado:

Tabla 5.1

Especificaciones técnicas del producto

CUADRO DE ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE CALIDAD								
Nombre del Producto:	Baldosa para Piso y Pared de Plástico Reciclado				Desarrollado por:	Ronald De La Cruz y Michael Aguilar		
Función:	Cubir y decorar pisos y paredes				Verificado por:	Ronald De La Cruz y Michael Aguilar		
Tamaño:	45 cm x 45 cm x 5 mm				Autorizado por:	Ronald De La Cruz y Michael Aguilar		
Apariencia:	Baldosa cerámica				Fecha:	01/05/2015		
Insumos requeridos:	Polipropileno, Polietileno de Alta Densidad , Carbonato de Calcio, Masterbatch, Estabilizante, Pigmentos de Serigrafía y Esmalte para alto tránsito							
Valor de venta del producto:	S/. 16.5 / metro cuadrado							
Características	Tipo	Tipo de Test	Valor nominal	Rango de tolerancia	Unidades	Medio de Control	Tipo de Inspección	NCA
Largo	Crítico	-	450	< 449.6 - 450.4 >	mm	Vernier	Muestreo	6.5%
Ancho	Crítico	-	450	< 449.6 - 450.4 >	mm	Vernier	Muestreo	6.5%
Espesor	Crítico	-	5	< 4.8 - 5.2 >	mm	Vernier	Muestreo	6.5%
Distancia entre canales	Crítico	-	5	< 4.8 - 5.2 >	mm	Vernier	Muestreo	6.5%
Peso	Crítico	-	1.1	< 0.8 - 1.4 >	kg	Balanza	Muestreo	6.5%
Resistencia a la Flexión	Mayor	D6109-97	19	-	kg/cm2	Equipo de medidor de flexión	Muestreo	1.0%
Resistencia a la Compresión	Mayor	D6108-97	87	-	kg/cm2	Equipo de medidor de compresión	Muestreo	1.0%
Decorado	Mayor	-	De acuerdo a diseño de arte	-	-	Visión	Muestreo	1.0%
Esmaltado	Mayor	-	Liso, uniforme y brillante	-	-	Visión	Muestreo	1.0%
Cierre de caja	Menor	-	Adherencia de cola en sellado	-	-	Visión	Muestreo	1.0%

Elaboración propia

5.2. Tecnologías existentes y procesos de producción

5.2.1. Naturaleza de la tecnología requerida

- **Descripción de la tecnología existente**

Los procesos críticos que tendrá la fabricación de las baldosas de plástico reciclado serán: plastificación, formación y decorado. Para cada uno de los procesos antes mencionados se hará un análisis específico con la finalidad de seleccionar la tecnología adecuada. Respecto a los otros procesos la disponibilidad de tecnología, equipos y máquinas se encuentran identificados en el siguiente cuadro:

Tabla 5.2

Tecnología disponible en proceso de producción

Proceso	Tecnología disponible	Máquinas/Equipos/Personas
Triturar	Trituradora eléctrica	Máquina trituradora de plásticos
Dosificar	Equipo de dosificación para granulados	Dosificador volumétrico
Plastificar	Extrusión	Máquina extrusora
	Fusión a presión estática	Máquina mezcladora amasadora
	Horneado	Horno
Formar	Moldeo por inyección	Máquina y molde de inyección
	Moldeo	Cabezal para extrusión
Enfriar	Enfriamiento por baño de agua	Tina de enfriamiento con equipo de enfriamiento
Cortar	Cortadora eléctrica	Máquina cortadora
Secar	Ventilación	Compresora
Decorar	Impresión HD	Impresora de acabados en HD
	Serigrafía	Rodillos serigrafiadores
Secar	Ventilación	Compresora
Esmaltar	Rociadores	Máquina rociadora de esmalte
Secar	Ventilación	Compresora
Encajar	Manual	Personal de encajado
	Automático	Máquina encajadora

Elaboración propia

- **Selección de la tecnología**

El proceso de Plastificación es crítico debido a que en esta etapa se debe realizar el ablandamiento de los polímeros para mezclarlos y luego mediante un mecanismo obtener las dimensiones de la baldosa, además de conservar las propiedades de dureza, tracción, compresión y flexión. La etapa de Plastificación tiene tres

tipos de tecnología disponibles: extrusión, fusión a presión estática y horneado.

La tecnología de extrusión es ampliamente aplicada en la industria Americana, Europea y Latinoamericana, se utiliza el proceso de extrusión para la producción de tubos, films y diversos perfiles. En Latinoamérica: México, Colombia y Brasil tienen desarrollado la producción de madera plástica (Wood Plastic Composite) compuestos de plástico reciclado con fibras naturales o artificiales y Lumber Plastic compuestos de plástico reciclado sin fibras. La diversidad de productos terminados está compuesta por mesas, sillas, pisos, parihuelas, perfiles para construcción, tejas, entre otros. Asimismo cabe mencionar, que la extrusión permite tener un proceso continuo para mejorar la productividad de los procesos siguientes. En el Perú las empresas que aplican esta tecnología son: OPP FILM y PERU FILM para la producción de films, MEXICHEM-PAVCO, TIGRE y KOPLAS para la producción de tubos, Alicorp, Molendez y Molitalia en la Industria de Alimentos e INDECO para recubrir cables eléctricos.

La tecnología de fusión a presión estática es realizada por una máquina amasadora o mezcladora tipo horno. El proceso consiste en abastecer el plástico triturado y someterlo a alta temperatura para mezclarlos sin afectar las propiedades de elasticidad y resistencia. A nivel nacional este tipo de tecnología es aplicada en la elaboración de pisos vinílicos. Cabe mencionar que la empresa PISO PACK, empresa productora de pisos vinílicos, tiene un mezclador Bumbury que trabaja a una temperatura de 130°C y 100 psi de presión. A diferencia de la extrusión, el uso de este proceso para la producción de Wood Plastic Composite y Lumber Plastic no está extendido en el mercado nacional e internacional y respecto a la continuidad de producción, esta tecnología trabaja con lotes de mezclado y luego se tiene que realizar el proceso de calandrado para obtener las dimensiones del producto terminado.

Todos estos datos fueron recopilados de las visitas a plantas en el curso de Tecnología Industrial.

El horneado es un proceso que implica calentar el plástico en un recipiente, donde la temperatura del proceso debe ser menor a la temperatura de degradación de los polímeros, en el Perú hay aplicaciones de este tipo de tecnología a menor escala; tales como, los proyectos de la Organización Mundial para el Desarrollo Sostenible en Ica y Cajamarca. Respecto a la aplicación en mezcla de compuestos, esta tecnología es limitante porque solo ablanda los polímeros y no los mezcla. Finalmente la capacidad de producción con este tipo de tecnología es adecuada para producciones a menor escala.

Para seleccionar la mejor tecnología se utilizará un ranking de factores con una ponderación entre una escala de 0 a 10. Los puntajes irán de 1 a 4: Muy bueno (4), bueno (3), regular (2), malo (1).

Tabla 5.3

Ranking de factores de Tecnologías de Plastificación

	Factores	Ponderación	Extrusión		Fusión a presión estática		Horneado	
			Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
1	Disponibilidad de tecnología en el mercado nacional e internacional	8	4	32	3	24	3	24
2	Aplicación en la industria nacional	8	3	24	3	24	3	24
3	Aplicación para la elaboración de Wood Plastic Composite y Plastic Lumber	10	4	40	1	10	2	20
4	Continuidad de producción	7	4	28	3	21	1	7
				124			79	75

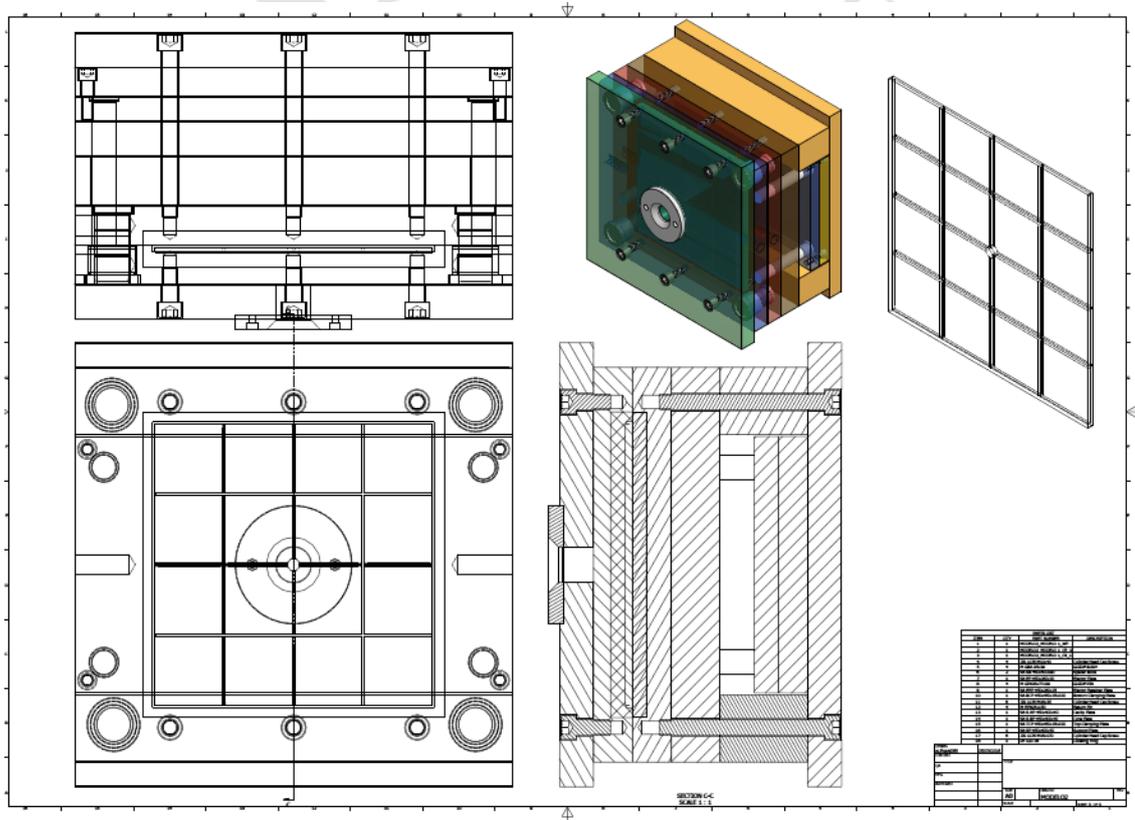
Elaboración propia

Según el ranking de factores, la mejor tecnología para plastificación será la extrusión.

El proceso de formación tiene dos tipos de tecnología: moldeo por inyección y moldeo de perfil por combinación cabezal - extrusora (Díaz, 2012). El moldeo por inyección implica inyectar el

compuesto en un molde que tendría las dimensiones del producto terminado. Para el presente trabajo se hizo un diseño de molde con la empresa CCI Servicios y Suministros Industriales con la finalidad de simular la producción de la baldosas en un molde de inyección. A continuación se ilustra el diseño del molde y el prototipo del producto terminado.

Figura 5.6
Acabados de piso de baldosa de plástico reciclado

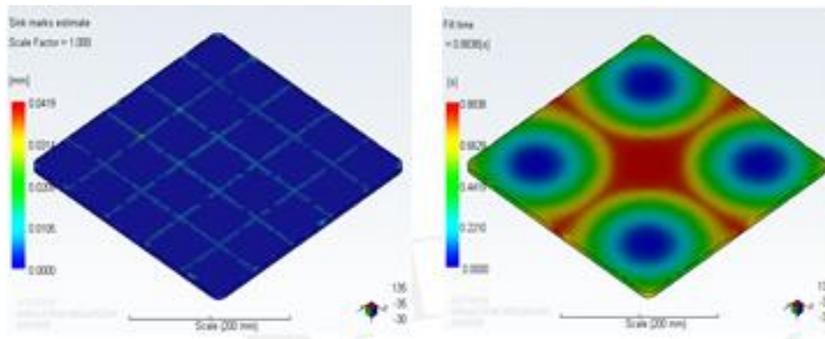


Fuente: CCI Servicios y Suministros Industriales, (2015)

Respecto a la simulación de inyección esta fue realizada con el Software ModFlow y los resultados fueron los siguientes: la baldosa inyectada presentará problemas de llenado (zonas de color azul) rechupes o hundimientos en la superficie de acabado; por otro lado, el ciclo de inyección mínimo para el tamaño del molde será 15 segundos/baldosa, lo cual implica una producción anual de 1,797,120 baldosas que está muy por debajo del requerimiento de la demanda proyectada.

Figura 5.7

Reporte de simulación de inyección – Baldosa de plástico reciclado

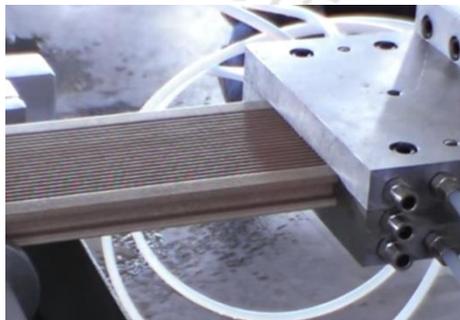


Fuente: AW. Faber Castell Peruana, (2015)

Respecto a la segunda tecnología: moldeo del perfil por combinación cabezal – extrusora, esta permite una producción continua y uniforme en ambas superficies de la baldosa. El cabezal es el dado formador del perfil por donde pasa el compuesto polimérico en estado blando y forma el perfil del producto terminado de acuerdo a las características de las dimensiones (Díaz, 2012). Asimismo la capacidad requerida para la demanda del proyecto se puede cubrir con una máquina cuya capacidad alcance los 900 kg/hora. Por lo tanto, la selección de la tecnología extrusión y cabezal formador será la elegida para la obtención del perfil de la baldosa.

Figura 5.8

Extrusión de Plastic Lumber



Fuente: Naftex, (2012)

Respecto al proceso de decorado se tiene dos tecnologías disponibles. La primera que es la Impresión de diseño HD (Ferro-Spain S.A, 2011) y la segunda es Serigrafía (Stoeckhert, 1977). La primera realiza una impresión en alta definición, pero el costo por unidad procesada es mayor debido a las tintas especiales de alta definición que utiliza. A diferencia de la tecnología de serigrafía, utiliza rodillos silicón los cuales descargan la tinta en capas y completan el diseño final. Este proceso es continuo y utiliza una tinta menos costosa. Por lo tanto, el proceso de decorado se realizará mediante el uso de la serigrafía.

5.2.2. Proceso de producción

- **Descripción del proceso**

El proceso de producción contempla etapas automáticas, semiautomáticas y manuales; por otro lado, los insumos principales: Polipropileno y Polietileno de Alta Densidad reciclados, serán suministrados por empresas comercializadoras de residuos plásticos, las cuales realizan la clasificación, trituración y lavado (DIGESA 2015); por lo tanto, aseguran que el insumo no contenga ningún material extraño que altere el proceso.

Se adquirirá sacos que contengan 25kg de Polipropileno y Polietileno de Alta Densidad reciclados en forma de Scrap (polímero triturado cuya dimensión no es uniforme), debido a que su costo es menor al Peletizado S/.2 /kg respecto al Scrap S/.1.6/kg (Cuarto Informe Nacional de Residuos Sólidos, 2013). Otra de las razones para elegir el Scrap es que el Peletizado al ser utilizado en el proceso de producción recibiría un tercer reproceso que degradaría aún más sus propiedades a diferencia del Scrap cuyo reproceso sería el segundo.

- **Abastecimiento**

El abastecimiento para el proceso de trituración se realizará antes del inicio de producción. Esta actividad inicia con

el despacho de los insumos de acuerdo a la fórmula del producto y al número de lotes que se producirá en el día. Para ello, en primer lugar se define el lote de producción, el cual será 5400 kg, debido a que la máquina extrusora requiere un calentamiento de resistencias de 6 horas antes de iniciar el proceso de producción. Una vez despachados los insumos, se trasladará los pallet con sacos de Polietileno de Alta Densidad y Polipropileno del almacén de materia prima hacia la zona de abastecimiento de la máquina trituradora, luego el operador del montacargas posicionará el pallet con los sacos de 25kg al costado de la tolva de abastecimiento de la máquina trituradora. Finalmente la faja transportadora se encargará de elevar el residuo plástico al ingreso de la tolva de la máquina trituradora.

- **Triturar**

El proceso de trituración inicia cuando el lote de producción empieza a ser dosificado en la tolva de abastecimiento de la trituradora. Mediante este proceso se logrará uniformizar la dimensión del Scrap para que puedan ser transportadas con mayor facilidad en la dosificación y extrusión. Una vez obtenido el plástico triturado, este se enviará mediante fajas transportadoras a dos silos: el primero destinado específicamente para polipropileno triturado y el segundo destinado para polietileno de Alta Densidad triturado. Cada silo tendrá una capacidad de 1000 kg y 400 kg respectivamente. La capacidad de almacenamiento antes mencionada, fue calculada de acuerdo al consumo del siguiente proceso: extrusión. El proceso de trituración tendrá una merma estimada de 1%. La información acerca de merma es una fuente primaria brindada por la Empresa AW. Faber Castell Peruana en su proceso de trituración de coladas; es decir, merma de inyección de piezas plásticas.

- **Dosificación**

La dosificación del Polipropileno y Polietileno de Alta Densidad triturado se realizará con un equipo dosificador volumétrico cuya función es suministrar ambos materiales a la máquina extrusora de acuerdo al porcentaje de formulación del producto: 90% de Polipropileno reciclado y 10% Polietileno de Alta Densidad reciclado.

El proceso inicia con la succión del polímero triturado, el cual será transportado por mangueras de succión que irán conectadas a los silos mencionados en la etapa de trituración, luego el material será succionado y llegará a un distribuidor del dosificador, donde mediante discos volumétricos se proporcionará la cantidad indicada a la tolva de la extrusora de acuerdo a ciclo de extrusión.

Cabe mencionar que el porcentaje de dosificación es una referencia de una investigación del Centro de Investigación en Materiales de la Universidad de Nariño, Pasto, Colombia cuya investigación tiene el siguiente nombre: “Aprovechamiento del Polipropileno y Polietileno de Alta Densidad Reciclados, Reforzados con Fibra Vegetal Tetera”. La investigación en mención describe que la combinación de un mayor porcentaje de Polipropileno respecto al Polietileno de Alta Densidad permite obtener una mezcla homogénea, cuya característica será un aglomerado duro propiedad brindada por el Polipropileno y a la vez flexible propiedad brindada por el Polietileno de Alta Densidad, lo cual permite que el aglomerado sea flexible en la etapa de corte e incluya la propiedad de dureza para el uso del producto terminado respecto al tránsito de personas.

- **Extrusión**

Es el proceso más crítico de la elaboración del producto terminado ya que en esta etapa se realizará la plastificación de los polímeros. El proceso inicia con la dosificación de ambos

polímeros y aditivos los cuales son: Carbonato de calcio para optimizar las propiedades de resistencia térmica, rigidez y dureza, estabilizadores térmicos para evitar la degradación del compuesto en el proceso de extrusión y el pigmento negro como masterbatch para lograr uniformizar el color en el perfil terminado. (Blanco, 2014)

La composición final para un lote de preparación de 1000 kg hasta el proceso de extrusión es la siguiente:

Tabla 5.4

Proporción de materiales requeridos para el proceso de extrusión

Insumos	% Composición	Requerimiento
Polipropileno triturado	85.1%	850.74
Polietileno triturado	9.5%	94.53
Carbonato de calcio	3.0%	29.86
Estabilizador	0.5%	4.98
Pigmento	2.0%	19.90
	100.0%	1000

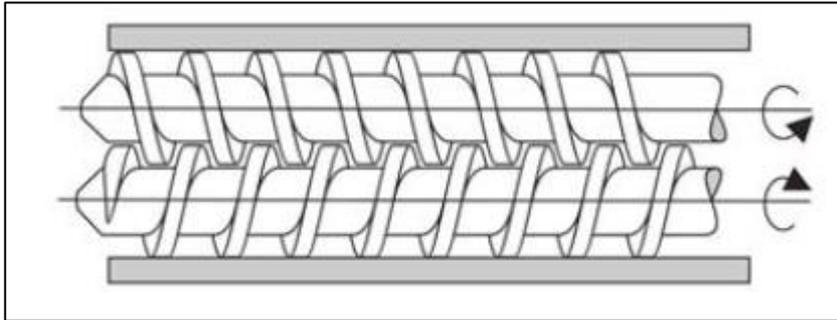
Elaboración propia

La proporción de los materiales: Carbonato de calcio, Estabilizador y Pigmento son referencia del libro Tecnología de Polímeros (Beltrán y Marcilla, 2012). Asimismo se realizó una prueba experimental de extrusión en la empresa AW. Faber Castell Peruana, basada en la investigación “Aprovechamiento del Polipropileno y Polietileno de Alta Densidad Reciclados, Reforzados con Fibra Vegetal Tetra. Esto se detalla en el Anexo 1.

Luego el compuesto ingresa a la zona de calefacción. Este proceso se lleva a cabo en la tobera de doble husillo cuya peculiaridad es asegurar la mezcla entre ambos polímeros; en efecto la rotación de ambos husillos en sentido contrario permite plastificar y unir ambos compuestos con mayor facilidad, lo cual sería difícilmente obtenido en una extrusora de un solo husillo (Morton-Jones, 1993). A continuación se ilustra la disposición de los husillos y el sentido de giro de los mismos.

Figura 5.9

Disposición de Husillos y Sentido de Giro

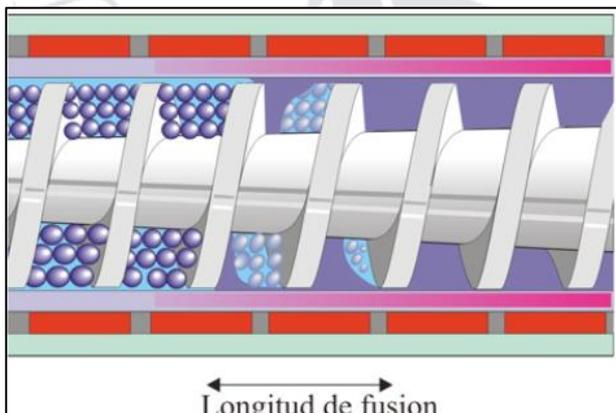


Fuente: Beltrán M. y Marcilla A. , (2012)

Asimismo, en esta etapa el compuesto será sometido a una temperatura de 180°C, dicha temperatura según menciona el informe de investigación “Aprovechamiento del Polipropileno y Polietileno de Alta Densidad Reciclados, Reforzados con Fibra Vegetal Tetra” es adecuado para mezclar el PP y PEAD ya que el PP reciclado tiene una temperatura de Fusión máxima de 200 °C y el PEAD reciclado 180°C.

Figura 5.10

Longitud de Fusión



Fuente: Beltrán M. y Marcilla A. , (2012)

Finalmente, el compuesto plastificado llegará al cabezal formador del perfil de la baldosa, cuyo diseño de estructura y dimensiones del dado formador serán las medidas características del producto terminado. En esta etapa del proceso el compuesto plastificado será empujado por la presión de avance del husillo, de esta manera se formará el perfil de la baldosa en el cabezal

obteniendo un perfil lineal que luego será cortado. El cabezal contará con elementos calefactores, resistencias, para mantener la correcta temperatura de extrusión, usualmente esta temperatura se mantendrá entre 182°C y 185°C en el sector del dado formador del perfil, con ello se asegura obtener una superficie liza por la parte superior y una superficie perfilada en la parte inferior.

A lo largo del proceso de extrusión el control de dosificación, temperatura de plastificación, velocidad de avance del husillo, temperatura de formación de pieza serán constantemente controladas por un encargado del proceso. Asimismo la merma estimada para el proceso es de 0.5% del total de compuesto procesado, cuya información es una fuente primaria brindada por la Empresa Faber Castell Peruana en su proceso de extrusión de tubos para bolígrafos 032.

Respecto a las densidades del Polietileno de Alta Densidad y del Polipropileno, estas se reducen en promedio 1.3% y el Índice de fluencia se incrementa en promedio 5.9% (Guajardo, Najjar y Próperi, 2014).

- **Enfriar**

Luego de obtener el perfil de 45 cm de ancho y 5mm de espesor este ingresará a una tina de enfriamiento donde la temperatura del perfil pasará de 180°C a 45 °C a la salida de la primera etapa y luego de 45°C a 20°C a la salida de la segunda etapa. La longitud de proceso de enfriamiento será de 8 metros y el fluido líquido de agua recirculante tendrá un proceso de enfriamiento en un equipo Chiller, estableciendo de esta manera una temperatura promedio de 14°C para el proceso de enfriamiento.

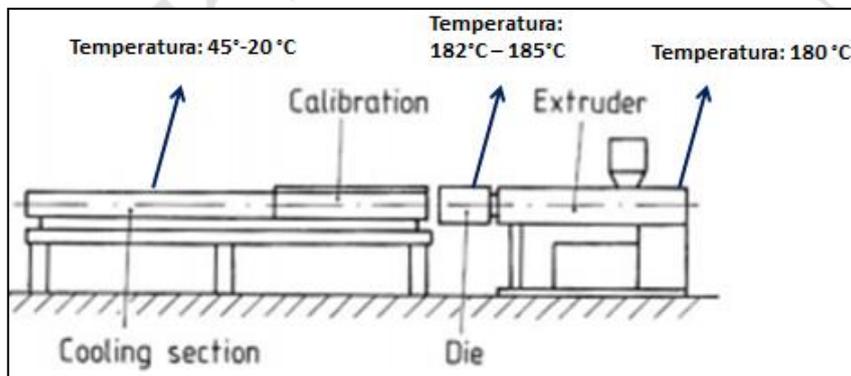
Los valores de temperatura al final de la segunda etapa son datos referenciales del proceso de producción de Madera

Plástica de la fábrica Plastipol de Colombia (Plastipol S.A., 2011).

En este proceso no hay pérdida de producto, pero el control de temperatura del agua y el seteo del chiller serán medidos por el encargado del proceso. A continuación se ilustra el promedio de temperaturas desde la extrusión hasta el enfriamiento.

Figura 5.11

Temperatura promedio de proceso Extrusión – Tina de enfriamiento



Fuente: Michaeli W. , (1992)

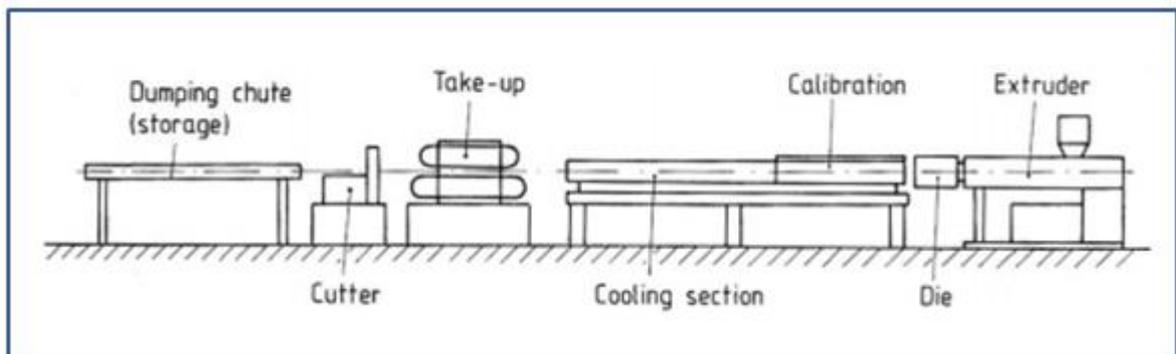
- Cortar

Una vez enfriado el perfil es enviado hacia la máquina de arrastre la cual estabilizará el avance horizontal del perfil para ser cortado.

La máquina cortadora realizará un corte perpendicular con una frecuencia de 45 cm de avance del perfil, con lo cual se obtiene la baldosa de 45cm X 45cm X 5 mm de espesor. Para esta etapa del proceso de debe tener en cuenta que la regulación de frecuencia debe ser constantemente controlada, en tal sentido se aplicara un control estadístico para verificar las dimensiones del producto obtenido después del corte. El control será se realizará cada 20 minutos y se controlará el largo, ancho y espesor de la baldosa de acuerdo a los límites especificados en la hoja técnica de control.

La merma del proceso fue calculada respecto al volumen que se pierde por cada corte realizado multiplicado por la densidad del producto, para los cálculos se tomó como referencia el espesor de corte que será 2 mm, el largo de corte 45 cm y alto de corte 5 mm con lo cual se obtiene una merma de 5 gramos por corte o 0.44% merma. A continuación se ilustra el proceso mencionado.

Figura 5.12
Proceso de Corte



Fuente: Michaeli W. , (1992)

- **Secar**

La primera etapa de secado tendrá dos objetivos principales: retirar los remanentes líquidos y limpiar el polvillo de la superficie superior, lugar donde se plasmará el acabado de la baldosa.

Para ello se utilizará una compresora, la cual suministrará aire a temperatura de ambiente. Los direccionadores de ventilación estarán instalados a lo largo de la faja transportadora y su dirección será directamente sobre la superficie de acabado. En este proceso no hay pérdida de producto en proceso.

- **Serigrafiar**

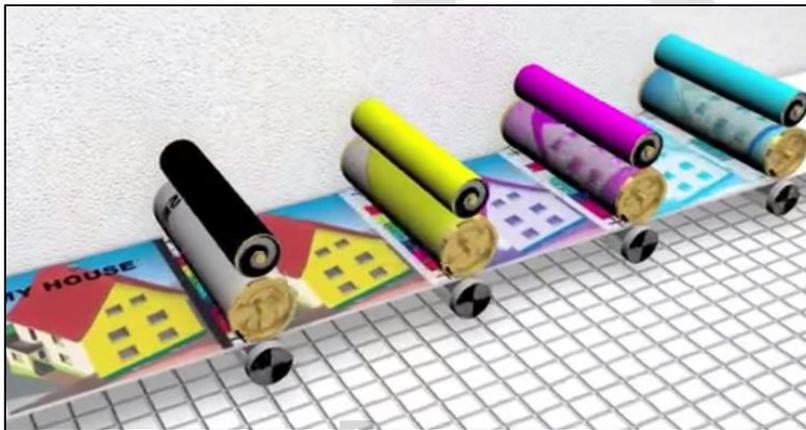
En el proceso de serigrafiado se plasmará los colores mediante cuatro capas dependiendo de la complejidad del arte plasmado en la baldosa. En este proceso se utilizará rodillos los

cuales tienen poros pequeños por donde se deposita el material serigráfico (Stoeckert, 1977).

La baldosa pasará a la velocidad de avance de la faja transportadora y cada capa tendrá un tiempo de decorado; dependiendo de la complejidad del acabado se utilizará entre 1, 2 y 3 capas para lograr el detalle del arte. La primera capa será un color neutral, que en este caso será blanco ya que a partir de este color se puede contrastar cualquier tipo de acabado. En la siguiente imagen se ilustra un ejemplo de secuencia de serigrafiado. El proceso de serigrafía con rodillos de silicón es utilizado por empresas como: Celima S.A y San Lorenzo S.A para el proceso de decorado de baldosas cerámicas.

Figura 5.13

Proceso de Serigrafiado



Fuente: Ricoth, (2015)

- Secar

La segunda etapa de secado tendrá el objetivo de agilizar la adherencia de material de serigrafiado a la superficie de acabado de la baldosa, para ello se utilizará aire comprimido a una temperatura promedio de 18°C a 20°C. Temperatura recomendada en hoja técnica de la tinta de serigrafía de la empresa PRINTOP. Los direccionadores de aire estarán instalados a lo largo de la faja transportadora y su dirección de soplado será directamente sobre la superficie de acabado. En este proceso la pérdida de producto en proceso es mínima.

En esta etapa del proceso, el control se realizará cada 40 minutos y se verificará el arte plasmado con la muestra base, principalmente la intensidad de los colores y las fallas del proceso o vacíos de acabado los alcances para revisar el acabado estarán especificados en la hoja técnica de control.

- **Esmaltar**

En el proceso de esmaltado se aplicará una capa protectora para superficies de alto tránsito, con la finalidad de aumentar el brillo y proteger ante fricción y rozamiento (Stoekert, 1977). El producto aplicado será un esmalte para superficies plásticas de secado rápido.

La aplicación se llevará a cabo con equipo rociador de esmalte que dejará una dosificación equivalente a la superficie de acabado 0.2025 m^2 que multiplicado por el rendimiento del esmalte $11.4 \text{ m}^2/\text{litro}$ se utilizaría un total de 18 gr/ baldosa . El proceso de esmaltado es realizado por empresas como: Celima S.A y San Lorenzo S.A para el proceso de esmaltado de baldosas cerámicas.

- **Secar**

La tercera etapa de secado tendrá el objetivos de agilizar la adherencia del esmalte a la superficie de acabado de la baldosa, para ello se utilizará aire comprimido a una temperatura de ambiente. Los direccionadores de aire estarán instalados a lo largo de la faja transportadora y la dirección del flujo de aire será directamente sobre la superficie de acabado. En este proceso la pérdida de producto en proceso es mínima.

- **Encajar y Etiquetado**

El encajado se realizará manualmente por 2 operarios los cuales se encargaran de colocar las baldosas en cajas de 16

unidades y luego colocar la etiqueta correspondiente al acabado producido.

- **Apilar cajas en parihuela**

El apilado se realizará manualmente por 2 operarios los cuales se encargaran de colocar las baldosas en la parihuela.

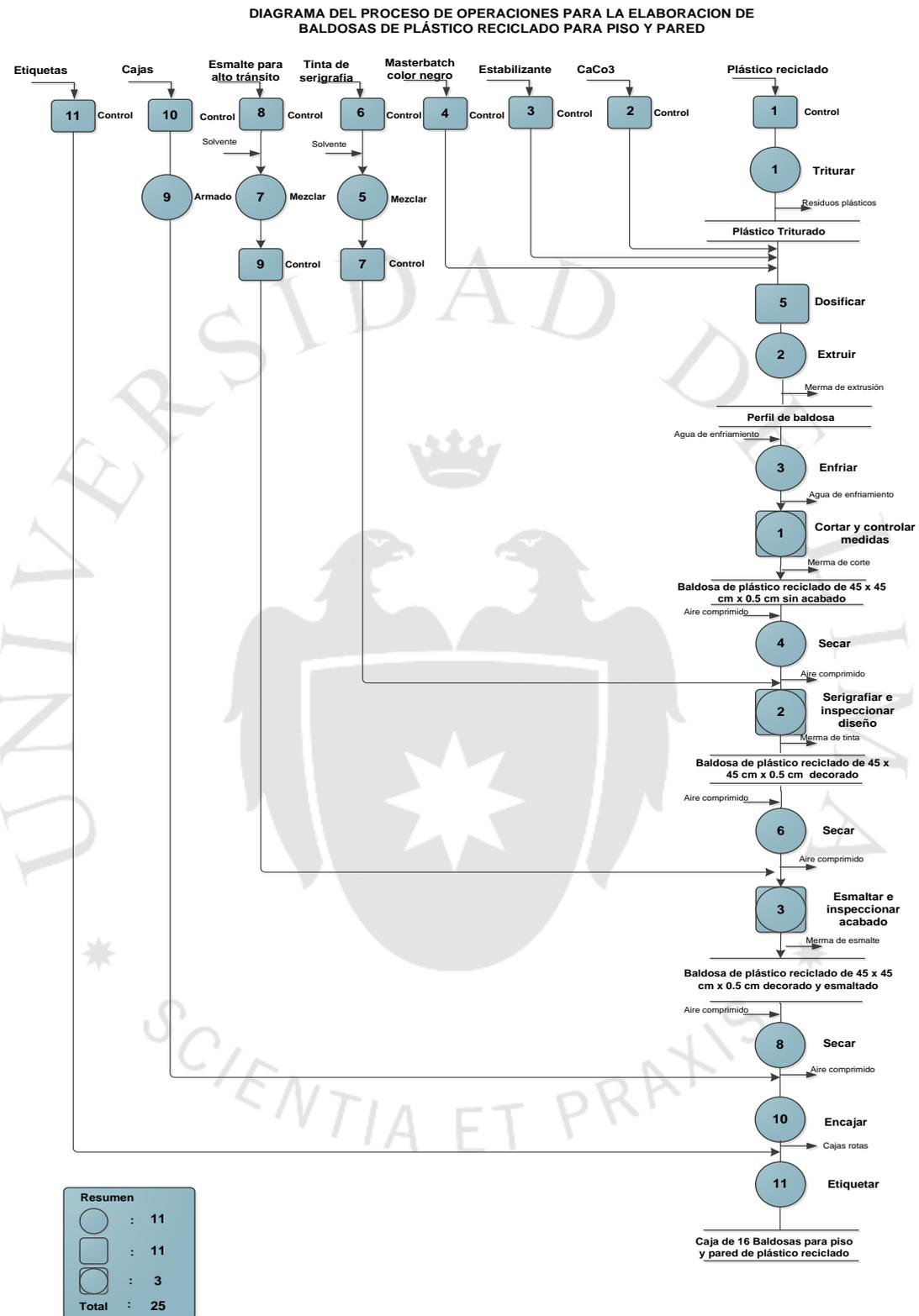
• **Diagrama de proceso DOP**

A continuación se muestra el diagrama de operaciones del proceso de producción de baldosas de plástico reciclado para piso y pared.



Figura 5.14

Diagrama del Proceso de Producción



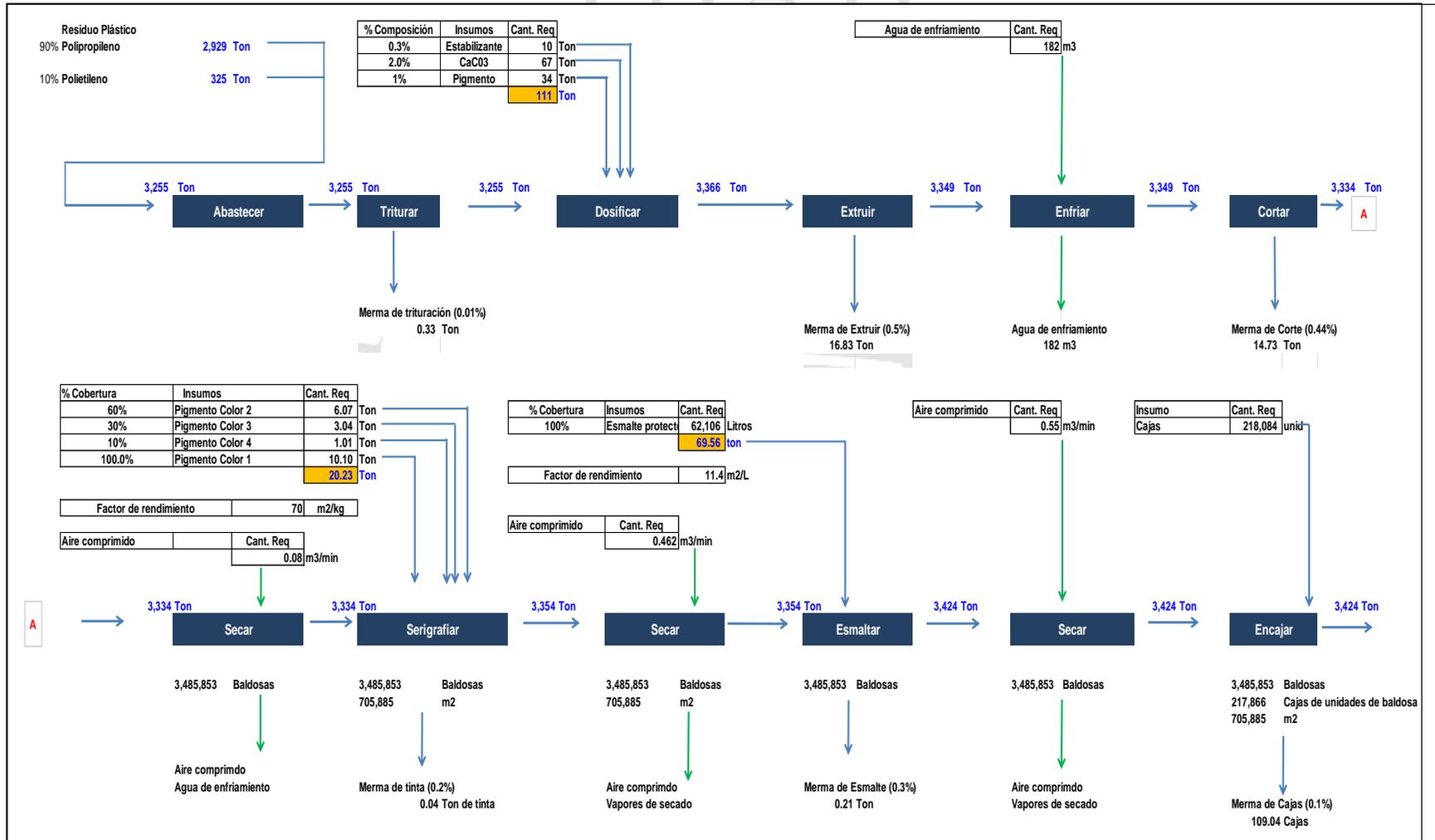
- **Balance de materia: Diagrama de bloques**

El cálculo realizado para el balance de materia se realizó para el año 2018, en el cual se establecerá con mayor certeza la utilización de los equipos. Se ha considerado como base las toneladas. Para efectos del cálculo de requerimiento de compuesto se realizó una prueba experimental de extrusión con la dosificación indicada en el proceso de producción, luego se realizó el pesado del prototipo y medición de las dimensiones para el cálculo del volumen. Finalmente se obtuvo mediante la relación gr/cm^3 la densidad de 0.97.



Figura 5.15

Diagrama de Balance de Materia



Elaboración propia

5.3. Características de las instalaciones y equipo

5.3.1. Selección de la maquinaria y equipo

Las máquinas requeridas para el proceso de producción serán las siguientes:

Tabla 5.5

Descripción de maquinaria y equipos

Etapa	Equipo	Función
Almacenar	Tolva de abastecimiento a máquina trituradora	Acumular material plástico reciclado para transportarlo a la máquina trituradora
Transportar	Faja transportadora de alimentación a máquina trituradora	Transportar material plástico reciclado a la máquina trituradora.
Triturar	Máquina trituradora de plásticos	Triturar el plástico reciclado, para obtener plástico molido cuyo tamaño sea uniforme.
Transportar	Faja transportadora de alimentación a silo	Transportar polietileno molido a silo de almacenamiento.
Transportar	Faja transportadora de alimentación a silo	Transportar polipropileno molido a silo de almacenamiento.
Almacenar	Silo de almacenamiento de polipropileno	Almacenar polietileno molido. Capacidad 1000kg
Almacenar	Silo de almacenamiento de polietileno de alta densidad	Almacenar polipropileno molido. Capacidad almacenamiento 400kg
Almacenar	Tolva de almacenamiento de carbonato de calcio	Almacenar carbonato de calcio. Capacidad almacenamiento 100kg
Almacenar	Tolva de almacenamiento de pigmento	Almacenar pigmento. Capacidad almacenamiento 100kg
Almacenar	Tolva de almacenamiento de estabilizante	Almacenar estabilizante. Capacidad almacenamiento 100kg
Dosificar	Dosificador volumétrico	Succionar de los silos de almacenamiento el polietileno y polipropileno molido, carbonato de calcio, estabilizador y masterbatch (pigmento para la mezcla) .
Dosificar	Equipo de vacío	Suministrar presión de vacío para succionar los insumos y transportarlos a la tolva de la extrusora
Extruir	Máquina extrusora	Mezclar el plástico molido, carbonato de calcio, estabilizante y pigmento a alta temperatura hasta obtener una mezcla blanda y homogénea.
Extruir	Cabezal	Moldear el perfil de la baldosa.

Etapa	Equipo	Función
Enfriar	Tina de enfriamiento	Enfriar el perfil.
Enfriar	Chiller	Suministrar agua fría a la tina de enfriamiento mediante recirculación.
Cortar	Máquina cortadora	Cortar perpendicularmente el perfil para obtener baldosas de 45 cm * 45 cm.
Cortar	Equipo estabilizador horizontal de perfil extruido	Estabilizar el perfil extruido para el corte.
Secar	Compresora	Suministrar aire para las etapas de secado.
Transportar	Faja transportadora de baldosas a zona de secado	Transportar las baldosas.
Secar	Ventiladores	Secar y limpiar las baldosas.
Decorar	Rodillos serigrafiadores	Serigrafiar el acabado en la parte superior de la baldosa.
Transportar	Faja transportadora de baldosas a secado	Transportar las baldosas.
Secar	Ventiladores	Secar las baldosas.
Esmaltar	Máquina rociadora de esmalte	Rociar esmalte en la parte superior de las baldosas.
Transportar	Faja transportadora de baldosas a zona de secado	Transportar las baldosas.
Secar	Ventiladores	Secar las baldosas.
Encajar	Operario encajador y paletizador	Colocar las baldosas terminadas en una caja para 16 unidades, luego apilar las cajas en los parihuelas.

Elaboración propia

5.3.2. Especificaciones de la maquinaria

A continuación se muestran las especificaciones de todas las máquinas y equipos complementarios involucradas en el proceso. En el anexo 2, se detalla las cotizaciones de las máquinas principales del proceso.

Tabla 5.6**Especificaciones de Trituradora**

TRITURADORA		
Marca	Rapid	
Dimensiones	150x150x250 cm	
Capacidad de procesamiento	1200 kg/hora	
Potencia	40 kw	
Peso	6500 kg	
Origen	Suiza	

Fuente: Rapid, (s. f.)

Tabla 5.7**Especificaciones del Dosificador**

DOSIFICADOR		
Marca	Motan	
Dimensiones	93*74*120 cm	
Capacidad de procesamiento	1000kg/hora	
Potencia	-	
Peso	140kg	
Origen	Alemania	

Fuente: Motan-colortronic, (s. f.)

Tabla 5.8

Especificaciones de la extrusora

EXTRUSORA	
Marca	Wanrooe
Dimensiones	500x160x210cm
Capacidad de procesamiento	800 kg/hora
Potencia	80 kW
Peso	8000 kg
Origen	China

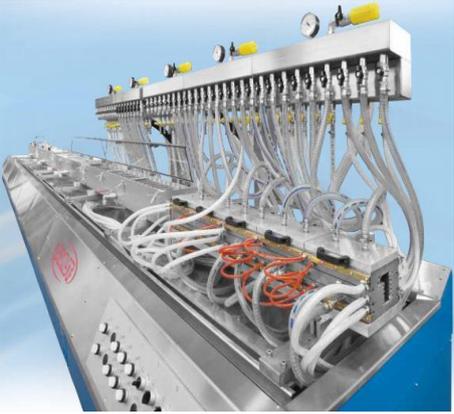


Fuente: Wanrooe, (s. f.)

Tabla 5.9

Especificaciones de la tina de enfriamiento

TINA DE ENFRIAMIENTO	
Marca	Amut
Dimensiones	500x70x100cm
Capacidad de procesamiento	Depende de la capacidad de extrusión
Potencia	4kW
Peso	1200 kg
Origen	España



Fuente: Amut, (s. f.)

Tabla 5.10

Especificaciones de la cortadora

CORTADORA	
Marca	Weida
Dimensiones	250x130x100 cm
Capacidad de procesamiento	1633 baldosas/hora
Potencia	5 kW
Peso	800 kg
Origen	China



Fuente: Weida, (s. f.)

Tabla 5.11

Especificaciones de los rodillos serigrafiadores

RODILLOS SERIGRAFIADORES	
Marca	Ricoth
Dimensiones	150x70x100 cm
Capacidad de procesamiento	1000 baldosas/ hora
Potencia	43 kW
Peso	1000 kg
Origen	Italia



Fuente: Ricoth, (s. f.)

Tabla 5.12

Especificaciones de la esmaltadora

ESMALTADORA		
Marca	O.M.C	
Dimensiones	70x80x110 cm	
Capacidad de procesamiento	1122 baldosas / hora	
Potencia	1 kW	
Peso	200kg	
Origen	Italia	

Fuente: Enco, (s. f.)



Tabla 5.13

Especificaciones de los Equipos Complementarios

Equipos complementarios	Marca	Potencia (kw)	Peso (kg)	País de Origen	Ancho (cm)	Largo (cm)	Alto (cm)	Diámetro (cm)
Tolva de abastecimiento a máquina trituradora	ADC	-	90	Perú	120	120	90	-
Faja transportadora de alimentación a máquina	Refamij	2	100	Perú	80	100	5	-
Faja transportadora de alimentación a máquina	Refamij				80	165	200	
Faja transportadora de alimentación a silo de PE molido.	Refamij	1.5	50	Perú	50	100	5	
Faja transportadora de alimentación a silo de PE molido.					50	97	70	-
Faja transportadora de alimentación a silo de PP molido.	Refamij	1.5	50	Perú	50	100	5	
Faja transportadora de alimentación a silo de PP molido.					50	86	50	-
Silo de almacenamiento de polipropileno	ADC	-	-	Perú	0	0	50	100
Silo de almacenamiento de polietileno	ADC	-	-	Perú	0	0	60	150
Tolva de almacenamiento de carbonato de calcio	ADC	-	-	Perú	0	0	50	80
Tolva de almacenamiento de pigmento	ADC	-	-	Perú	0	0	50	80
Tolva de almacenamiento de estabilizante	ADC	-	-	Perú	0	0	50	80
Equipo de vacío	Motan	8	60	USA	100	100	120	-
Cabezal	Jinhong	-	30	China	50	40	30	-
Chiller	Shini	20	300	China	100	100	50	-
Equipo estabilizador horizontal de perfil extruido	Yofang	3	120	China	60	100	100	-
Compresora	Xinlei	15	250	China	90	70	100	-
Faja transportadora de baldosas a zona de secado de agua.	Refamij	2	-	Perú	55	700	100	-
Direccionadores de ventilación	ADC	-	70	Perú	10	300	10	-
Faja transportadora de baldosas a zona de secado de serigrafiado	Refamij	2		Perú	55	4200	100	-
Direccionadores de ventilación	ADC	-	70	Perú	10	4000	10	-
Faja transportadora de baldosas a zona de secado de esmaltado	Refamij	2		Perú	55	5000	100	-
Direccionadores de ventilación	ADC	-	70	Perú	10	4700	10	-
Equipo divisor	Hongjiang	8	100	China	220	100	120	
Faja transportadora de cajas	Refamij	1.5	20	Perú	55	780	100	
Mesa encajado	ADC	0	50	Perú				

Fuente: ADC, (2015), Hongjiang, (s.f), Jinhong, (s.f), Motan, (s.f), Refamij, (2015), Shini, (s.f), Yofang, (s.f) y Xinlei, (s.f).

Elaboración propia

5.4. Capacidad instalada

5.4.1. Cálculo de la capacidad instalada

Para realizar el cálculo de la capacidad de Planta se ha considerado el año 2018, periodo medio del proyecto, donde se establecerá con mayor precisión la capacidad de planta en relación a la utilización de equipos. En el siguiente cuadro se puede apreciar la capacidad nominal de cada equipo, la demanda de procesamiento en cada etapa del proceso, horas por turno, turnos por día, días por semana, semanas al año y el número de máquinas necesarias. Cabe mencionar que para el cálculo de las capacidades se trabajó con la unidad base de toneladas de compuesto y conversión de toneladas de compuesto a cajas y baldosas.



Tabla 5.14

Capacidad de Planta Instalada y Número de Máquinas para el 2018

Proceso	Equipo	Cap Nominal (kg/hora)	U	E	Horas/Sem	Semanas/año	Ton/año a procesar	A: Cap Real (Ton/año)	B: máquinas y personas requeridas	A*B: Cap Real Anual (Ton/año)	Cap Real Anual (Cajas/año)
Triturar	Máquina trituradora de plásticos	1200	0.91	0.85	120	52	3,091	5,792	1	5,792	368,586
Dosificar	Dosificador volumétrico	1000	0.91	0.85	120	52	3,091	4,827	1	4,827	307,155
Extruir	Máquina extrusora	900	0.91	0.85	120	52	3,196	4,344	1	4,344	276,440
Cortar	Máquina cortadora	1600	0.91	0.85	120	52	3,180	7,723	1	7,723	491,449
Serigrafiar	Rodillos serigrafiadores	1000	0.91	0.85	120	52	3,186	4,827	1	4,827	307,155
Esmaltar	Máquina rociadora de esmalte	1100	0.91	0.85	120	52	3,252	5,309	1	5,309	337,871
Encajar	Operario encajador	600	0.91	0.85	120	52	3,251	2,896	2	5,792	368,586

Elaboración propia

De acuerdo a los cálculos realizados la menor capacidad se encuentra en el proceso de extrusión; es por ello, que la capacidad de extrusión será el cuello de botella. La capacidad de planta será 276,440 cajas/año. Cabe mencionar que la utilización de los equipos para el 2016 será 89% ya que se trabajará 2 turnos y 6 días a la semana, sobran días que se podrán utilizar en contratiempos de arranque de planta. Respecto al 2019 y 2020 se incrementará 1 turno pero solo se trabajará 5 días a la semana. Respecto a los años en mención, los días que sobran se podrían utilizar para realizar una parada de planta y overhaul de los equipos.

Tabla 5.15
Capacidad instalada hasta el 2020

	Unidades	2016	2017	2018	2019	2020
Demanda del Proyecto	Cajas	195,948	206,907	217,866	228,825	239,783
Capacidad de Producción	Cajas	221,152	221,152	221,152	276,440	276,440
Utilización	%	89%	94%	99%	83%	87%
Horas Disponibles	Horas	4,992	4,992	4,992	6,240	6,240
Horas Requeridas	Horas	4,423	4,670	4,918	5,165	5,413
Diferencia de horas	Horas	569	322	74	1,075	827
Días Disponibles - Requeridos	Días	24	13	3	45	34

Elaboración propia

5.5 Resguardo de la calidad

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

El control de calidad debe realizarse a lo largo de todo el proceso productivo, desde la recepción de la materia prima hasta la salida del producto terminado.

- **Calidad de la materia prima**

La primera etapa de control donde principalmente se verifica las especificaciones de contenido de la materia prima, el cual una vez recibido es pesado para verificar la cantidad exacta del pedido del proveedor, luego se hace una revisión visual de buen estado del producto donde se tomará una muestra del lote pedido. Además, se

utilizará un sensor de metales que ayudará a seleccionar la materia prima adecuada para el proceso.

La materia prima a utilizar debe cumplir con los siguientes requisitos:

1. Libre de metales, vidrios, papeles, cartones, textiles y contaminantes orgánicos.
2. No mezclados con otros polímeros.
3. En buen estado, no deteriorados por exposición al sol.

- **Calidad de los insumos**

Con respecto a los insumos (CaCO₃, pigmento, estabilizante, tinta de serigrafía, esmalte, cajas y etiquetas), se controlará cuando lleguen a la planta desde los proveedores respectivos y se verificará los requerimientos del proceso para cumplir con las especificaciones del producto final. Además, se tomará una muestra del insumo para verificar, mediante un análisis de laboratorio, su peso y su calidad de acuerdo a la ficha técnica del insumo; una vez aprobadas estas revisiones serán trasladados a la planta de producción, en caso contrario se devuelve el insumo a los proveedores.

- **Calidad del proceso**

Se establecerán parámetros de operación que incluye:

1. Procedimientos e instrucciones operación.
2. Registros de control del proceso de producción.
3. Reporte de control de productos terminados.
4. Acciones a tomar frente a determinados incidentes.

Se validará todo el proceso de producción a fin de demostrar la conformidad del producto con los requisitos determinados y cumplir los resultados planificados, para ello se utilizarán

mecanismos de control, como por ejemplo instrumentos de medición. Dichos equipos deben calibrarse a intervalos especificados; ajustarse o reajustarse según sea necesario; estar identificados para poder obtener su estado de calibración y mantener registros. De esta manera, se controlarán las variables y atributos de los procesos:

1. En la extrusión el control de dosificación, temperatura de plastificación, velocidad de avance del husillo, temperatura de formación de pieza serán constantemente controladas por un encargado del proceso.
2. En el enfriamiento se controlará la temperatura promedio de enfriamiento.
3. En el corte se controlará constantemente la frecuencia de corte; además, se tomará una muestra del producto y se verificarán que las variables de calidad estén dentro de los rangos aceptables: se medirá el ancho, el largo, el espesor, el peso y la distancia entre canales; en base a los datos de la empresa CONSYSSA se realizará un muestreo de lote cada 2 horas; el tamaño de muestra será de 5 baldosas cortadas y el lote será aceptado hasta con un máxima de 2 unidades no conformes en cada inspección, caso contrario el lote será observado y se dará aviso al supervisor de producción. Por otro lado, también se realizarán pruebas de resistencia a la flexión, compresión y la dureza del producto, los cuales estarán a cargo del técnico de calidad y se harán al inicio y final de la corrida de producción.
4. En el secado se controlará el flujo de aire.
5. En el serigrafiado se controlará la correcta dosificación del tipo y color de la tinta de serigrafía de acuerdo a la hoja técnica de control.
6. En el 2do. secado se controlará que los atributos del diseño del arte plasmado cumpla con los atributos de la muestra base,

verificando la intensidad de los colores y los vacíos de acabado. Este control se realizará cada 40 minutos.

7. En el esmaltado se controlará la correcta dosificación del esmalte de acuerdo a la hoja técnica de control.
8. En el 3er. secado se controlará que el esmalte se haya adherido correctamente a la superficie de acabado del producto, verificando que este sea liso, uniforme y brillante.
9. Después del encajado, es recomendable que el producto sea sometido a un secado en tránsito de 6 horas antes de ser comercializado para asegurar un correcto acabado.

- **Calidad del producto**

Los requisitos de calidad del producto son:

- **Especificaciones técnicas del producto:**

Se asegurarán a través de los controles en todos los procesos. (Ver punto 5.1.1)

- **Especificados por el cliente:**

Serán revisados antes que la organización se comprometa a proporcionar un producto al cliente (por ejemplo envío de ofertas, aceptación de contratos o pedidos). Se identificará el producto a través de toda la realización y comercialización de manera trazable, usando una codificación e identificación única (lote, fecha de producción).

5.5.2. Estrategias de mejora

Para satisfacer a los clientes debemos desarrollar nuevos productos más baratos, mucho mejores y más rápido de lo que se hizo anteriormente, por lo que es necesario evaluar la posibilidad de optimizar los procesos para asegurarnos que los competidores estén siempre un paso atrás. A continuación se muestran algunas estrategias a utilizar para la mejora:

- **Sistema de Gestión de la Calidad**

Se cumplirá los requisitos de la norma ISO 9001 de tal forma que se defina e implante un Sistema de Gestión de Calidad dentro de la empresa y se demuestre su capacidad de proporcionar productos o servicios que satisfagan a los clientes. Con esto se buscará que la calidad del producto se asegure y mejore en forma sistemática mediante la participación de toda la organización; para esto se usarán los Círculos de Calidad conformados por trabajadores de las áreas y que se reunirán periódicamente y voluntariamente para identificar y analizar problemas y posibilidades de mejora relacionado a su trabajo, recomendar soluciones y presentarlas a la dirección, la cual evaluará su implementación.

- **Lean Manufacturing**

Mediante la estrategia Lean Manufacturing se buscará que los procesos tengan cero desperdicios, es decir, eliminar lo que no tenga valor para el cliente; un mayor valor para el cliente debe crearse con menos esfuerzo, recursos, tiempo y espacio. Además, Lean se enfoca en el proceso de inicio a fin y no busca mejorar las actividades en forma aislada para crear valor para el cliente. Entre las técnicas a aplicar se encuentran: 5S, SMED, TPM, Jidoka, etc.

- **Six Sigma**

Esta estrategia está enfocada en reducir defectos y costos a través de la optimización de procesos; es un estándar de calidad que califica como defectos si los procesos no entregan lo que el cliente espera. Six Sigma también es una medición estadística de cuál es la desviación de un proceso frente a la perfección. Con la voz del cliente como punto de partida, Six Sigma busca en primer lugar reducir las variaciones del proceso y luego mejorar las capacidades del mismo.

5.6. Estudio de Impacto ambiental

Las empresas productoras deben tener especial cuidado acerca del impacto ambiental que puedan generar tanto en la construcción como el funcionamiento de la planta. Los posibles impactos pueden ser clasificados como:

1. Físico-químico: agua, aire, suelo
2. A la salud: efectos asociados y servicios de salud
3. Biológicos: flora y fauna tanto terrestre como acuática.
4. Socioeconómicos, entre otros.

Para evaluar y clasificar los factores ambientales a lo largo de la vida útil del proyecto se utilizará la matriz de Leopold en la cual convergen elementos ambientales, etapas del proyecto y factores ambientales. Las intersecciones entre ambas se numera con 2 valores: magnitud [-10;+10] (- perjudicial/+beneficioso) e importancia del impacto [1; 10]

Tabla 5.16

Matriz de Leopold

FACTORES AMBIENTALES	ELEMENTOS AMBIENTALES / IMPACTOS	ACTIVIDADES										
		A) ABASTECER	B) TRITURAR	C) EXTRUIR	D) ENFRIAR	E) CORTAR	F) SECAR	G) SERIGRAFIADO	H) SECAR	I) ESMALTAR	J) SECAR	I) EMPAQUETAR
COMPONENTE AMBIENTAL	MEDIO FÍSICO	AIRE										
		Calidad del aire	-5/6	-8/8		-4/6	-3/3	-3/5	-3/3	-3/5	-3/3	
		Nivel de Ruido	-7/7	-8/8	-3/3	-5/6	-5/6	-5/6	-5/6	-5/6	-5/6	
		AGUA										
		Calidad de agua superficial			4/4							
		Calidad de agua subterránea										
		SUELO										
		Tierras de cultivo										
		Contaminación por vertido de efluentes										
	Contaminación por residuos de materiales, embalajes	-4/3	-4/5	-4/5	-4/4	-5/4	-6/5	-3/3	-6/5	-3/3	-6/7	
	MEDIO BIOLÓGICO	FLORA										
		Eliminación de la cobertura vegetal										
		FAUNA										
	MEDIO SOCIOECONÓMICO	ALTERACIÓN DEL HÁBITAT DE LA FAUNA										
		SEGURIDAD Y SALUD										
Riesgo del personal de sufrir accidentes		-4/4	-7/7	-7/7	-3/4	-6/6	-2/3	-3/4	-2/3	-2/3	-2/3	-1/2
ECONOMIA												
Generación de empleo	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	4/5	
Nº de Impactos "+"		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Nº de Impactos "-"		2	4	4	2	3	3	4	3	3	3	
Total Impactos "+"		4	4	4	8	4	4	4	4	4	4	
Total Impactos "-"		8	23	27	6	19	15	17	13	16	13	

Elaboración propia

De la matriz leopold se concluye que las actividades que poseen mayor impacto negativo sobre los factores ambientales son la trituración, la extrusión y el corte y la actividad con el mayor impacto positivo es el enfriamiento.

A partir de esta matriz, es necesario determinar las medidas de mitigación para los impactos ambientales por actividad. A continuación se muestra el cuadro de aspectos ambientales por actividad con sus respectivos impactos ambientales y medidas de mitigación:

Tabla 5.17

Aspectos ambientales por proceso

Etapas	Salidas	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Medidas Correctoras
Abastecer	Residuos	Plástico reciclado	Potencial contaminación de suelo	Manejo adecuado de RR.SS
Triturar	Ruido	Ruido generado por la máquina trituradora	Afectación a la salud de los trabajadores (malestar y estrés)	Uso de protector auditivo
	Residuos	Residuo sólido (polvillo de plástico reciclado)	Potencial contaminación de suelo y aire	Manejo adecuado de RR.SS
Extruir	Energía	Equipo con mayor uso de energía	Potencial agotamiento de recurso	Uso racional de recurso
	Vapor	Vapor generado en el proceso de ablandamiento del plástico	Potencial contaminación del aire	Uso de filtro de mangas y utilización de EPP (respirador con filtro para vapores químicos)
	Residuos	Merma de extrusión	Potencial contaminación de suelo y agua	Manejo adecuado de RR.SS
	Pigmentos	Potencial derrame de pigmento	Afectación a la salud de los trabajadores y contaminación del suelo	Uso de guantes de nitrilo y manejo adecuado de RR.SS
	Envases de pigmentos	RR.SS peligroso envases de pigmentos		Manejo adecuado de RR.SS
	Estabilizantes	Potencial derrame de estabilizantes		Uso de guantes de nitrilo y manejo adecuado de RR.SS
	Envases de estabilizantes	RR.SS peligroso envases de estabilizante		Manejo adecuado de RR.SS
	CaCO3	Potencial derrame de CaCO3	Manejo adecuado de RR.SS	
Ruido	Ruido generado por la máquina enfriadora	Afectación a la salud de los trabajadores (malestar y estrés)	Uso de protector auditivo	
Enfriar	Ruido	Ruido generado por la máquina enfriadora	Afectación a la salud de los trabajadores (malestar y estrés)	Uso de protector auditivo
Cortar	Residuos	Merma de corte	Potencial contaminación de suelo	Manejo adecuado de RR.SS
	Ruido	Ruido generado por la máquina cortadora	Afectación a la salud de los trabajadores (malestar y estrés)	Uso de protector auditivo
Secar	Residuos	Residuos líquidos y polvillo	Potencial contaminación del suelo y del aire	Manejo adecuado de RR.SS
	Ruido	Ruido generado por la máquina secadora	Afectación a la salud de los trabajadores (malestar y estrés)	Uso de protector auditivo
Serigrafiado	Residuos	Tinta de serigrafía	Potencial contaminación del suelo y del aire	Manejo adecuado de RR.SS
	Ruido	Ruido generado por la máquina serigrafiadora	Afectación a la salud de los trabajadores (malestar y estrés)	Uso de protector auditivo
Secar	Residuos	Tinta de serigrafía	Potencial contaminación del suelo y del aire	Manejo adecuado de RR.SS
	Ruido	Ruido generado por la máquina secadora	Afectación a la salud de los trabajadores (malestar y estrés)	Uso de protector auditivo
Esmaltar	Residuos	Esmalte	Potencial contaminación del suelo y del aire	Manejo adecuado de RR.SS
	Ruido	Ruido generado por la máquina esmaltadora	Afectación a la salud de los trabajadores (malestar y estrés)	Uso de protector auditivo
Secar	Residuos	Esmalte	Potencial contaminación del suelo y del aire	Manejo adecuado de RR.SS
	Ruido	Ruido generado por la máquina secadora	Afectación a la salud de los trabajadores (malestar y estrés)	Uso de protector auditivo
Empaquetar	Cajas de cartón	Cajas defectuosas	Potencial contaminación de suelo	Manejo adecuado de RR.SS

Elaboración propia

5.7. Seguridad y salud ocupacional

La planta contará con toda la reglamentación referida en la Ley 29783, Ley de seguridad y salud en el trabajo, ya que se busca prevenir los accidentes de trabajo y las enfermedades ocupacionales que causen lesiones en el trabajador y creen pérdidas en la empresa. Para cumplir con lo mencionado se implementará un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo en base a la norma OHSAS 18001:2007 para demostrar un sólido desempeño de la SST mediante el desarrollo e implementación de una política, control de riesgos y cumplimiento de objetivos que tengan en cuenta los requisitos legales y bienestar de los trabajadores.

- **Requisitos legales y otros requisitos**

Las normas y leyes relacionadas al sector industrial a cumplir son el D.S. 005-2012-TR (Reglamento Interno de SST), la ley 29783 (Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo), D.S. 029-65-DSG (Reglamento para la apertura y control sanitario de plantas industriales). Para lograrlo el Encargado de Seguridad formará el Comité de SST, el cual tendrá a cargo las siguientes funciones principales:

- Creación, Aprobación y difusión del Reglamento interno
- Aprobación del programa anual y capacitaciones del SST
- Realizar inspecciones periódicas en todas las áreas, instalaciones, maquinarias y equipo.
- Clasificación de riesgos y peligros en los procesos de manufactura.
- Formación de brigada contra incendios, primeros auxilios y evacuación.

- **Identificación de peligros de SST y evaluación de los riesgos a los que la organización se enfrenta**

Para identificar los peligros y evaluar los riesgos de la planta se utilizará la matriz IPER para los procesos de producción, donde se tendrá en cuenta las actividades rutinarias y no rutinarias y peligros en el lugar de trabajo. A continuación se muestra el cuadro con el detalle de esta matriz.

Tabla 5.18
Matriz IPER

ACTIVIDAD	PELIGRO	RIESGO	ACTIVIDAD R/NR/E	PROBABILIDAD			CONSECUENCIA			GRADO DE RIESGO	RIESGO SIGNIFICATIVO	MEDIDAS DE CONTROL PROPUESTAS
				(B) BAJA	(M) MEDIA	(A) ALTA	(LD) LEVEMENTE DAÑO	(D) DAÑO	(ED) EXTREMADAMENTE DAÑO			
ABAS TECER	POSTURA HABITUAL	GENERACIÓN DE DOLORS OSTEO MUSCULARES	R			X	X			MO	NO	CA PACITACIÓN DEL PERSONAL
	SOBRECARGA Y ESFUERZO	ESTRÉS Y CAÑSANCIO	R			X	X			MO	NO	CA PACITACIÓN DEL PERSONAL
	FALTA DE ORDEN Y LIMPEZA	GOLPES, CAIDAS	R			X	X			MO	NO	CA PACITACIÓN DEL PERSONAL
TRITURAR	PARTES DE LA MÁQUINA SIN GUARDA	ATRAPAMIENTO DE EXTREMIDADES SUPERIORES	R			X		X		IMP	SI	PRINCIPIO DE PROTECCIÓN POR DISTANCIAMIENTO
	RUIDO DE LA MÁQUINA	PERDIDA D DE CA PACIDA D AUDITIVA	R			X		X		IMP	SI	IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (TAPONES DE OÍDOS)
EXTRUIR	PARTES DE LA MÁQUINA SIN GUARDA	ATRAPAMIENTO DE EXTREMIDADES SUPERIORES	R			X		X		IMP	SI	PRINCIPIO DE PROTECCIÓN POR DISTANCIAMIENTO Y DISPOSITIVO DE ENCLAVE
	RUIDO DE LA MÁQUINA	PERDIDA D DE CA PACIDA D AUDITIVA	R			X		X		IMP	SI	IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (TAPONES DE OÍDOS)
	SALPICA DURA DE MATERIAL PARTICULADO	DAÑO EN LOS OJOS Y CARA	R			X		X		IMP	SI	IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (LENTES DE SEGURDA D)
	ZONA DE CALEFACCIÓN SIN PROTECCIÓN	QUEMADURAS	R			X		X		IMP	SI	IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (GUANTES DE PROTECCIÓN)
ENFRIAR	RUIDO DE LA MÁQUINA	PERDIDA D DE CA PACIDA D AUDITIVA	R			X	X			MO	NO	IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (TAPONES DE OÍDOS)
	POSTURA HABITUAL	GENERACIÓN DE DOLORS OSTEO MUSCULARES	R			X	X			MO	NO	CA PACITACIÓN DEL PERSONAL
CORTAR	PARTES DE LA MÁQUINA SIN GUARDA	ATRAPAMIENTO DE EXTREMIDADES SUPERIORES	R			X		X		IMP	SI	PRINCIPIO DE PROTECCIÓN POR DISTANCIAMIENTO
	RUIDO DE LA MÁQUINA	PERDIDA D DE CA PACIDA D AUDITIVA	R			X	X			MO	NO	IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (TAPONES DE OÍDOS)
	SALPICA DURA DE MATERIAL PARTICULADO	DAÑO EN LOS OJOS Y CARA	R			X		X		IMP	SI	IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (LENTES DE SEGURDA D)
SECAR	RUIDO DE LA MÁQUINA	PERDIDA D DE CA PACIDA D AUDITIVA	R			X	X			MO	NO	IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (TAPONES DE OÍDOS)
	SALPICA DURA DE MATERIAL PARTICULADO	DAÑO EN LOS OJOS Y CARA	R			X		X		IMP	SI	IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (LENTES DE SEGURDA D)
SERIGRAFIAR	RUIDO DE LA MÁQUINA	PERDIDA D DE CA PACIDA D AUDITIVA	R			X	X			MO	NO	IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (TAPONES DE OÍDOS)
	VAPORES DE LA TINTA PARA SERIGRAFÍA	INTOXICACIÓN, MAREOS, DAÑO EN LOS OJOS	R			X		X		IMP	SI	IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (LENTES DE SEGURDA D Y MASCARILLAS); EXTRACTOR DE VAPORES
SECAR	RUIDO DE LA MÁQUINA	PERDIDA D DE CA PACIDA D AUDITIVA	R			X	X			MO	NO	IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (TAPONES DE OÍDOS)
	VAPORES DE LA TINTA PARA SERIGRAFÍA	INTOXICACIÓN, MAREOS, DAÑO EN LOS OJOS	R			X		X		IMP	SI	IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (LENTES DE SEGURDA D Y MASCARILLAS); EXTRACTOR DE VAPORES
ESMALTAR	RUIDO DE LA MÁQUINA	PERDIDA D DE CA PACIDA D AUDITIVA	R			X	X			MO	NO	IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (TAPONES DE OÍDOS)
	VAPORES DEL ESMALTE	INTOXICACIÓN, MAREOS, DAÑO EN LOS OJOS	R			X		X		IMP	SI	IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (LENTES DE SEGURDA D Y MASCARILLAS); EXTRACTOR DE VAPORES
SECAR	RUIDO DE LA MÁQUINA	PERDIDA D DE CA PACIDA D AUDITIVA	R			X	X			MO	NO	IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (TAPONES DE OÍDOS)
	VAPORES DEL ESMALTE	INTOXICACIÓN, MAREOS, DAÑO EN LOS OJOS	R			X		X		IMP	SI	IMPLEMENTACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL (LENTES DE SEGURDA D Y MASCARILLAS); EXTRACTOR DE VAPORES
EMPAQUETAR	FALTA DE SEÑALIZACIÓN	CAIDAS, CORTES, GOLPES	R			X	X			MO	NO	SISTEMA DE TRABAJO SEGURO - SEÑALIZACIÓN
	FALTA DE ORDEN Y LIMPEZA	GOLPES, CAIDAS	R			X	X			MO	NO	CA PACITACIÓN DEL PERSONAL
	POSTURA HABITUAL	GENERACIÓN DE DOLORS OSTEO MUSCULARES	R			X	X			MO	NO	SISTEMA DE TRABAJO SEGURO - SEÑALIZACIÓN
	SOBRECARGA Y ESFUERZO	ESTRÉS Y CAÑSANCIO	R			X	X			MO	NO	CA PACITACIÓN DEL PERSONAL

Elaboración propia

Al listar los peligros de Planta, se consideró los peligros vinculados a las actividades rutinarias (operaciones de planta y administrativas), no rutinarias (de limpieza, mantenimiento, arranque y parada) y en casos de emergencias de origen natural y derivadas de los procesos. (R: Rutinario; NR: No Rutinario; E: Emergencia)

El detalle de las matrices de valoración y evaluación de riesgos se presentará en el anexo 5.

- **Prevención de incendios**

En el tema de prevención de incendios se aplicará las siguientes medidas:

- Todos los accesos y medios de salida estarán debidamente señalizados
- Todas las áreas estarán provistas de equipo para extinción de incendios.
- El ancho mínimo de las salidas será de 1.12 m.

Los tipos de incendio que podría presentarse en nuestra planta serían:

- Incendio clase A: Por la presencia de materiales combustibles sólidos como plásticos, mobiliario de oficina y papeles.
- Incendio clase B: en el almacén de insumos se tiene la presencia de líquidos inflamables como esmalte y tinta de serigrafía.
- Incendio clase C: en equipos eléctricos como la extrusora, trituradora, lavadora y equipos de oficina.

Los equipos contra incendios a implementar son:

- 6 extintores PQS para combatir los tipos de fuego A, B y C.
- 7 pulsadores de emergencia.
- 5 detectores de humo.
- 3 gabinetes contra incendios.
- 1 bomba contra incendios.

5.8. Sistema de Mantenimiento

El mantenimiento es importante porque asegura la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, asimismo optimiza el desempeño del procesamiento de las baldosas de plástico reciclado; es por ello, que se implementará un sistema para realizar mantenimiento preventivo y correctivo.

Al inicio del periodo del proyecto, la frecuencia de mantenimiento preventivo se aplicará en base a lo establecido por los proveedores, basado en los manuales de mantenimiento de los equipos y como soporte para el cumplimiento se implementara las siguientes herramientas:

El plan de mantenimiento incluirá la frecuencia de mantenimiento de las máquinas consideradas críticas (cuello de botella, complejidad de tecnología y suministro de repuestos) y no críticos aquellos equipos que son complementarios. A continuación se muestra el plan de mantenimiento anual.

Tabla 5.19

Plan de Mantenimiento Anual

		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Triturar	Máquina trituradora de plásticos												
Dosificar	Dosificador volumétrico												
Dosificar	Equipo de vacío												
Extruir	Máquina extrusora												
Extruir	Cabezal												
Enfriar	Tina de enfriamiento												
Enfriar	Chiller												
Cortar	Máquina cortadora												
Cortar	Equipo estabilizador horizontal de perfil extruido												
Secar	Compresora												
Decorar	Rodillos serigrafiadores												
Esmaltar	Máquina rociadora de esmalte												
Transportar	Fajas transportadoras												
Almacenar	Silos y tolvas												
Secar	Ventiladores												

Mensual	Inspeccionar, limpiar y lubricar componentes menores y de fácil acceso
Trimestral	Revisar y verificar el estado de los componentes del sistema eléctrico, mecánico.
Semestral	Revisar y comprobar de funcionamiento de componentes y partes del sistema eléctrico, mecánico, hidráulico y neumático
Anual	Revisar, reparar y cambiar componentes del sistema eléctrico, mecánico, hidráulico y neumático

	Equipos críticos
	Equipos no críticos

Elaboración Propia

Asimismo el aprovisionamiento de repuestos y servicios externos se realizará de acuerdo al plan de mantenimiento. Las intervenciones cuya frecuencia sea semestral y anual necesitarán un soporte externo (técnicos de la casa matriz de las máquinas).

Finalmente los indicadores que se utilizarán para medir el desempeño de mantenimiento serán los siguientes: MTTR, que medirá el tiempo medio en reparación, MTBF que medirá el tiempo medio entre fallas y la Disponibilidad que medirá el porcentaje de tiempo de buen funcionamiento del sistema productivo.

5.9. Programa de producción para la vida útil del proyecto

El plan maestro de producción será la demanda del proyecto expresado en cajas de 16 unidades de baldosa.

Tabla 5.20**Plan maestro de producción**

	Unidades	2016	2017	2018	2019	2020
Demanda del Proyecto	Cajas	195,948	206,907	217,866	228,825	239,783

Elaboración propia

El Plan Maestro de Producción Anual será fraccionado en planes mensuales de producción equivalente. Asimismo se establecerá un tamaño de lote de producción con la finalidad de estandarizar en unidades enteras las cantidades que se producirán y asegurar la productividad de las máquinas. El tamaño de lote será 360 cajas, que es la producción promedio de un turno del 2015 hasta 2020. Se establece este valor debido a que la máquina cuello de botella, extrusora, requiere un calentamiento de 6 horas previo al inicio de producción. Por lo tanto, el lote antes mencionado asegurará un mínimo de producción que compense la energía utilizada para en la preparación de la máquina extrusora.

De acuerdo a lo detallado respecto al tamaño de lote y el plan de producción anual, se realizó el MPS del producto terminado para cada uno de los periodos del proyecto. En los siguientes cuadros se puede apreciar el MPS para el primer y último año del proyecto. De Enero a Diciembre el inventario promedio final es 358 cajas, pero el almacén de producto terminado estará diseñado para almacenar 5 días de producción, tiempo necesario para que la fuerza de ventas comprometa la mercadería para los clientes.

Tabla 5.21**MPS 2016**

MPS 2016	Unidades de medida	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Demanda total	Cajas	16,329	16,329	16,329	16,329	16,329	16,329	16,329	16,329	16,329	16,329	16,329	16,329
Inventario inicial	Cajas	-	231	102	333	204	75	306	177	48	279	150	21
Producción requerida	Cajas	16,329	16,098	16,227	15,996	16,125	16,254	16,023	16,152	16,281	16,050	16,179	16,308
Capacidad de Producción	Cajas	18,429	18,429	18,429	18,429	18,429	18,429	18,429	18,429	18,429	18,429	18,429	18,429
Número de lotes	Cajas	46	45	46	45	45	46	45	45	46	45	45	46
Producción	Cajas	16,560	16,200	16,560	16,200	16,200	16,560	16,200	16,200	16,560	16,200	16,200	16,560
Inventario final	Cajas	231	102	333	204	75	306	177	48	279	150	21	252
Utilización	%	90%	88%	90%	88%	88%	90%	88%	88%	90%	88%	88%	90%

Elaboración propia**Tabla 5.22****MPS 2020**

MPS 2020	Unidades de medida	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Demanda total	Cajas	19,982	19,982	19,982	19,982	19,982	19,982	19,982	19,982	19,982	19,982	19,982	19,982
Inventario inicial	Cajas	54	232	50	229	47	225	43	221	39	217	35	213
Producción requerida	Cajas	19,928	19,750	19,931	19,753	19,935	19,757	19,939	19,761	19,943	19,765	19,947	19,769
Capacidad de Producción	Cajas	23,037	23,037	23,037	23,037	23,037	23,037	23,037	23,037	23,037	23,037	23,037	23,037
Número de lotes	Cajas	56	55	56	55	56	55	56	55	56	55	56	55
Producción	Cajas	20,160	19,800	20,160	19,800	20,160	19,800	20,160	19,800	20,160	19,800	20,160	19,800
Inventario final	Cajas	232	50	229	47	225	43	221	39	217	35	213	31
Utilización		88%	86%	88%	86%	88%	86%	88%	86%	88%	86%	88%	86%

Elaboración propia**5.10 Requerimiento de insumos, personal y servicios****5.10.1. Materia prima, insumos y otros materiales**

Los insumos que se requerirán para la producción de baldosas de plástico reciclado serán:

- 1. Plástico reciclado:** Es el principal insumo de producción, estará compuesto por polietileno de alta densidad y polipropileno, los cuales serán adquiridos a empresas locales que se encargan de comercializar residuos sólidos reciclados.
- 2. Aditivos:** Son los insumos menores que representan el 3.3% de la composición del producto terminado, los cuales son: carbonato de calcio, estabilizador y pigmento. Serán adquiridos en el mercado local.

3. **Tinta de serigrafía:** Insumo que le dará el color característico al acabado del producto terminado. Serán adquiridos en el mercado local.
4. **Esmalte:** Insumo que cubrirá y protegerá el acabado del producto terminado. Serán adquiridos en el mercado local.
5. **Material de empaque:** Se utilizará cajas de cartón con capacidad para las 16 baldosas y se sellarán con cinta adhesiva y sunchos.
6. **Etiquetas:** Se utilizarán para diferenciar el tipo de acabado de la baldosa producida. La etiqueta será colocada en la caja del producto terminado.

En el siguiente cuadro se detalla la cantidad que se requerirá de cada uno de los insumos antes mencionados.

Tabla 5.23

Requerimiento de materia prima, insumos y materiales

	Unidades	2016	2017	2018	2019	2020
Residuo plástico de polipropileno	Tonelada	2,635	2,782	2,929	3,077	3,224
Residuo plástico de polietileno	Tonelada	293	309	325	342	358
Carbonato de calcio	Tonelada	61	64	67	71	74
Estabilizador	Tonelada	9	10	10	11	11
Pigmento	Tonelada	30	32	34	35	37
Tinta de serigrafía	Tonelada	18	19	20	21	22
Esmalte	Tonelada	63	66	70	73	77
Etiquetas	Unidad	195,948	206,907	217,866	228,825	239,783
Cajas	Unidad	195,948	206,907	217,866	228,825	239,783

Elaboración propia

5.10.2. Determinación del número de operarios y trabajadores indirectos

Se requerirán dos tipos de colaboradores directos para planta de producción: maquinistas y operarios. Los maquinista serán aquellos trabajadores que cumplan con el requisito de tener experiencia en el manejo de la máquina asignada; por otro lado, el operario será el encargado de apoyar en las actividades asignadas respecto al funcionamiento del equipo o máquina.

Respecto a la cantidad de operarios para la etapa de abastecimiento y encajado se calculó de la siguiente manera:

Tabla 5.24**Requerimiento de operarios para encajado**

	Tiempo estándar	Unidades	Cantidad de producción/año	H H Disponibles/año	Capacidad Anual	Cantidad de operarios requeridos
Encajado	2	minutos/caja	217,866	4,543	136,282	2.00

Elaboración propia

Tabla 5.25**Requerimiento de operarios para apilado de cajas**

	Tiempo estándar	Unidades	Cantidad de producción/año	H H Disponibles/año	Capacidad Anual	Cantidad de operarios requeridos
Paletizado	2	minutos/caja	3,026	4,543	1,893	2.00

Elaboración propia

Tabla 5.26**Requerimiento de operarios para abastecimiento**

	Tiempo estándar	Unidades	Necesidad de Ton/año	H H Disponibles/año	Capacidad Anual	Cantidad de operarios requeridos
Abastecimiento	0.33	parihuela / minuto	3,255	4,543	27,256	1.00
Peso de MP	300	kg/parihuela				

Elaboración propia

A continuación se muestra un cuadro resumen de la asignación de operarios para planta de producción.

Tabla 5.27**Cantidad de operarios requeridos**

	N° de personas	Tipo	Responsabilidades
Abastecimiento	1	Operario	Se encargará de movilizar los paquetes de plástico reciclado a la zona de abastecimiento de la máquina trituradora.
Triturar	1	Maquinista	Se encargará de operar la máquina trituradora.
	1	Operario	Se encargará de apoyar al maquinista principal, revisar el volumen de los silos de PE y PP y manejar la distribución de llenado de silos.
Dosificar	1	Operario	Se encargará de mantener abastecer material a los silos de carbonato de calcio, estabilizador y pigmento. Asimismo revisará y ajustará los parámetros de dosificación bajo la supervisión de maquinista de extrusión.
Extruir	1	Maquinista	Se encargará de operar la máquina extrusora.
Enfriar	1	Operario	Se encargará de apoyar al maquinista de la extrusora y revisar y controlar el flujo de enfriamiento.
Cortar	1	Maquinista	Se encargará de operar la máquina cortadora.
Secar	1	Operario	Se encargará de apoyar al maquinista de la cortadora, asimismo revisará el flujo de arie para el proceso de secado.
Decorar	1	Maquinista	Se encargará de operar la máquina serigrafiadora
Secar	1	Operario	Se encargará de apoyar al maquinista de la serigrafiadora, asimismo revisará el flujo de arie en el secado.
Esmaltar	1	Maquinista	Se encargará de operar la máquina esmaltadora
Secar	1	Operario	Se encargará de apoyar al maquinista principal de la esmaltadora, asimismo revisará el flujo de arie en el secado.
Encajar	4	Operario	Se encargará de encajar las baldosas en cajas para 16 unidades y colocar y apilar las cajas en parihuelas.
Total	16		

Elaboración propia

Como se utilizarán 2 turnos los 3 primeros años y 3 turnos los últimos 2 la cantidad de operarios tendrá una variación proporcional como lo muestra el siguiente cuadro:

Tabla 5.27**Requerimiento total de operarios para el periodo del proyecto**

	2016	2017	2018	2019	2020
Cantidad de operarios	32	32	32	48	48

Elaboración propia

En el siguiente cuadro se muestra la cantidad de trabajadores indirectos en la planta:

Tabla 5.28

Trabajadores indirectos

Puesto	Cantidad
Técnico de almacén	2
Técnico de mantenimiento	2
Técnico de calidad	2
Supervisor de producción	2
TOTAL	8

Elaboración propia

5.10.3. Servicios de terceros

Se necesitará servicios de terceros en los temas de:

- **Vigilancia:** Para brindar seguridad a local donde se realizará las operaciones del proyecto, se encargaran de registrar los ingresos de los proveedores clientes, visitas y los mismos trabajadores. Se contratará a una empresa de servicios de seguridad que provea de un vigilante para cada turno de operación.
- **Limpieza:** Se contratarán los servicios de una empresa especializada en este rubro para mantener pulcro las áreas de producción, servicios, oficinas e inmediaciones de la planta de producción.
- **Transporte:** Los servicios de transporte se requerirán para la logística de entrada y salida de la planta.

5.10.4. Otros: 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. Primero, se detallará los kW de cada máquina y el total respectivo.

Tabla 5.29**Potencia kW de las máquinas**

Máquina	Potencia kW
Trituradora	75
Extrusora	80
Tina de Enfriamiento	4
Cortadora	5
Rodillos serigrafiadores	42.75
Esmaltadora	1
TOTAL	207.75

Elaboración propia

En segundo lugar, se detallará los kW de los equipos complementarios de la planta y el total respectivo.

Tabla 5.30**Potencia kW en los equipos**

Equipos complementarios	Potencia kW
Faja transportadora de alimentación a máquina trituradora.	4
Faja transportadora de alimentación a silo de PE molido.	3
Faja transportadora de alimentación a silo de PP molido.	3
Equipo de vacío	8
Chiller	20
Equipo estabilizador horizontal de perfil extruido	3
Compresora	15
Faja transportadora de baldosas a secado de agua.	2
Faja transportadora de baldosas a secado de decorado	2
Faja transportadora de baldosas a secado de esmaltado	2
Equipo divisor	8
Faja transportadora de cajas	1.5
TOTAL	71.5

Elaboración propia

En cuanto al agua, esta se utilizará en el proceso de enfriamiento en la tina de enfriamiento. Esta tina tendrá un volumen de 3.5 m³ de agua que se hará recircular durante una semana, después de la cual se cambiará el agua y se llenará nuevamente. Considerando 52 semanas al año, el consumo de agua anual será de 182 m³.

5.11. Características físicas del proyecto

5.11.1. Factor edificio

El piso de la planta será de un material homogéneo, llano y liso, consistente, no resbaladizo ni susceptible de serlo con el uso; el material empleado será el cemento.

El área de producción contará con un techo tipo nave industrial; el material a utilizar será el hormigón armado, que es la combinación del hormigón y del acero para una mayor resistencia a los esfuerzos de compresión, tracción, flexión, cortante, etc. Por otro lado, el área administrativa será construida con material noble, pero las puertas estarán de vidrio templado.

Además, debido a la generación de calor de los equipos, se considerarán sistema de ventilación incorporados a estas áreas.

5.11.2. Factor servicio

Se incluirá servicios que beneficiarán en gran medida a los operarios y les permitirá sentirse más cómodos en su lugar de trabajo, como por ejemplo servicios higiénicos para sus respectivas necesidades y un comedor para su hora de almuerzo. También se incluirán oficinas para el personal administrativo.

Además, se incluirá un área de mantenimiento de máquinas para la reparación de averías y para realizar mantenimientos preventivos programados. En esta área estará disponible un técnico por turno.

Finalmente, se incluirá un área de control de calidad para verificar que los materiales, insumos y producto terminado cumplan con las especificaciones requeridas.

5.12. Disposición de planta

5.12.1. Determinación de las zonas físicas requeridas

El tamaño más favorable de una fábrica varía de industria a industria. Esto depende mucho de cómo se distribuye los espacios físicos de la planta y si se utilizan técnicas de ingeniería industrial para realizarlo. En esta investigación se optará por esta última opción ya que es una buena forma de optimizar la disposición de planta.

Las áreas a considerar para la planta serán:

1. Almacén de materia prima e insumos.
2. Área de producción.
3. Oficinas de administración.
4. Servicios higiénicos de planta.
5. Servicios higiénicos para oficinas.
6. Patio de maniobras.
7. Almacén de producto terminado.
8. Área de mantenimiento.
9. Control de calidad.
10. Comedor.

5.12.2. Cálculo de áreas para cada zona

Para esta parte primero se realizará el análisis de Guerchet para determinar el área aproximada de producción que se requiere:

Tabla 5.31

Análisis de Guerchet

ELEMENTOS FIJOS	L	A	h	N	n	Ss	Sg	Se	ST	Ssxn	Ssxn ^h
Tolva de abastecimiento a máquina trituradora	1.20	1.20	0.90	1	1	1.44	1.44	1.99	4.87	1.44	1.30
Faja transportadora de alimentación a máquina trituradora. Tramo 1	1.00	0.80	0.05	0	1	0.80	0.00	0.55	1.35	0.80	0.04
Faja transportadora de alimentación a máquina trituradora. Tramo 2	1.65	0.80	2.00	0	1	1.32	0.00	0.91	2.23	1.32	2.64
Faja transportadora de alimentación a silo de PE molido. Tramo 1	1.00	0.50	0.05	0	1	0.50	0.00	0.35	0.85	0.50	0.03
Faja transportadora de alimentación a silo de PE molido. Tramo 2	0.97	0.50	0.70	0	1	0.49	0.00	0.34	0.82	0.49	0.34
Faja transportadora de alimentación a silo de PP molido. Tramo 1	1.00	0.50	0.05	0	1	0.50	0.00	0.35	0.85	0.50	0.03
Faja transportadora de alimentación a silo de PP molido. Tramo 2	0.86	0.50	0.50	0	1	0.43	0.00	0.30	0.73	0.43	0.22
Silo de almacenamiento de polipropileno	-	-	0.50	2	1	0.79	1.57	1.63	3.99	0.79	0.39
Silo de almacenamiento de polietileno	-	-	0.60	2	1	1.77	3.53	3.67	8.97	1.77	1.06
Tolva de almacenamiento de carbonato de calcio	-	-	0.50	2	1	0.50	1.01	1.04	2.55	0.50	0.25
Tolva de almacenamiento de pigmento	-	-	0.50	2	1	0.50	1.01	1.04	2.55	0.50	0.25
Tolva de almacenamiento de estabilizante	-	-	0.50	2	1	0.50	1.01	1.04	2.55	0.50	0.25
Equipo de vacío	1.00	1.00	1.20	0	1	1.00	0.00	0.69	1.69	1.00	1.20
Cabezal	0.40	0.50	0.30	0	1	0.20	0.00	0.14	0.34	0.20	0.06
Chiller	1.00	1.00	0.50	0	1	1.00	0.00	0.69	1.69	1.00	0.50
Equipo estabilizador horizontal de perfil extruido	1.00	0.60	1.00	1	1	0.60	0.60	0.83	2.03	0.60	0.60
Compresora	0.70	0.90	1.00	0	1	0.63	0.00	0.44	1.07	0.63	0.63
Faja transportadora de baldosas a secado de agua.	7.00	0.55	1.00	1	1	3.85	3.85	5.33	13.03	3.85	3.85
Direccionadores de ventilación	3.00	0.10	0.10	0	1			0.00	0.00	0.00	0.00
Faja transportadora de baldosas a secado de decorado	42.00	0.55	1.00	1	1	23.10	23.10	31.98	78.18	23.10	23.10
Direccionadores de ventilación	40.00	0.10	0.10	0	1			0.00	0.00	0.00	0.00
Faja transportadora de baldosas a secado de esmaltado	50.00	0.55	1.00	1	1	27.50	27.50	38.07	93.07	27.50	27.50
Direccionadores de ventilación	47.00	0.10	0.10	0	1			0.00	0.00	0.00	0.00
Equipo divisor	1.00	2.20	1.20	1	2	2.20	2.20	3.05	14.89	4.40	5.28
Faja transportadora de cajas	7.80	0.55	1.00	0	2	4.29	0.00	2.97	14.52	8.58	8.58
Trituradora	1.50	1.50	2.50	2	1	2.25	4.50	4.67	11.42	2.25	5.63
Dosificador	0.93	0.74	1.20	0	1			0.00	0.00	0.00	0.00
Extrusora	5.00	1.60	2.10	2	1	8.00	16.00	16.61	40.61	8.00	16.80
Túnel de Enfriamiento	5.00	0.70	1.00	2	1	3.50	7.00	7.27	17.77	3.50	3.50
Cortadora	2.50	1.30	1.00	2	1	3.25	6.50	6.75	16.50	3.25	3.25
Rodillo serigrafiador	1.50	0.70	1.00	1	1	1.05	1.05	1.45	3.55	1.05	1.05
Esmaltador	0.70	0.80	1.10	2	1	0.56	1.12	1.16	2.84	0.56	0.62
Mesa encajado	1.20	0.80	1.00	1	2	0.96	0.96	1.33	6.50	1.92	1.92
S. total									352.02	100.93	110.85

ELEMENTOS MÓVILES	L	A	h	N	n	Ss	Sg	Se	ST	Ssxn	Ssxn ^h
Montacargas	2.94	1.09	1.45	2	3.20					6.41	9.29
Carretilla hidráulica	1.32	0.69	1.20	2	0.91					1.82	2.19
Operarios			1.65	16	0.50					8.00	13.20
										16.23	24.68

hEM	1.52
hEE	1.10
K	0.69

Elaboración propia

El tamaño mínimo de planta es 353 m² según el método de Guerchet, pero de acuerdo a la disposición de los equipos y al rol de trabajo se ha llegado a establecer un área final de producción de 660 m².

Para el almacén de producto terminado se utilizarán los siguientes criterios:

Las cajas se apilarán en una parihuela cuyas dimensiones de largo, ancho y alto son las siguientes: 1.2 metros x 1 metro x 15 cm. Asimismo la disposición de las cajas será de la siguiente manera:

Tabla 5.32

Disposición de cajas en parihuela

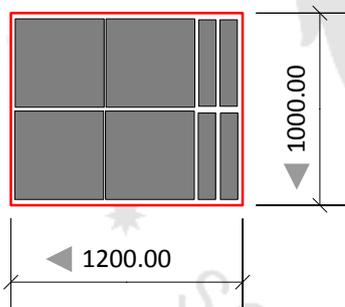
Tipo de disposición	Cantidad	Unidades
Disposición de cajas a nivel horizontal	4	Cajas
Disposición de cajas a nivel vertical	4	Cajas

Elaboración propia

En el siguiente gráfico se puede apreciar, desde una vista superior, la ubicación de las cajas de acuerdo a la disposición antes mencionada.

Figura 5.16

Ubicación cajas en parihuela



Elaboración propia

Respecto al número de niveles de apilamiento, este tendrá la siguiente disposición:

Tabla 5.33

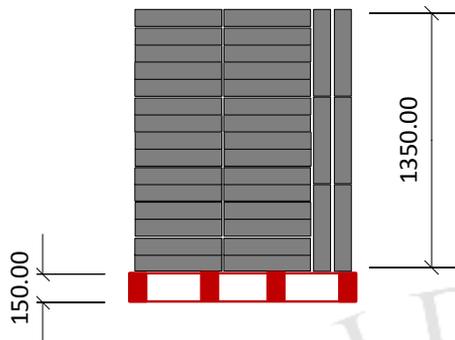
Disposición de cajas en parihuela

Tipo de disposición	Cantidad	Unidades
Número de niveles en disposición horizontal	15	Niveles
Número de niveles en disposición vertical	3	niveles

Elaboración propia

Figura 5.17

Ubicación de cajas apiladas



Elaboración propia

En base a la disposición descrita, la cantidad de cajas que se colocaran en una parihuela será 72 unidades. A partir de ello, se calculará la cantidad de módulos de rack necesarios para almacenar 5 días de producción en el último periodo del proyecto, 2020.

Tabla 5.34

Cálculo del número de racks

Descripción	Cantidad	Unidades
Producción diaria estimada para el año 2020	11	parihuelas/día
Días requeridos de almacenaje	5	días
Número de parihuelas a almacenar	55	parihuelas
Posiciones de rack por nivel	6	posiciones
Niveles de rack	3	niveles
Número de posiciones	18	posiciones
Requerimiento de racks	3	Modulos de rack

Elaboración propia

Tabla 5.35

Cálculo de la dimensión del almacén de producto terminado

Dimensiones del Modulo de Rack	Cantidad	Unidades
Largo	8	metros
Ancho	1.5	metros
Alto	4.8	metros
Alto por nivel	1.6	metros
Área requerida	36.7	m2
Área de pasadizo para transito de montacarga	70	m2
Área para almacenaje temporal de pariehulas vacias	13	m2
Área total	120	m2

Elaboración propia

Al final este almacén de producto terminado tendrá un área de 120 metros cuadrados.

Respecto al almacén de materia prima, se consideró la cantidad de kilogramos que contiene cada saco con plástico reciclado molido.

Tabla 5.36

Cálculo del peso de la parihuela con carga.

Parihuela	Largo(cm)	Ancho(cm)	Alto(cm)	Cantidad de sacos	Peso Total (kg)
Sacos con PP	120	100	80	12	300
Sacos con PEAD	120	100	80	12	300

Elaboración propia

El inventario de materia prima será para 6 días de producción, para calcular el área requerida se consideró los siguientes criterios:

Tabla 5.37

Criterios de dimensionamiento del almacén de materia prima.

Descripción	Cantidad	Unidades
Peso	300	kg/parihuela
Requerimiento 2020	3,091	Toneladas
Número de parihuelas	10,304	parihuelas/año
Número de parihuelas/mes	859	parihuelas/mes
Número de parihuelas/sem	198	parihuelas/semana
Número de parihuelas en piso por módulo	32	parihuelas
Niveles por módulo	4	niveles
Cantidad de parihuelas por módulo	128	parihuelas
Número de modulos requeridos	2	módulos
Área de almacenaje	76.8	m²

Elaboración propia

De acuerdo a los cálculos descritos, el área requerida para almacenar el plástico reciclado es 76.8 metros cuadrados. Por otro lado, el espacio requerido para almacenar los insumos menores se calculó de la siguiente manera:

Tabla 5.38**Cálculo del número de posiciones para almacenar los insumos menores**

Tipo de insumo a almacenar	Número de posiciones necesarias	Presentación		Unidad de presentación	Cantidad /parihuela	Requerimiento anual	Unidad de requerimiento	Número de parihuelas requeridas/semana
CaCo3	2	25	kg	Saco	750	74	Toneladas	2
Estabilizador	1	25	kg	Saco	600	11	Toneladas	1
Marterbatch	1	25	kg	Saco	740	37	toneladas	1
Cajas	20	1	caja	unidad	240	239,783	cajas	20
Tinta de serigrafía	1	5	kg	balde	100	22	Toneladas	1
Esmalte	1	5	kg	balde	150	77	Toneladas	2
Etiquetas	1	300	caja	caja	10800	239,783	Etiquetas	1
Total de posiciones requeridas								28

Elaboración propia

De acuerdo a los cálculos descritos, se requerirá 28 posiciones para almacenar los insumos menores. A partir de ello, se calculó el número de racks requeridos y finalmente el área, el cual es 19 metros cuadrados.

Tabla 5.39**Cálculo del área del almacén de materia prima**

Descripción	Cantidad	Unidades
Posiciones para otros insumos	28	posiciones
Niveles	3	niveles
Número de posiciones por nivel	5	posiciones
Total de posiciones por rack	15	posiciones
Cantidad de rack requeridos	2	racks
Área de módulos de rack	19.5	m2
Área de pazadizos para tránsito	123.7	m2
Área total	220	m2

Elaboración propia

Finalmente el área del almacén de insumos será 220 metros cuadrados.

A continuación se presentan las áreas de los otros espacios de la planta:

Tabla 5.40

Dimensionamiento de los otros espacios de la planta

Áreas	m2
Mantenimiento	20
Calidad	16
Oficinas	140
Comedor	41
Baños de oficina	22
Baños de Planta de producción	37

Elaboración propia

5.12.3. Dispositivos de seguridad industrial y señalización

Para la determinación de los dispositivos de seguridad industrial que usará en la planta se tendrá en cuenta los siguientes puntos:

1. Seguridad en máquinas

- a) Protección por candado de seguridad: Consiste en bloquear los mandos de accionamiento de una máquina cuando ésta va a ser abierta o revisada. La acción del bloqueo se realiza, inactivando los mandos de accionamiento, mediante un candado y una etiqueta de seguridad que informe la no activación del equipo.
- b) Enclavamiento: Dispositivo que permite inactivar la máquina o inactiva la posibilidad de acceder a una parte de la máquina, hasta que las piezas en movimiento de la misma, se hayan detenido por completo.
- c) Guardas: es un elemento utilizado específicamente para garantizar la protección mediante una barrera material.

2. Protección contra riesgos eléctricos en instalaciones

- a) Puesta a tierra para equipos e instalaciones.
- b) Instalación de interruptor diferencial.

3. Equipos de protección personal (EPP)

- a) Equipos de protección de ojos: lentes de seguridad
- b) Equipos de protección de manos: guantes.
- c) Equipos de protección de pies: botas de seguridad.
- d) Equipos de protección de la cabeza: cascos.
- e) Equipos de protección de los oídos: tapones de oídos.

4. Protección contra incendios

Como se mencionó en seguridad y salud ocupacional se usará detectores de humo para las zonas de mayor carga combustible, extintores PQS en las distintas áreas y una bomba contra incendios y gabinetes para eventos de gran magnitud.

Asimismo, se usarán señales industriales que ayudarán a los trabajadores a evitar accidentes; a continuación, se muestran algunas de ellas:

Figura 5.18

Señales de prohibición

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROHIBIDO FUMAR		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO APAGAR CON AGUA		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO FUMAR Y LLAMAS DESNUDAS		NEGRO	ROJO	BLANCO	
AGUA NO POTABLE		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO PASAR A LOS PEATONES		NEGRO	ROJO	BLANCO	

Fuente: Ramírez, C. , (2005)

Figura 5.19

Señales de obligación

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROTECCION OBLIGATORIA DE VÍAS RESPIRATORIAS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CABEZA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DEL OÍDO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LA VISTA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS MANOS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LOS PIES		BLANCO	AZUL	BLANCO	

Fuente: Ramírez, C. , (2005)

Figura 5.20

Símbolos de seguridad

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
RIESGO DE INCENDIO MATERIAS INFLAMABLES		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE EXPLOSION MATERIAS EXPLOSIVAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE RADIACION MATERIAL RADIOACTIVO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE CARGAS SUSPENDIDAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE INTOXICACION SUSTANCIAS TOXICAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE CORROSION SUSTANCIAS CORROSIVAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO ELECTRICO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

Fuente: Ramírez, C. , (2005)

Figura 5.21

Señales que indican ubicación de salidas de emergencia

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
LOCALIZACION SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION HACIA SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	

Fuente: Ramírez, C. , (2005)

5.12.4. Disposición general

Para la disposición general se utilizará primero la tabla relacional para determinar la proximidad entre las áreas. Se utilizaron los siguientes códigos:

Tabla 5.41

Códigos de proximidades

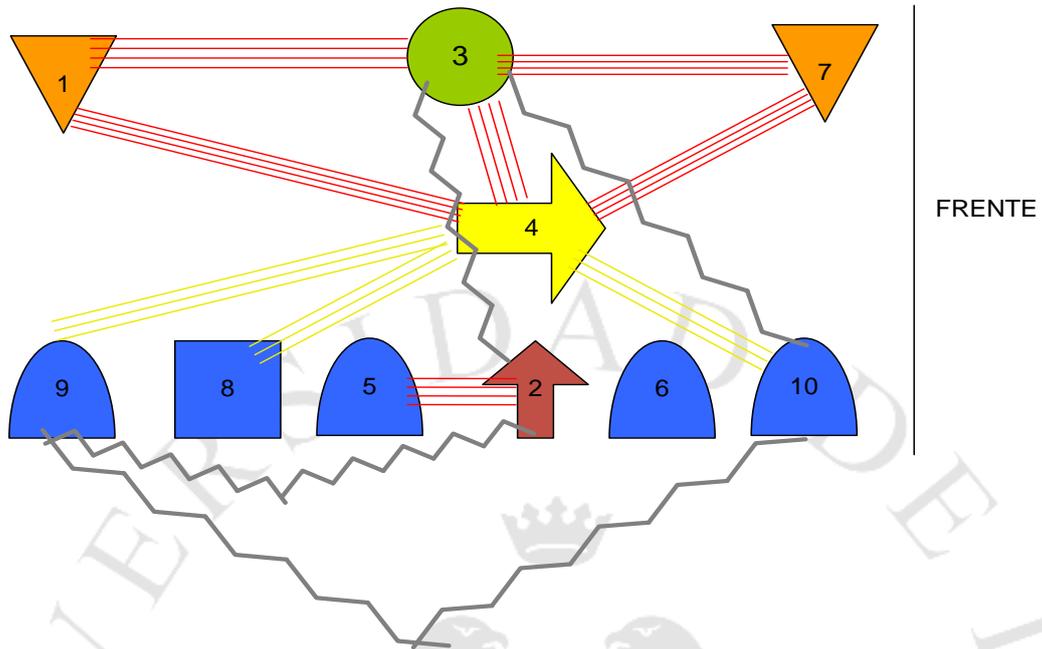
Códigos	Proximidad	Color	Nº líneas
A	Absolutamente necesario	Rojo	4
E	Especialmente necesario	Amarillo	3
U	Sin importancia		
X	No recomendable	Plomo	1

Elaboración propia

A continuación se presenta la Cuadro relacional con su cuadro de motivos; además, se presenta el detalle de las relaciones, diagrama relacional y el diagrama de espacios.

Figura 5.23

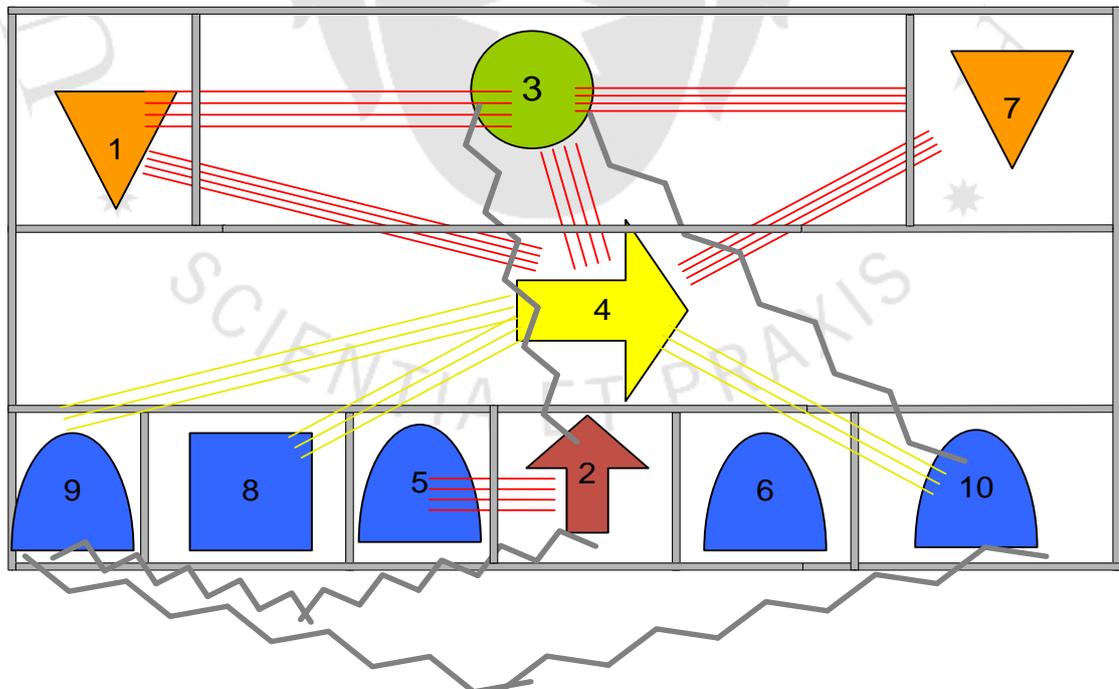
Diagrama relacional



Elaboración propia

Figura 5.24

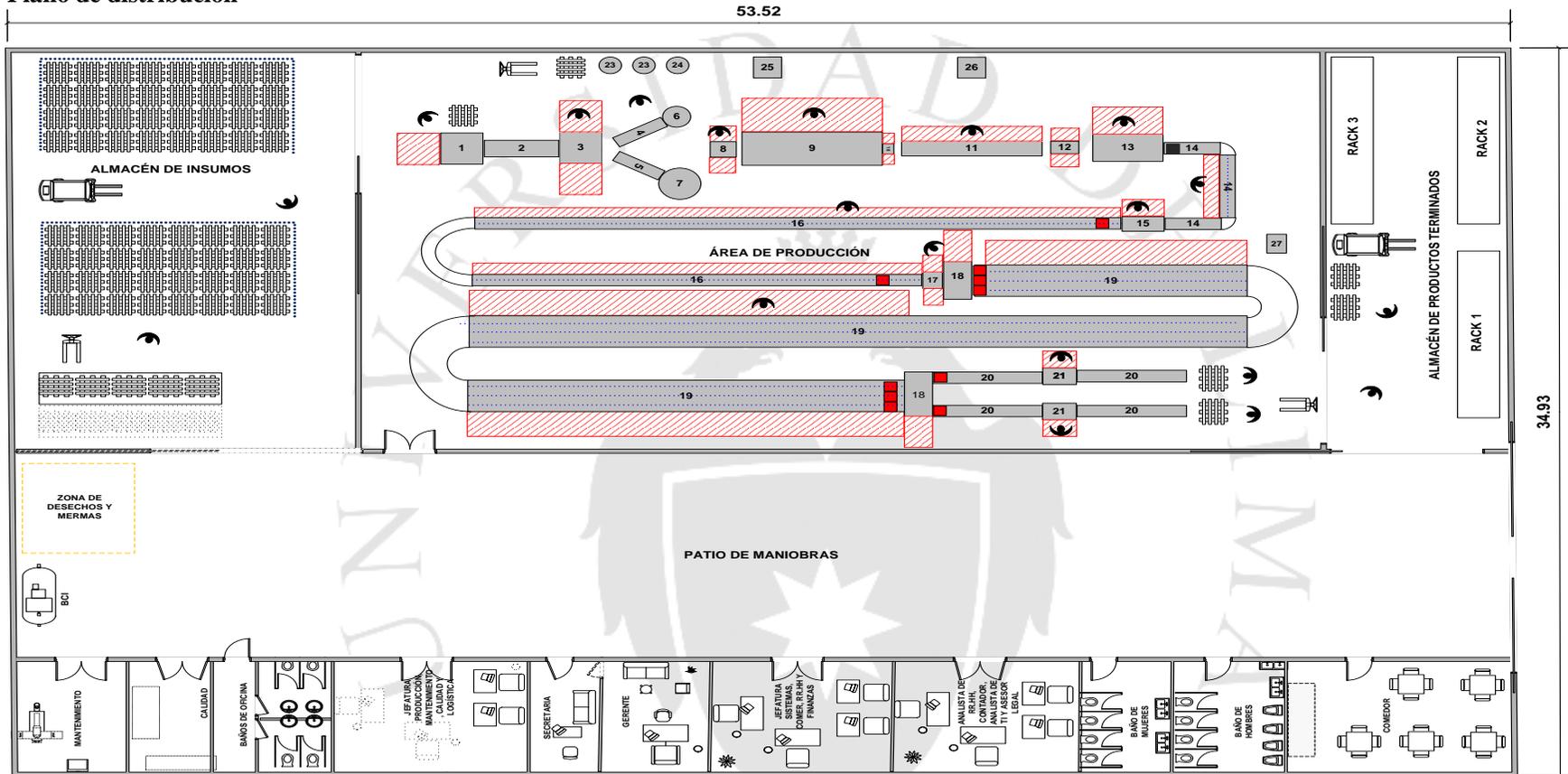
Diagrama de espacios



Elaboración propia

Figura 5.25

Plano de distribución



LEYENDA:

1. Tolva de abastecimiento a máquina trituradora.
2. Faja transportadora de alimentación a máquina trituradora.
3. Trituradora.
4. Faja transportadora de alimentación a silo de PE molido.
5. Faja transportadora de alimentación a silo de PP molido.
6. Silo de almacenamiento de polipropileno.
7. Silo de almacenamiento de polietileno.
8. Dosificador.
9. Extrusora.
10. Cabezal.
11. Túnel de Enfriamiento.
12. Equipo estabilizador horizontal de perfil extruido.
13. Cortadora.
14. Faja transportadora de baldosas - secado de agua.

LEYENDA:

15. Rodillo serigrafador.
16. Faja transportadora de baldosas - secado de serigrafía.
17. Esmaltador.
18. Equipo divisor.
19. Faja transportadora de baldosas - secado de esmalte.
20. Mesa encajado.
21. Faja transportadora de cajas.
22. Tolva de almacenamiento de carbonato de calcio.
23. Tolva de almacenamiento de pigmento.
24. Tolva de almacenamiento de estabilizante.
25. Equipo de vacío.
26. Chiller.
27. Compresora.
28. Direccionadores de ventilación (.....).

LEYENDA:

- Zona gravitacional
- Zona de operación



PLANO DE DISTRIBUCIÓN: PLANTA DE PROCESAMIENTO DE BALDOSAS TIPO MADERA PLÁSTICA

ESCALA: 1:100	FECHA: 16/06/2015	DIBUJANTES: MICHAEL AGUILAR Y RONALD DE LA CRUZ		AREA: 1857 m ²
------------------	----------------------	--	--	------------------------------

5.13. Cronograma de implementación del proyecto

Para la implementación del proyecto se considerarán las siguientes actividades:

Tabla 5.43

Plan de implementación del proyecto

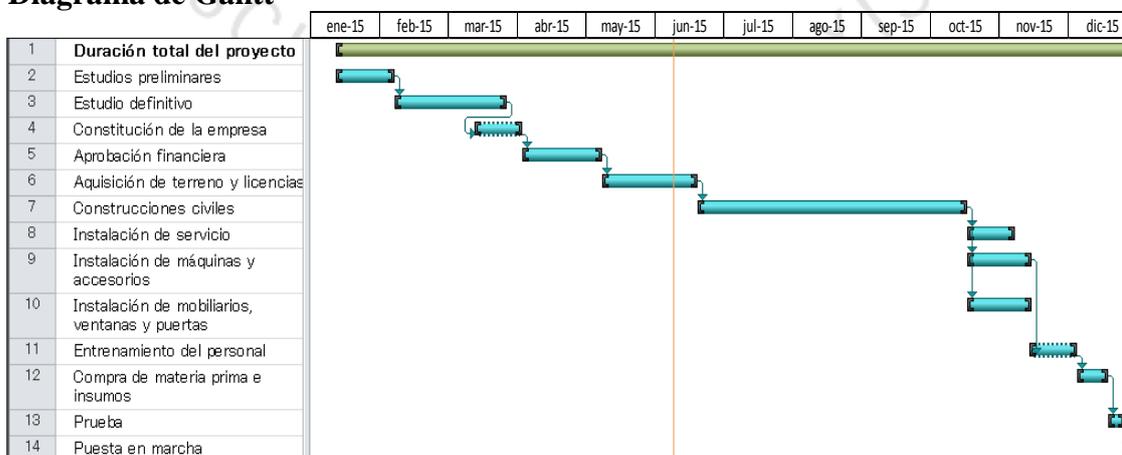
Tarea	Duración	Inicio	Fin
Duración total del proyecto	249 días	09/01/2015	23/12/2015
Estudios preliminares	18 días	09/01/2015	03/02/2015
Estudio definitivo	35 días	04/02/2015	24/03/2015
Constitución de la empresa	15 días	11/03/2015	31/03/2015
Aprobación financiera	25 días	01/04/2015	05/05/2015
Adquisición de terreno y licencias	30 días	06/05/2015	16/06/2015
Construcciones civiles	85 días	17/06/2015	13/10/2015
Instalación de servicio	15 días	14/10/2015	03/11/2015
Instalación de máquinas y accesorios	20 días	14/10/2015	10/11/2015
Instalación de mobiliarios, ventanas y puertas	20 días	14/10/2015	10/11/2015
Entrenamiento del personal	15 días	10/11/2015	30/11/2015
Compra de materia prima e insumos	10 días	01/12/2015	14/12/2015
Prueba	5 días	15/12/2015	21/12/2015
Puesta en marcha	2 días	22/12/2015	23/12/2015

Elaboración propia

A continuación se muestra el diagrama de Gantt del proyecto:

Figura 5.26

Diagrama de Gantt



Elaboración propia

CAPÍTULO VI: ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA

6.1. Organización empresarial

El tipo de sociedad comercial de la empresa será una sociedad anónima (S.A.). Además, dentro de la organización de la empresa se distinguirá entre 3 grados o niveles: directivo, ejecutivo y operativo. Los encargados de la dirección de la empresa se deben ocupar de planificar, organizar, gestionar y controlar.

La división del trabajo será a través de una organización jerárquica con estructura funcional. Basada en la agrupación de las especialidades ocupacionales que son similares o relacionadas.

Se propone la siguiente división de áreas en la empresa:

a) Gerencia General

Área líder y responsable de la conducción de las operaciones de la organización. Se encargará del proceso de planeamiento, organización, dirección y control.

b) Producción

Área encargada de la gestión del proceso productivo del área, realizando una adecuada gestión de los recursos y herramientas. Está dividido en 3 áreas:

1. Logística

Departamento encargado de la realización de compras de los materiales y recursos necesarios para el correcto funcionamiento de la empresa.

2. Calidad

Área encargada de supervisar e implementar procedimientos para el aseguramiento de la calidad en las diferentes etapas del proceso productivo.

3. Mantenimiento

Área encargada de elaborar planes de mantenimiento y garantizar el correcto funcionamiento de la planta.

c) Comercial

El área de ventas está encargada de las estrategias comerciales de los productos y la búsqueda de nuevos mercados; además está a cargo de:

1. Ventas

Área encargada de ofrecer los productos a las inmobiliarias y centros mayoristas. Además, brindará información sobre las preferencias de los clientes al área de Investigación y Desarrollo.

2. Investigación y Desarrollo

Área encargada de dirigir y coordinar las actividades relacionadas con el análisis, desarrollo y evaluación de nuevos productos, así como la mejora y actualización de los existentes.

d) Administración

El área de administración está encargada de velar por el funcionamiento de la empresa y de la operación del negocio. Se encuentra dividida en:

1. Finanzas

Departamento encargado de asegurar la disponibilidad de recursos financieros y económicos para llevar a cabo las

operaciones de la empresa, además de los procesos de contabilidad, presupuestos y tesorería.

2. Recursos Humanos

Departamento encargado de la gestión eficaz del personal de la empresa a través de sus procesos de selección, contratación y capacitación del mismo. También se encargará de la gestión de seguridad y salud en el trabajo.

3. Sistemas

Área encargada de la administración de los sistemas operativos y al soporte a los usuarios de los computadores centrales o corporativos.

e) Servicios internos

Área que cumple funciones de apoyo como asesoría jurídica y recepción.

6.2. Requerimientos de personal directivo, administrativo y de servicios

A continuación se muestran los requerimientos de personal para la planta:

Tabla 6.1**Requerimientos de personal**

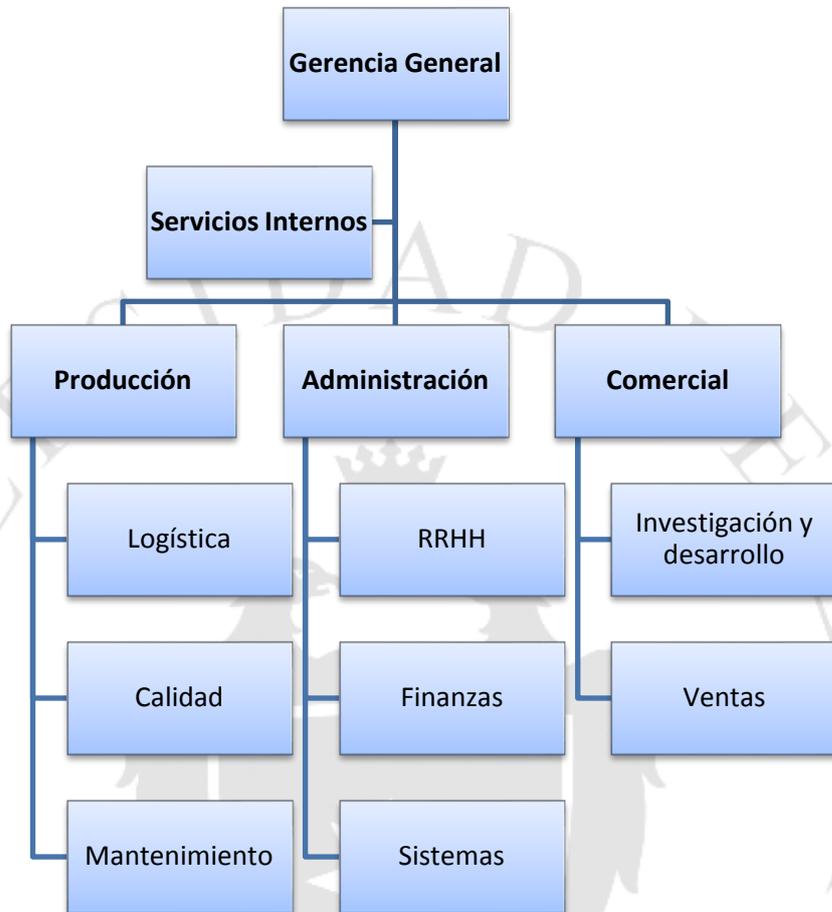
Requerimiento de personal	Área	Cargo	N° de personas	TOTAL
Directivo	Gerencia General	Gerente	1	1
Administrativo	Administración	Jefe	1	16
	RRHH	Encargado	1	
		Analista de RRHH	1	
	Comercial	Jefe	1	
	Ventas	Vendedor	3	
	Finanzas	Encargado	1	
		Contador	1	
	Logística	Encargado	1	
	Mantenimiento	Encargado	1	
	Calidad	Encargado	1	
	Producción	Jefe	1	
	Investigación y Desarrollo	Encargado	1	
	Sistemas	Encargado	1	
Analista de TI		1		
Servicios Internos	Recepción	Secretaria	1	2
	Legal	Asesor	1	

Elaboración propia

6.3. Estructura organizacional

A continuación se muestra el organigrama de la empresa:

Figura 6.1
Organigrama de la empresa



Elaboración Propia

CAPÍTULO VII: ASPECTOS ECONÓMICOS Y FINANCIEROS

7.1. Inversiones

7.1.1. Estimación de las inversiones

A continuación se muestran las inversiones en activo fijo tangible, intangible y capital de trabajo.



Tabla 7.1

Inversión en Activos fijos tangibles

ACTIVOS FIJOS TANGIBLES		S/. 3,174,220		
Activos	Descripción	Precio en S/.	Unidades (m2)	Importe (S/.)
Infraestructura	Terreno (m2)	788	1,857	1,462,388
	Construcción de área productiva (m2)	210	1,400	343,853
	Construcción de oficinas (m2)	190	457	86,830
	Montaje e instalaciones			65,414
Equipos y máquinas de producción	Tolva de abastecimiento a máquina trituradora	9,000	1	9,000
	Faja transportadora de alimentación a máquina trituradora. Tramo 1	5,600	1	5,600
	Faja transportadora de alimentación a máquina trituradora. Tramo 2	9,240	1	9,240
	Faja transportadora de alimentación a silo de PE molido. Tramo 1	5,600	1	5,600
	Faja transportadora de alimentación a silo de PE molido. Tramo 2	5,432	1	5,432
	Faja transportadora de alimentación a silo de PP molido. Tramo 1	5,600	1	5,600
	Faja transportadora de alimentación a silo de PP molido. Tramo 2	4,816	1	4,816
	Silo de almacenamiento de polipropileno	6,500	1	6,500
	Silo de almacenamiento de polietileno	8,000	1	8,000
	Tolva de almacenamiento de carbonato de calcio	3,000	1	3,000
	Tolva de almacenamiento de pigmento	3,000	1	3,000
	Tolva de almacenamiento de estabilizante	3,000	1	3,000
	Equipo de vacío	20,540	1	20,540
	Cabezal	12,008	1	12,008
	Chiller	14,220	1	14,220
	Equipo estabilizador horizontal de perfil extruido	11,060	1	11,060
	Compresora	12,640	1	12,640
	Faja transportadora de baldosas a secado de agua.	12,000	1	12,000
	Direccionadores de ventilación	850	1	850
	Faja transportadora de baldosas a secado de decorado	45,000	1	45,000
Direccionadores de ventilación	11,300	1	11,300	
Faja transportadora de baldosas a secado de esmaltado	48,000	1	48,000	

Equipos y máquinas de producción	Direccionadores de ventilación	13,300	1	13,300
	Equipo divisor	45,000	2	90,000
	Faja transportadora de cajas	7,000	2	14,000
	Trituradora	60,000	1	60,000
	Dosificador	36,400	1	36,400
	Extrusora	400,000	1	400,000
	Túnel de Enfriamiento	43,000	1	43,000
	Cortadora	55,000	1	55,000
	Rodillo serigrafador	75,000	1	75,000
	Esmaltador	25,000	1	25,000
	Mesa encajado	3,500	2	7,000
Equipos de Almacén	Racks	12,000	5	60,000
	Stoka mecánica	1,500	2	3,000
	Módulos	10,000	2	20,000
Equipos de servicio	Equipos del área de Calidad	3,000	1	3,000
	Equipos del área de Mantenimiento	5,000	1	5,000
Muebles y enseres	Computadoras	1,200	15	18,000
	Escritorios	250	15	3,750
	Sillas de oficinas	80	16	1,280
	Sillas de comedor	40	20	800
	Mesas de comedor	60	5	300
	Puertas oficinas, baños, comedor, calidad y Mantenimiento	300	13	3,900
	Puerta de producción, almacenes y principal	2,500	6	15,000
	Baños de oficina	800	2	1,600
	Baños de producción	2,500	2	5,000

Elaboración propia

Tabla 7.2**Inversión en activos fijos intangibles**

ACTIVOS FIJOS INTANGIBLES		S/. 34,280		
Activos	Descripción	Precio en S/.	Unidades	Importe (S/.)
Intangibles	Estudios previos			3,000
	Estudios definitivos (gastos operativos e ingeniero de proyectos)			6,500
	Inscripción de minuta en registros públicos			3,400
	Obtencion de Ruc y Registros públicos			380
	Obtencion de licencia de funcionamiento			2,300
	Adquisición de libros contables			450
	Implementación de oficinas y servicios			2,450
	Gastos puestos en marcha			8,000
	Entrenamiento y capacitación			2,800
	Contingencias			5,000

Elaboración propia

Tabla 7.3**Inversión en capital de trabajo e Inversión Total**

CAPITAL DE TRABAJO	S/. 1,001,786
INVERSIÓN TOTAL	S/. 4,210,286

Elaboración propia

7.1.2. Capital de trabajo

Para calcular el capital de trabajo, primero se calculó el costo de operación anual considerando materiales directos, mano de obra directa e indirecta, electricidad, agua, telecomunicaciones, publicidad y distribución.

Tabla 7.4**Cálculo del costo de operación anual en soles**

Material directo	5,818,688
Mano de obra	552,881
CIF	1,065,826
Sueldos	1,203,992
Energía de oficina	5,425
Agua de baños y servicios	5,084
Telecomunicaciones	36,000
Útiles de oficina	600
Publicidad	7,000
Distribución	10,500
Gasto Total Anual	8,705,996

Elaboración propia

Luego se calculó los días de ciclo de caja mediante la siguiente fórmula: días de llegada de materiales + periodo de venta + días para cuentas por cobrar – días para cuentas por pagar (Jiménez, Rojas y Ospina, 2013).

Tabla 7.5**Cálculo de los días de ciclo de caja**

Días de llegada de mercancías	5
Periodo de venta	7
Días para cuentas por cobrar	60
Días para cuentas por pagar	30
Días ciclo de caja	42

Elaboración propia

Finalmente se utilizó la fórmula del método de desfase y se obtuvo el capital de trabajo.

Figura 7.1**Fórmula para calcular el capital de trabajo**

$$\text{Capital de trabajo} = \frac{S/.8,705,996}{365 \text{ días}} \times 42 \text{ días} = S/.1,001,786$$

Elaboración propia

7.2. Costos de producción

7.2.1. Costos de materias primas, insumos y otros materiales

La materia prima será el polietileno de alta densidad y polipropileno reciclado, los insumos serán los aditivos y los materiales de empaque serán las cajas, etiquetas, zunchos y cinta adhesiva. A continuación se detalla los costos respectivos para el primer año:

Tabla 7.6

Cálculo del costo de los materiales directos

Materiales	Precio unitario (S/.)	Cantidad	Costo total S/.
Residuo plástico (toneladas)	1600	2,927	4,683,823
Masterbach (toneladas)	6000	30	181,619
Estabilizador (toneladas)	8000	9	72,648
CaCO ₃ (toneladas)	3000	61	181,619
Tinta de serigrafía (toneladas)	5000	18	90,969
Esmalte (litros)	8	55,858	446,865
Etiquetas (unidades)	0.2	195,948	39,190
Cajas (unidades)	0.6	195,948	117,569
Zunchos (kg)	9.48	316	2,993
Cinta (unidades)	1.58	882	1,393
TOTAL			5,818,688

Elaboración propia

Para todos los años se proyectó los costos de los materiales directos en total:

Tabla 7.7

Costo de materiales directos hasta el 2020 en S/.

	2016	2017	2018	2019	2020
Costo de Material directo	5,818,688	6,144,109	6,469,529	6,794,950	7,120,371

Elaboración propia

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

A continuación se muestran los costos anuales de electricidad.

Tabla 7.8**Costo de energía eléctrica en (S/.)**

	2016	2017	2018	2019	2020
Máquinas y Equipos					
Costo de energía Activa Horas Punta	107,906	107,906	107,906	89,921	89,921
Costo de energía Activa Fuera de Punta	196,757	196,757	196,757	283,210	283,210
Cargo fijo	44	44	44	44	44
Costo de energía Reactiva	33,468	33,468	33,468	41,835	41,835
Cargo Potencia Activa Generación	180,083	180,083	180,083	180,083	180,083
Cargo Potencia Activa Red Distribución	41,988	41,988	41,988	41,988	41,988
Iluminación y equipos de oficina					
Costo de energía Activa Horas Punta	7,056	7,056	7,056	5,880	5,880
Costo de energía Activa Fuera de Punta	15,302	15,302	15,302	20,956	20,956
Cargo Potencia Activa Generación	14,004	14,004	14,004	14,004	14,004
Cargo Potencia Activa Red Distribución	3,507	3,507	3,507	3,507	3,507
Total	600,115	600,115	600,115	681,429	681,429

Elaboración propia

Para el cálculo del costo de energía se utilizó la tarifa MT3 de la empresa Luz del Sur (Luz del Sur S.A.A, 2015), porque esta empresa tiene la concesión de la zona de Lurín. Respecto a la selección de la tarifa se tomó en consideración la máxima demanda y el horario de producción, cuya hora de inicio será a las 7:00 horas y acabará pasada las 18:00 horas, en efecto el proyecto requerirá estar presente en horas punta. Asimismo se determinó la máxima demanda, cuyo valor es 302.6 kW y se consideró un factor de potencia de 0.8 y 1 para las máquinas y equipos complementarios y luminarias respectivamente.

Para el consumo de agua se consideró la estructura tarifaria del servicio de agua potable y alcantarillado de Lima - Sedapal S.A (Sedapal, 2015). A continuación se muestra los cálculos para el consumo de agua de producción y oficinas.

Tabla 7.9**Costo del consumo de agua para producción**

Servicio	Rango m3	S/. /m3 unitario	Consumo en m3	S/. /mes
Agua	0 a 1000	4.322	15	66
Desagüe	0 a 1000	1.888	15	29
Cargo fijo				4.89
Total Mensual				99.075
Total Anual				1,189

Fuente: Sedapal, (2015)

Elaboración propia

Tabla 7.10**Costo del consumo de agua oficinas y servicios**

Servicio	Rango m3	S/. /m3 unitario	Consumo en m3	S/. /mes
Agua	0 a 1000	4.322	31.2	134.85
Desagüe	0 a 1000	1.888	31.2	58.91
Cargo fijo				4.89
Total Mensual				198.64
Total Anual				2,384

Fuente: Sedapal, (2015)

Elaboración propia

7.2.3. Costo de la mano de obra

- **Mano de obra directa**

Para hallar el cálculo de mano de obra directa se ha tomado en cuenta solo a las personas que intervienen en el proceso de producción; por ello, únicamente se ha considerado al número de operarios calculado anteriormente y el sueldo de 950 soles mensuales. Se consideró 14 sueldos por año y 9% de aporte para Essalud y 0.75% para Senati.

Tabla 7.11**Costo de la mano de obra directa en S/.**

	2016	2017	2018	2019	2020
Costo de Mano obra directa	552,881	552,881	552,881	841,482	841,482

Elaboración propia

- **Mano de obra indirecta**

Para la mano de obra indirecta también se consideró 14 sueldos por año y un 9% de aporte para Essalud y 0.75% para Senati; a continuación se muestra el detalle.

Tabla 7.12

Costo de la mano de obra indirecta en (S/.)

Puesto	Número de personas	Sueldo bruto	2016	2017	2018	2019	2020
Técnico de Mantenimiento	2	1400	49,344	49,344	49,344	51,017	51,017
Técnico de Calidad	2	1200	42,771	42,771	42,771	44,205	44,205
Almacenero	2	1200	42,771	42,771	42,771	44,205	44,205
Supervisor	2	2500	85,496	85,496	85,496	88,483	88,483
			220,383	220,383	220,383	227,911	227,911

Elaboración propia

7.3. Presupuesto de ingresos y egresos

7.3.1. Presupuesto de ingreso por ventas

Para el presupuesto de ventas se ha considerado un precio de S/.16.5 /m² con la finalidad de competir con las baldosas de cerámica importada y nacional.

Dado que el mercado objetivo es el sector socioeconómico B y C, la baldosa ingresaría al mercado con una estrategia de liderazgo en costos para mantener un precio bajo; y de esta manera lograr un posicionamiento rápido al ser reconocido por la calidad y precio bajo.

A continuación se muestra la siguiente tabla que detalla el cálculo del precio por caja:

Tabla 7.13**Cálculo del precio de la caja**

Precio S./m ²	16.5
Área m ² /baldosa	0.2025
Precio S./baldosa	3.34
Precio S./caja	53.46

Elaboración propia

Con este precio se tendrá el presupuesto de ventas:

Tabla 7.14**Presupuesto de ventas**

	2016	2017	2018	2019	2020
Unidad de Venta (cajas)	195,948	206,907	217,866	228,825	239,783
Precio (S./caja)	53.5	53.5	53.5	53.5	53.5
Ventas (S./)	10,475,395	11,061,250	11,647,105	12,232,961	12,818,816

Elaboración propia

7.3.2. Presupuesto operativo de costos

En este punto se muestran los presupuestos operativos para determinar el costo de producción (materiales directos, mano de obra directa, depreciación fabril y no fabril, servicios y costos indirectos de fabricación). Para los cuadros de depreciación se indica el precio, el porcentaje de depreciación y la depreciación anual de cada activo. Finalmente se muestra el valor en libros después del periodo del proyecto.

Tabla 7.15**Presupuesto de depreciación fabril en (S/.)**

Descripción	Importe (S/.)	Depreciación	2016	2017	2018	2019	2020	Depreciación total	Valor libros
Terreno (m2)	1,462,388	-	-	-	-	-	-	-	1,462,388
Construcción de área productiva (m2)	343,853	5%	17,193	17,193	17,193	17,193	17,193	85,963	257,889
Construcción de oficinas (m2)	86,830	5%	4,342	4,342	4,342	4,342	4,342	21,708	65,123
Montaje e instalaciones	65,414	10%	6,541	6,541	6,541	6,541	6,541	32,707	32,707
Tolva de abastecimiento a máquina trituradora	9,000	10%	900	900	900	900	900	4,500	4,500
Faja transportadora de alimentación a máquina trituradora. Tramo 1	5,600	10%	560	560	560	560	560	2,800	2,800
Faja transportadora de alimentación a máquina trituradora. Tramo 2	9,240	10%	924	924	924	924	924	4,620	4,620
Faja transportadora de alimentación a silo de PE molido. Tramo 1	5,600	10%	560	560	560	560	560	2,800	2,800
Faja transportadora de alimentación a silo de PE molido. Tramo 2	5,432	10%	543	543	543	543	543	2,716	2,716
Faja transportadora de alimentación a silo de PP molido. Tramo 1	5,600	10%	560	560	560	560	560	2,800	2,800
Faja transportadora de alimentación a silo de PP molido. Tramo 2	4,816	10%	482	482	482	482	482	2,408	2,408
Silo de almacenamiento de polipropileno	6,500	10%	650	650	650	650	650	3,250	3,250
Silo de almacenamiento de polietileno	8,000	10%	800	800	800	800	800	4,000	4,000
Tolva de almacenamiento de carbonato de calcio	3,000	10%	300	300	300	300	300	1,500	1,500
Tolva de almacenamiento de pigmento	3,000	10%	300	300	300	300	300	1,500	1,500
Tolva de almacenamiento de estabilizante	3,000	10%	300	300	300	300	300	1,500	1,500
Equipo de vacío	20,540	10%	2,054	2,054	2,054	2,054	2,054	10,270	10,270
Cabezal	12,008	10%	1,201	1,201	1,201	1,201	1,201	6,004	6,004
Chiller	14,220	10%	1,422	1,422	1,422	1,422	1,422	7,110	7,110

Equipo estabilizador horizontal de perfil extruido	11,060	10%	1,106	1,106	1,106	1,106	1,106	5,530	5,530
Compresora	12,640	10%	1,264	1,264	1,264	1,264	1,264	6,320	6,320
Faja transportadora de baldosas a secado de agua.	12,000	10%	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	6,000	6,000
Direccionadores de ventilación	850	10%	85	85	85	85	85	425	425
Faja transportadora de baldosas a secado de decorado	45,000	10%	4,500	4,500	4,500	4,500	4,500	22,500	22,500
Direccionadores de ventilación	11,300	10%	1,130	1,130	1,130	1,130	1,130	5,650	5,650
Faja transportadora de baldosas a secado de esmaltado	48,000	10%	4,800	4,800	4,800	4,800	4,800	24,000	24,000
Direccionadores de ventilación	13,300	10%	1,330	1,330	1,330	1,330	1,330	6,650	6,650
Equipo divisor	90,000	10%	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	45,000	45,000
Faja transportadora de cajas	14,000	10%	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	7,000	7,000
Trituradora	60,000	10%	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	30,000	30,000
Dosificador	36,400	10%	3,640	3,640	3,640	3,640	3,640	18,200	18,200
Extrusora	400,000	10%	40,000	40,000	40,000	40,000	40,000	200,000	200,000
Túnel de Enfriamiento	43,000	10%	4,300	4,300	4,300	4,300	4,300	21,500	21,500
Cortadora	55,000	10%	5,500	5,500	5,500	5,500	5,500	27,500	27,500
Rodillo serigrafiador	75,000	10%	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	37,500	37,500
Esmaltador	25,000	10%	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500	12,500	12,500
Mesa encajado	7,000	10%	700	700	700	700	700	3,500	3,500

Elaboración propia

Tabla 7.16**Presupuesto de depreciación no fabril en (S/.)**

Descripción	Importe S/.	Depreciación	2016	2017	2018	2019	2020	Depreciación total	Valor residual
Racks	60,000	10%	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	30,000	30,000
Stoka mecánica	3,000	10%	300	300	300	300	300	1,500	1,500
Módulos	20,000	10%	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	10,000	10,000
Equipos del área de Calidad	3,000	10%	300	300	300	300	300	1,500	1,500
Equipos del área de Mantenimiento	5,000	10%	500	500	500	500	500	2,500	2,500
Computadoras	18,000	25%	4,500	4,500	4,500	4,500		18,000	0
Escritorios	3,750	10%	375	375	375	375	375	1,875	1,875
Sillas de oficinas	1,280	10%	128	128	128	128	128	640	640
Sillas de comedor	800	10%	80	80	80	80	80	400	400
Mesas de comedor	300	10%	30	30	30	30	30	150	150
Puertas oficinas, baños, comedor, calidad y	3,900	10%	390	390	390	390	390	1,950	1,950
Puerta de producción, almacenes y principal	15,000	10%	1,500	1,500	1,500	1,500	1,500	7,500	7,500
Baños de oficina	1,600	10%	160	160	160	160	160	800	800
Baños de producción	5,000	10%	500	500	500	500	500	2,500	2,500

Elaboración propia

Tabla 7.17**Presupuesto de costo de producción en (S/.)**

	2016	2017	2018	2019	2020
Costo de Material directo	5,818,688	6,144,109	6,469,529	6,794,950	7,120,371
Costo Mano de obra directa	552,881	552,881	552,881	841,482	841,482
Energía Eléctrica Planta	594,689	594,689	594,689	676,003	676,003
Agua	1,189	1,189	1,189	1,189	1,189
Técnico de mantenimiento	49,344	49,344	49,344	51,017	51,017
Técnico de calidad	42,771	42,771	42,771	44,205	44,205
Técnico de almacén	42,771	42,771	42,771	44,205	44,205
Supervisor de producción	85,496	85,496	85,496	88,483	88,483
Depreciación Fabril	131,245	131,245	131,245	131,245	131,245
Seguridad	19,200	19,200	19,200	28,800	28,800
Limpieza	19,200	19,200	19,200	28,800	28,800
Alquiler de equipos de almacén	72,000	72,000	72,000	72,000	72,000
Suministros	3,120	3,120	3,120	3,120	3,120
Uniformes	4,800	4,800	4,800	6,720	6,720
Costo total CIF	1,065,826	1,065,826	1,065,826	1,175,788	1,175,788
COSTO DE PRODUCCIÓN	7,437,395	7,762,816	8,088,237	8,812,220	9,137,641

Elaboración propia

7.3.3. Presupuesto operativo de gastos generales

Tabla 7.18

Presupuesto de gastos generales en (S/.)

	2016	2017	2018	2019	2020
Gastos administrativos y ventas	1,258,092	1,258,092	1,258,092	1,258,092	1,258,092
Gerente	163,367	163,367	163,367	163,367	163,367
Jefes	247,550	247,550	247,550	247,550	247,550
Encargados	464,427	464,427	464,427	464,427	464,427
Vendedores	102,020	102,020	102,020	102,020	102,020
Analista RRHH	34,007	34,007	34,007	34,007	34,007
Analista TI	34,007	34,007	34,007	34,007	34,007
Asesor legal	82,517	82,517	82,517	82,517	82,517
Secretaria	25,922	25,922	25,922	25,922	25,922
Contador	50,177	50,177	50,177	50,177	50,177
Telecomunicaciones	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000
Útiles de oficina	600	600	600	600	600
Publicidad	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000
Distribución	10,500	10,500	10,500	10,500	10,500
Energía, agua y servicios	10,509	10,509	10,509	10,509	10,509
Depreciación no fabril	21,105	21,105	21,105	21,105	21,105
Amortización de intangibles	3,428	3,428	3,428	3,428	3,428
Total	1,293,133	1,293,133	1,293,133	1,293,133	1,293,133

Elaboración propia

7.4. Flujo de fondos netos

7.4.1. Servicio de la deuda

Para determinar el servicio de la deuda, se tomará en cuenta el programa multisectorial en nuevos soles de COFIDE. Este programa financia proyectos de inversión de hasta 10 millones de soles, por lo que se adecúa a este proyecto. Sin embargo, la tasa de interés es fijada por los intermediarios financieros (bancos, cajas municipales, financieras). El banco BCP será el intermediario financiero elegido y la tasa de interés será de 15%. Además, la inversión será dividida en 40% de capital propio y 60% de financiamiento externo; las cuotas serán constantes y el préstamo se realizará en el año 0 con periodo de gracia total.

Tabla 7.19**Servicio de la deuda en S/.**

Año	Deuda	Intereses	Amortización	Cuotas	Saldo
0	2,526,172				
1	2,905,097	435,765	430,871	866,636	2,474,226
2	2,474,226	371,134	495,502	866,636	1,978,724
3	1,978,724	296,809	569,827	866,636	1,408,897
4	1,408,897	211,335	655,301	866,636	753,596
5	753,596	113,039	753,596	866,636	0

TEA	15.00%
CUOTA	866,636

Elaboración propia

7.4.2 Estado de Ganancias y pérdidas

A continuación se muestra el estado de ganancias y pérdidas:

Tabla 7.20**Estado de Ganancias y Pérdidas**

	2016	2017	2018	2019	2020
INGRESO POR VENTAS	10,475,395	11,061,250	11,647,105	12,232,961	12,818,816
(+)INVENTARIO INICIAL	0	9,554	12,932	10,354	2,092
(-)INVENTARIO FINAL	9,554	12,932	10,354	2,092	1,182
(+)COSTO DE PRODUCCION	7,437,395	7,762,816	8,088,237	8,812,220	9,137,641
(-)COSTO DE VENTAS	7,427,841	7,759,438	8,090,815	8,820,481	9,138,551
UTILIDAD BRUTA	3,047,554	3,301,812	3,556,291	3,412,479	3,680,265
(-)GASTOS GENERALES	1,293,133	1,293,133	1,293,133	1,293,133	1,293,133
(-)GASTOS FINANCIERO	435,765	371,134	296,809	211,335	113,039
UTILIDAD ANTES DE IMP Y PARTICIPACIONES	1,318,656	1,637,545	1,966,349	1,908,012	2,274,092
(-) PARTICIPACIONES (10%)	131,866	163,754	196,635	190,801	227,409
(-) IMPUESTO A LA RENTA (28%)	369,224	458,513	550,578	534,243	636,746
UTILIDAD ANTES RESERVA LEGAL	817,567	1,015,278	1,219,136	1,182,967	1,409,937
(-) RESERVA LEGAL	81,757	101,528	121,914	31,625	
UTILIDAD NETA	735,810	913,750	1,097,223	1,151,342	1,409,937

Elaboración propia

7.4.3. Flujo de fondos económicos

Tabla 7.21

Flujo de fondos económicos

	0	1	2	3	4	5
UTILIDAD ANTES DE RESERVA LEGAL		817,567	1,015,278	1,219,136	1,182,967	1,409,937
(+) DEPRECIACION FABRIL		131,245	131,245	131,245	131,245	131,245
(+) DEPRECIACION NO FABRIL		21,105	21,105	21,105	21,105	21,105
(+) AMORTIZACION DE INTANGIBLES		3,428	3,428	3,428	3,428	3,428
(+)GASTOS FINANCIEROS x (1-t)		313,751	267,216	213,702	152,161	81,388
(+) VALOR DE LIBROS		0	0	0	0	2,416,974
(+) RECUPERO DE CAPITAL DE TRABAJO						1,001,786
(-)INVERSION	-4,210,286					
FLUJO DE FONDOS ECONOMICO	-4,210,286	1,287,094	1,438,271	1,588,616	1,490,905	5,065,863

Elaboración propia

7.4.4. Flujo de fondos financieros

Tabla 7.22

Flujo de fondos financieros

	0	1	2	3	4	5
UTILIDAD ANTES DE RESERVA LEGAL		817,567	1,015,278	1,219,136	1,182,967	1,409,937
(+) DEPRECIACION FABRIL		131,245	131,245	131,245	131,245	131,245
(+) DEPRECIACION NO FABRIL		21,105	21,105	21,105	21,105	21,105
(+) AMORTIZACION DE INTANGIBLES		3,428	3,428	3,428	3,428	3,428
(-)AMORTIZACION DEL PRESTAMO		430,871	495,502	569,827	655,301	753,596
(+) VALOR EN LIBROS		0	0	0	0	2,416,974
(+) RECUPERO DE CAPITAL DE TRABAJO						1,001,786
(-)INVERSION	-4,210,286					
(+) PRESTAMO	2,526,172					
FLUJO DE FONDOS FINANCIERO	-1,684,114	542,473	675,553	805,086	683,443	4,230,878

Elaboración propia

CAPÍTULO VIII: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO

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

El COK del accionista es del 16.95%. El cálculo del se encuentra en el Anexo 8.

Tabla 8.1

Evaluación Económica

VAN ECONÓMICO	2,047,310
RELACION B / C	1.49
TIR	32%
PERIODO DE RECUPERACION (AÑOS)	4.12

Elaboración propia

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

Aquí también el COK del accionista es del 16.95%. El cálculo del se encuentra en el Anexo 8.

Tabla 8.2

Evaluación Financiera

VAN FINANCIERO	2,076,057
RELACION B / C	2.23
TIR F	47%
PERIODO DE RECUPERACION (AÑOS)	3.61

Elaboración propia

8.3. Análisis de los resultados económicos y financieros del proyecto

Como se puede observar en los puntos 8.1 y 8.2, bajo ambos tipos de evaluación el proyecto es factible. El VAN en ambos casos sale positivo, lo cual indica que el proyecto es viable, por otro lado la TIR es mayor que el rendimiento esperado de los accionistas, el cual es 16.95%, por lo cual se concluye que el proyecto sobrepasa las expectativas planteadas por los accionistas. Entre ambas evaluaciones se puede observar que el proyecto respaldado con un financiamiento es una mejor opción ya que la relación

beneficio/costo es mayor (2.23 de B/C frente a un 1.49 de B/C de la evaluación económica). Además, el periodo de recupero en la evaluación económica es mayor a la financiera siendo este último más conveniente para el proyecto.

8.4. Análisis de sensibilidad del proyecto

Se considerará 3 variaciones para el análisis de sensibilidad:

1. Variación en el precio: Se variará el precio de la baldosa y se mantendrá constante el COK del accionista.

Tabla 8.3

Variación en el precio de venta

Precio (S./m ²)	Variación %	VANE	VANF	TIRE	TIRF
15.9	-3.6%	1,219,362	1,248,109	26%	35%
16.2	-1.8%	1,633,336	1,662,083	29%	41%
16.5	0	2,047,310	2,076,057	32%	47%
16.8	1.8%	2,461,284	2,490,030	35%	54%
17.1	3.6%	2,875,257	2,904,004	38%	60%

Elaboración propia

Se puede apreciar que al disminuir el precio hasta llegar a 15.9, los indicadores financieros disminuyen bastante; mientras que si se aumenta el precio hasta llegar a 17.1, los indicadores financieros mejoran considerablemente.

2. Variación en la tasa de interés: Se variará la tasa de interés (TEA) y se mantendrá constante el COK del accionista y el precio de la baldosa.

Tabla 8.4

Variación en la tasa de interés (TEA)

Tasa de interés	Variación %	VANE	VANF	TIRE	TIRF
13%	-13.3%	2,031,821	2,193,486	32.25%	49.11%
14%	-6.7%	2,039,479	2,135,298	32.31%	48.25%
15%	0	2,047,310	2,076,057	32.37%	47.37%
16%	6.7%	2,055,315	2,015,758	32.43%	46.48%
17%	13.3%	2,063,495	1,954,400	32.50%	45.58%

Elaboración propia

En este caso se observa que al disminuir la tasa de interés el TIRF y VANF aumentan, mientras que el VANE y TIRE disminuyen. Si aumenta la tasa de interés, el VANF y TIRF disminuyen.

3. Variación en el costo de la materia prima: Se variará el costo de la materia prima manteniendo constante el precio de venta y el COK del accionista.

Tabla 8.5

Variación en el costo de materia prima

Costo plástico (S./kg)	Variación %	VANE	VANF	TIRE	TIRF
1.20	-25.0%	4,723,560	4,751,387	52.79%	91.06%
1.40	-12.5%	3,385,435	3,413,722	42.52%	68.61%
1.60	0	2,047,310	2,076,057	32.37%	47.37%
1.80	12.5%	709,185	738,392	22.29%	27.41%
2.00	25.0%	-628,940	-599,273	12.21%	8.76%

Elaboración propia

Se observa que al disminuir el costo de materia prima los indicadores financieros aumentan considerablemente; mientras que un aumento de este costo reduce significativamente los indicadores financieros, volviendo al proyecto no viable.

CAPÍTULO IX: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO

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

El proyecto tendrá gran influencia en las zonas aledañas al lugar elegido para su localización y en la misma zona de la localización. Estas zonas serán Lurín, Villa el Salvador, Chorrillos, San Juan de Miraflores, Punta Negra, Punta hermosa y San Bartolo. Asimismo, se impulsará la formación de asociaciones y Mypes de personas dedicadas al reciclaje y que puedan volverse proveedores para la planta.

9.2. Impacto en la zona de influencia del proyecto

La instalación de una planta de producción de baldosas de plástico reciclado para piso y pared en el distrito de Lurín, generará empleo de 2 formas: la primera será a través de la contratación directa de personal para la planta y la segunda, de forma indirecta, fomentará la creación de microempresas dedicadas al reciclaje de plástico; de esta manera, se mejorará la calidad de vida de los habitantes; por otro lado, tendrá un impacto positivo respecto al cuidado del medio ambiente de la zona de influencia ya que para la industrialización de las baldosas se reciclará el plástico y se utilizará como insumo principal para su elaboración. Con esto se reducirá la cantidad de residuos sólidos plásticos desechados y se reaprovechará en beneficio para la comunidad.

9.3. Impacto social del proyecto

Para evaluar un proyecto de inversión desde el punto de vista social es necesario el uso de indicadores macroeconómicos. A continuación los más importantes:

1. Valor Agregado

El valor agregado mide el aporte generado por el proceso productivo a las materias primas o insumos para su transformación. Este incluye sueldos, salarios, intereses, depreciaciones, utilidades, impuestos, etc. A fin de realizar el cálculo correspondiente se utilizó como tasa de descuento social al COK.

Tabla 9.1

Cálculo del valor agregado

	2016	2017	2018	2019	2020
INGRESO POR VENTAS	10,475,395	11,061,250	11,647,105	12,232,961	12,818,816
COSTO DE MATERIALES	5,818,688	6,144,109	6,469,529	6,794,950	7,120,371
VALOR AGREGADO ANUAL	4,656,707	4,917,141	5,177,576	5,438,011	5,698,445

Tasa de descuento social	11%
Valor agregado	S/. 18,935,829

Elaboración propia

Al finalizar el año 5to año el proyecto ha generado un valor agregado de S/. 18, 935, 829

2. Densidad Capital

La Densidad de Capital mide la relación entre el total invertido y la cantidad de puestos de trabajo generado.

Tabla 9.2

Cálculo de la densidad capital

Inversión total	4,210,286
Puestos de trabajo	81
Densidad de capital	51,979

Elaboración propia

El proyecto invertirá S/. 51,979 por cada puesto de trabajo generado.

3. Producto Capital:

El indicador Producto Capital mide la relación entre el valor agregado y la inversión total

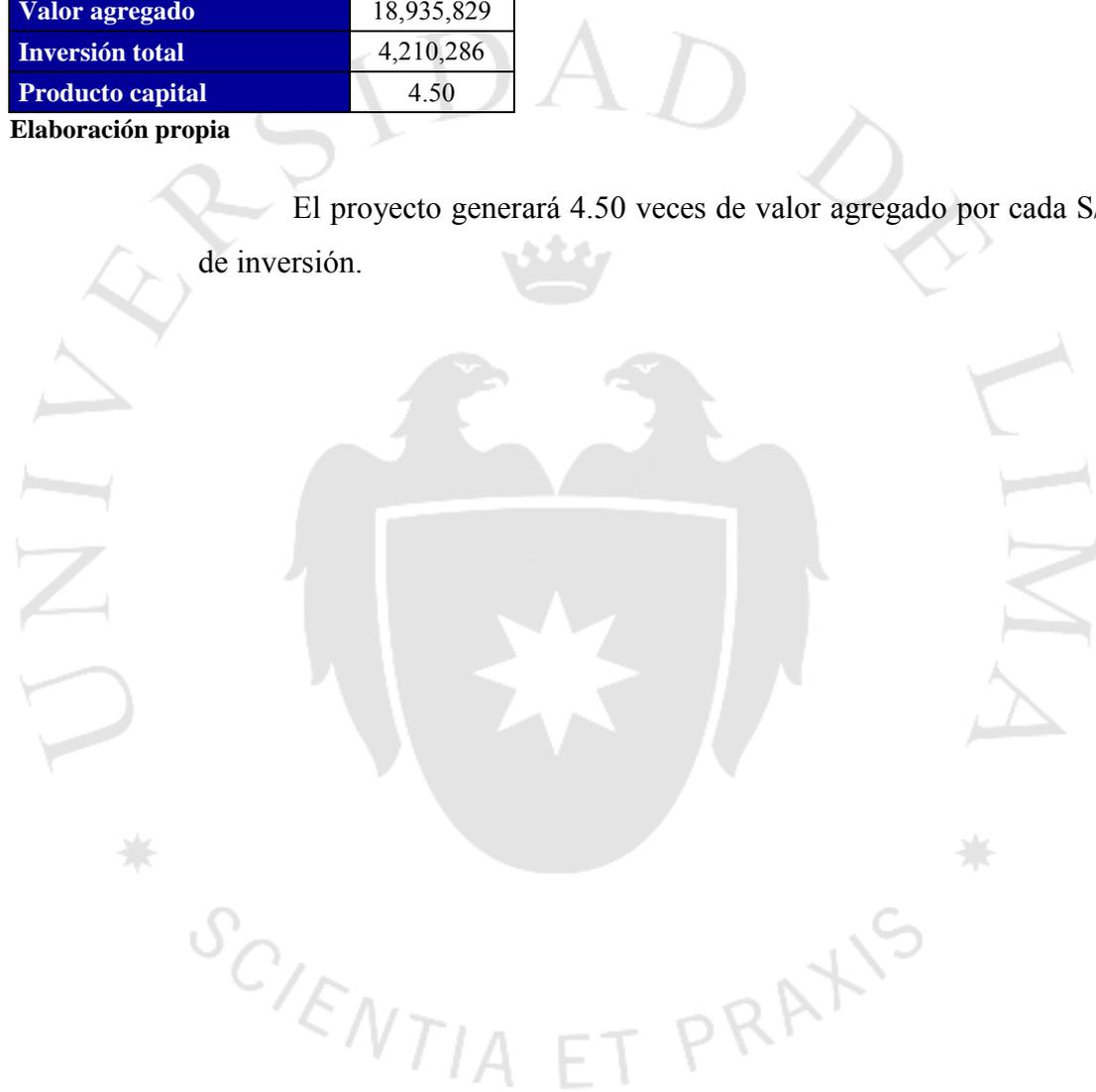
Tabla 9.3

Cálculo del producto capital

Valor agregado	18,935,829
Inversión total	4,210,286
Producto capital	4.50

Elaboración propia

El proyecto generará 4.50 veces de valor agregado por cada S/. 1 de inversión.

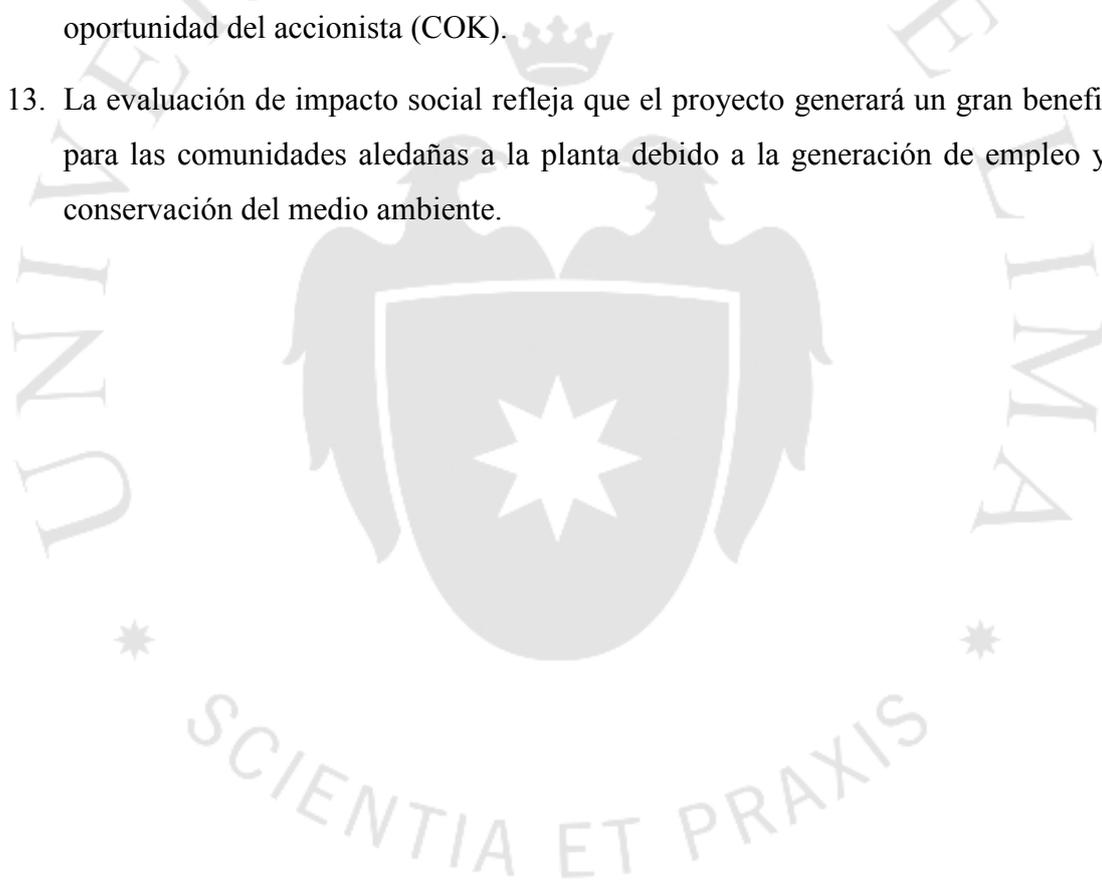


CONCLUSIONES

1. El estudio de mercado demuestra la existencia de una demanda creciente de baldosas para piso y pared, la cual asciende a 776,898 m² para la demanda del proyecto en el año 2020. Esto se debe a una mayor oferta y demanda de viviendas y al crecimiento de la clase media.
2. La existencia de empresas como Madecoplast S.A.C, que desarrolla productos de acabado para el sector de la construcción a base de material plástico reciclado, aportará en la consolidación de la estrategia de penetración de mercado de productos como la baldosa de plástico reciclado.
3. La disponibilidad de materia prima está asegurada hasta el 2020 ya que el requerimiento de la planta no supera el 5% de toda la materia prima disponible a nivel de Lima Metropolitana.
4. La planta será ubicada en Lima Metropolitana según el análisis de macro localización y será instalada en el distrito de Lurín según el análisis de micro localización.
5. El punto de equilibrio es de 101,745 cajas al año; por lo tanto, para generar utilidad se necesita vender por encima de esta cantidad.
6. La selección del proceso de extrusión es el más adecuado porque permite lograr mayor continuidad en el proceso de producción y tiene mayor aplicabilidad en mezcla de polímeros.
7. En base al 2018, año en el cual se establecerá con mayor certeza la utilización de los equipos, se ha determinado el cuello de botella o capacidad máxima de planta el cual asciende a 276,440 cajas/año.
8. De acuerdo a la capacidad de planta, en los primeros años del proyecto se tendrá una capacidad ociosa del 11% el cual se utilizará en contratiempos de arranque de planta. Respecto a los últimos años la capacidad ociosa es de 5% el cual será utilizado para realizar una parada de planta y overhaul de los equipos.
9. Es importante establecer un lote estándar de producción para preparar los insumos principales y materiales de envasado; asimismo asegurar la productividad de la

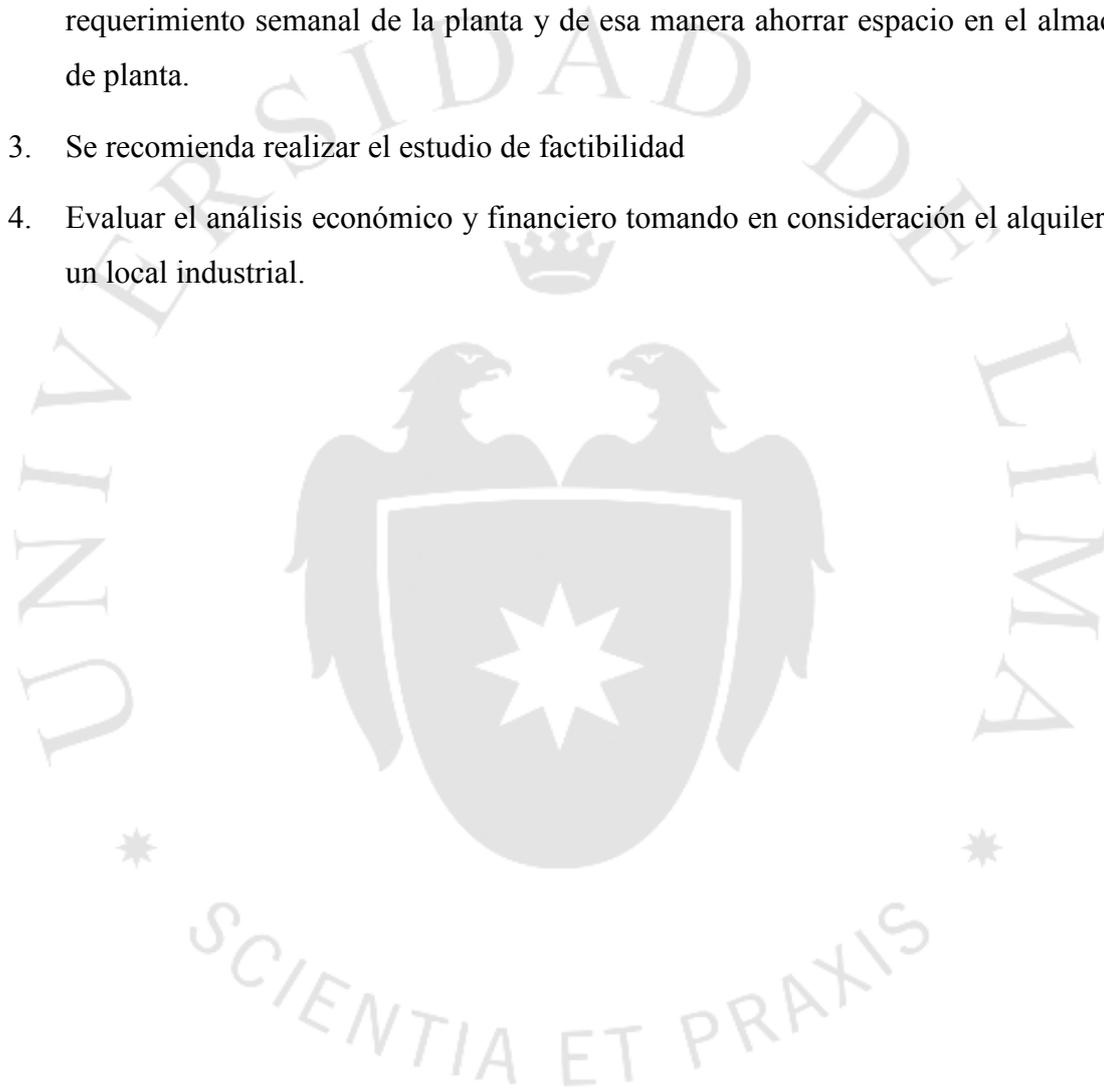
máquina extrusora, la cual requiere un calentamiento previo de 6 horas. Para este proyecto se establece 360 cajas como lote de producción.

10. El método de Guerchet establece un tamaño mínimo de planta de 353 m², pero de acuerdo a la distribución de los equipos y al rol de trabajo se ha llegado a establecer un área final de producción de 660 m².
11. El precio de la baldosa (16.5 soles por m²) está relacionado a una estrategia de liderazgo en costos para establecer a la vez una estrategia de promoción para el ingreso de este producto sustituto y así lograr una mayor penetración de mercado.
12. Después de realizar las evaluaciones económicas y financieras, se puede decir que el proyecto es factible dado que el TIRE Y TIRF son mayores al costo de oportunidad del accionista (COK).
13. La evaluación de impacto social refleja que el proyecto generará un gran beneficio para las comunidades aledañas a la planta debido a la generación de empleo y la conservación del medio ambiente.



RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que para optimizar el espacio en almacenes en este tipo de producto de presentación uniforme lo mejor es utilizar racks de 3 a 4 niveles.
2. En el caso de la materia prima principal, se recomienda hacer un contrato con el proveedor para que en sus instalaciones puedan almacenar y separar parte del requerimiento semanal de la planta y de esa manera ahorrar espacio en el almacén de planta.
3. Se recomienda realizar el estudio de factibilidad
4. Evaluar el análisis económico y financiero tomando en consideración el alquiler de un local industrial.



REFERENCIAS

- ADC. (2015). *Cotización de máquinas y equipos complementarios*. Lima.
- Amut. (s.f.). Unidades de calibración y enfriamiento. Recuperado de http://www.andexport.com/espanol/prod_extrusion_perfil_unid_calibra.php
- APEIM. (2014). Niveles Socioeconómicos. Recuperado de <http://apeim.com.pe/>
- ARELLANO MARKETING. (2015). Noticias Capital Humano. Recuperado de www.arellanomarketing.com
- AW. Faber Castell Peruana. (2015). *Informe MODFLOW de baldosa de plástico reciclado*. Lima.
- AW. Faber Castell Peruana. (2015). *Informe Mensual de Producción*. Lima.
- Beltrán, M., y Marcilla, A. (2012). *Tecnología de Polímeros Procesado y Propiedades*. Valencia: Publicaciones Universidad de Alicante.
- Blanco, F. (Agosto de 2014). Escuela de Ingeniería de Minas, Energía y Materiales. Recuperado de www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion8.PLASTICOS.MateriasPrimas
- CAPECO. (2014). *El mercado de edificaciones urbanas en Lima metropolitana y el Callao*. Lima.
- CCI Servicios y Suministros Industriales. (2015). *Diseño de molde*. Lima.
- CRBE. (2013). Mercado Industrial - Lima. Recuperado de <http://www.cbre.com/>
- DATA TRADE. (2014). Importaciones de baldosas cerámicas. Recuperado de www.datatrade.com
- Diaz, F. (2012). *Conformado de Materiales Plásticos*. Recuperado de http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m6/conformado%20de%20plasticos.pdf
- DIGESA. (2015). Registro de EC-RS. Recuperado de www.digesa.minsa.gob.pe
- Enco. (s.f.). Líneas de Esmaltado. Recuperado de <http://enco.it/prodotti.php?lang=spa>
- Ferro-Spain S.A. (2011). *Decoración digital*. Valencia.
- Gallego, K., Lopez, B., y Gartner, C. (Julio de 2006). Estudio de mezclas de polímeros reciclados para el mejoramiento de sus propiedades. *Revista de la facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia*(37), 59-70.

- Guajardo, A. B., Najar, L. E., y Prósperi, S. (2014). *Propiedad de los plásticos reciclado*. Mendoza.
- Hongjiang. (s.f). Conveyor machine. Recuperado de <http://spanish.alibaba.com/product-gs/multi-row-transmission-conveyor-machine-60381996341.html>
- INEI. (2014). Porcentaje de hogares sin acceso a Servicios Básicos. Recuperado de <http://www.inei.gob.pe/>
- INEI. (2015). Índice de precios de cerámica esmaltada y sin esmaltar. Recuperado de <http://www.inei.gob.pe/>
- INEI. (2015). Porcentaje de hogares sin acceso a Servicios Básicos. Recuperado de <http://www.inei.gob.pe/>
- Instituto de defensa legal. (2014). Delitos registrados por distrito. Recuperado de <http://www.idl.org.pe/>
- Jiménez, J., Rojas, F., y Ospina, H. (2013). La importancia del ciclo de caja y el cálculo de capital de trabajo en la gerencia PYME. *Clio América*, 48-63.
- Jinhong. (s.f). Cabezal. Recuperado de <http://spanish.alibaba.com/p-detail/Decoraci%C3%B3n-WPC-columna-de-extrusi%C3%B3n-con-matriz-herramienta-300006890995.html>
- Kogan Cogan, L. (2008). *Manual de introducción a la metodología de la ciencia*. Lima: Fondo Editorial Universidad de Lima.
- Kotler, P., y Armstrong, G. (2008). *Fundamentos de marketing*. México: Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana.
- Luz del Sur S.A.A. (2015). Tarifas Luz del Sur. Recuperado de <https://www.luzdelsur.com.pe/media/pdf/tarifas/TARIFAS.pdf>
- MAXIMIXE CONSULT S.A. (2014). Lozas, cerámicas y porcelana. Lima.
- MAXIMIXE CONSULT S.A. (2014). Riesgos de Mercado. Lima.
- Michaeli, W. (1992). *Extrusion Dies for Plastics and Rubber: Design and Engineering Computations*. Munich: Hanser Publishers.
- MINAM. (2011). Sistematización del programa de asistencia técnica para Municipios de Pisco.
- MINAM. (2013). *Informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales en el Perú Gestión 2012*. Lima: Autor.
- Morales, P. (2012). *Tamaño necesario de muestra: ¿Cuántos sujetos necesitamos?* Madrid.
- Morton-Jones, D. H. (1993). *Procesamiento de plásticos*. Mexico: Limusa.

- Motan. (s.f.). Single conveying units. Recuperado de <http://www.motan-colortronic.com/fileadmin/motan/en/pdf/products/conveying/powder-material-loaders/en-powder-material-loader-CSPE30.pdf>
- Motan-colortronic. (s.f.). Ultrablend. Recuperado de <http://pdf.directindustry.com/pdf/motan-colortronic-gmbh/ultrablend-ub-975/25442-508709.html>
- Naftex. (2012). WPC deking natural fibre extrusion. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=-mJB2xPpiLw>
- Observatorio de criminalidad . (12 de Julio de 2015). Recuperado de <http://www.mpfm.gob.pe/>
- Peru Top Publications. (2012). *Informe Especial: Hacia la consolidación del boom de la construcción*. Lima.
- Plastipol S.A. (17 de Mayo de 2011). Madera plástica. Colombia. Recuperado de https://www.youtube.com/watch?v=R9wrVrK_Soc
- Proceso de serigrafiado. (Agosto de 2015). Recuperado de <http://www.ricoth.it>
- PRODUCE. (2014). Informe de producción anual. Recuperado de <http://www.produce.gob.pe/>
- Ramírez, C. (2005). *Seguridad Industrial, un enfoque integral*. Mexico: Limusa.
- Rapid. (s.f.). Rapid granulator. Recuperado de http://www.rapidgranulator.com/public/downloads/Rapid_Granulator_Overview_ES.pdf
- Refamij. (2015). Fajas transportadoras. Recuperado de <http://refamij.com/>
- Ricoth. (s.f.). Rodillos serigrafiadores. Recuperado de <http://www.ricoth.it/en/prodotto.cfm?wid=147&wide=19>
- RPP. (2014). ECONOMIA NACIONAL. "En 2016 provincias liderarán compra de cerámicos". Recuperado de www.rpp.com.pe.
- Sedapal. (Diciembre de 2015). Eestructura-tarifaria de Sedapal. Recuperado de <http://www.sedapal.com.pe/estructura-tarifaria>
- Shini. (s.f.). Chiller. Recuperado de http://www.shini.com/en/products_i_Colding-Heating_Temperature_Controllers-STC-W.html
- Stoeckhert, K. (1977). *Tratamiento de las superficies de plástico*. Munich: Gustavo Gili.
- Wanrooe. (s.f.). Extrusora. Recuperado de <http://spanish.alibaba.com/products/chinaprofessionalmanufacturewpcprofilemakingplant60089364395.html>

Weida. (s.f.). Cutter. Recuperado de <http://spanish.alibaba.com/product-gs/tile-make-cutter-370128718.html>

Xinlei. (s.f.). Air compressor. Recuperado de <http://spanish.alibaba.com/product-gs/30hp-xinlei-xl30a-380v-screw-air-compressor-with-frequency-converter-rotary-air-compressor-screw-1702991125.html?s=p>



BIBLIOGRAFIA

- Córdoba, C., Mera, J., Martínez, D. y Rodríguez, J. (2010). *APROVECHAMIENTO DE POLIPROPILENO Y POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD RECICLADOS, REFORZADOS CON FIBRA VEGETAL, TETERA (Stromanthe Stromathoides)*. Pasto.
- Ciudadanos al día. (2013). Atención al ciudadano en municipalidades distritales de Lima. Recuperado de <http://www.ciudadanosaldia.org/>
- Department of Executive Services Finance and Business Operations Division Procurement and Contract Services Section of King County. (2012). Plastic Lumber. Recuperado de http://www.kingcounty.gov/operations/procurement/Services/~~/media/operations/procurement/documents/EP_Products_Plastic.ashx
- Díaz, B., Jarufe, B., y Noriega, M. (2007). *Disposición de Planta*. Lima: Fondo editorial Universidad de Lima.
- International, C. (2013). *Parques Industriales*. Spatium.
- Madecoplast SAC. (Diciembre de 2014). Recuperado de <https://www.pyme.pe/madecoplastsac>.
- 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.
- Ministerio de Energía y Minas. (2011). *Guía de orientación para la selección de las tarifas eléctricas a usuarios finales de baja tensión*. Lima.
- Mongrut, S. (Octubre de 2006). Documento de discusión: Tasas de descuento en Latinoamérica: hechos y desafíos. Recuperado de <http://srvnetappseg.up.edu.pe/siswebciup/Files/DD0609%20-%20Mongrut.pdf>
- Navarro, J. F. (2005). *Elaboración y evaluación de tableros aglomerados a base de plástico de alta densidad y fibra de estopa de coco* (Tesis para maestría). Universidad de Colima, Colima, México. Recuperado de http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/JOSE_FIDEL_NAVARRO_ARELLANO.pdf
- Orientación aduanera clasificación arancelaria. (20 de Agosto de 2015). Recuperado de <http://www.sunat.gob.pe/orientacionaduanera/nomenclaturaarancelaria>
- PROEXPANSION. (2014). Los peruanos y la gestión de la basura. Recuperado de <http://proexpansion.com/>
- RAE. (2015). Recuperado de Real Academia Española: <http://www.rae.es/>



ANEXO 1: Prueba Experimental

Lugar: Planta de Inyección y Extruido de la Empresa AW. Faber Castell.

Supervisor especialista: Ingeniero Químico, John Ramírez Roncal.

Resumen:

La prueba experimental se realizó con la finalidad de validar la factibilidad de la mezcla de polietileno de alta densidad y polipropileno reciclado mediante un proceso de extrusión; y a partir de ello obtener la proporción óptima de los componentes y la densidad del compuesto terminado.

Metodología Experimental:

Para el proceso de extrusión se utilizó los siguientes materiales, máquina y accesorios:

- **Materiales:**

1. Polipropileno (PP), tiene un índice de fluidez MFI=2,9 g/10min cf, su temperatura de trabajo en extrusión esta entre 200 y 230 °C y la densidad es de 0.91 g/cm³.
2. Polietileno de alta densidad (PEAD), tiene un índice de fluidez MFI=6,7g/10min cf, su temperatura de trabajo en extrusión esta entre 170 y 220 °C y la densidad es de 0.95 g/cm³
3. Carbonato de calcio: compuesto en pellet para optimizar las propiedades de rigidez y dureza.
4. Estabilizador: compuesto para evitar la degradación de los polímeros en el proceso de extrusión.
5. Marterbatch: pigmento para dar color a la mezcla.

6. Tinta de serigrafía: tinta para el proceso de acabado
7. Esmalte de sacado rápido: recubrimiento final del producto terminado.

- **Máquina:**

La máquina utilizada fue una extrusora de la Planta de Inyección de la empresa AW. Faber Castell Peruana S.A. Asimismo la supervisión y asesoría de la prueba fue realizada con el Ingeniero de Procesos de Planta de Inyección.

- **Accesorio:**

Se utilizó un molde probeta para simular el prototipo de la baldosa, en dicho molde se realizó el vaciado y posterior compresión de la mezcla para obtener un perfil que pueda ser medido y pesado.

Figura: Molde



Elaboración propia

Proporción de mezcla y variables del proceso:

La prueba inició con la mezcla de los polímeros en base a un informe experimental del Centro de Investigación en Materiales de la Universidad de Nariño, Pasto, Colombia cuya investigación tiene el siguiente nombre: “Aprovechamiento del Polipropileno y Polietileno de Alta Densidad Reciclados, Reforzados con Fibra Vegetal Tetera”. La investigación en mención describe

que la combinación de un mayor porcentaje de polipropileno respecto al polietileno de alta densidad permite obtener una mezcla homogénea, cuya característica será un aglomerado duro, propiedad brindada por el polipropileno y a la vez flexible propiedad brindada por el polietileno de alta densidad, lo cual permite que el aglomerado sea flexible en la etapa de corte e incluya la propiedad de dureza para el uso del producto terminado.

Luego se agregó a la mezcla el carbonato de calcio, marterbatch y estabilizante. La proporción de los insumos está basado en valores recomendados por los proveedores en fichas técnicas y además se realizó un contraste con la referencia del libro Tecnología de Polímeros (Beltrán y Marcilla, 2012).

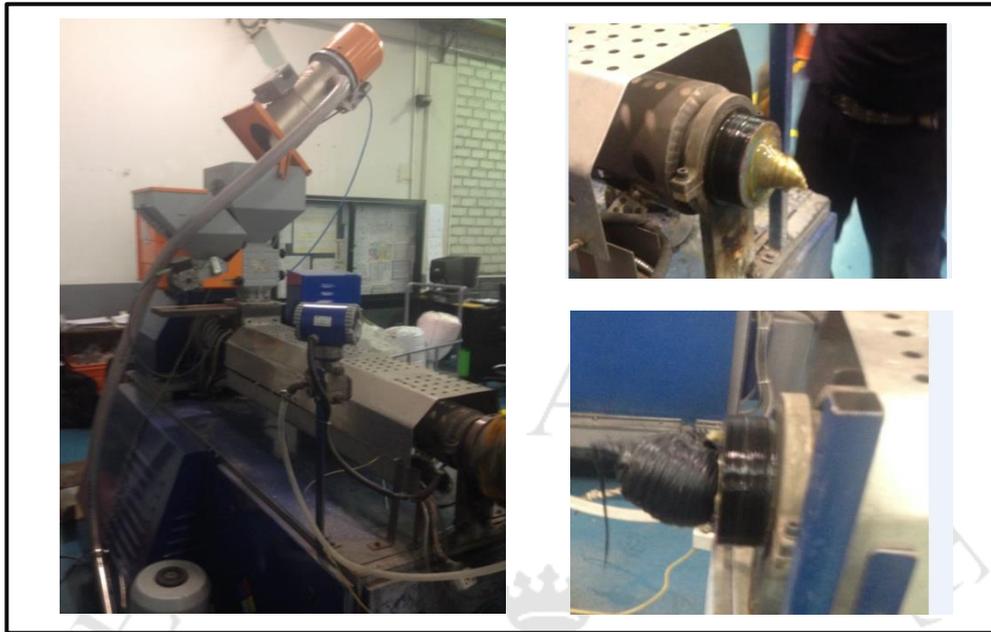
Figura: Mezcla de compuestos



Elaboración Propia.

Una vez finalizada la mezcla, esta fue abastecida en la tolva de la máquina extrusora. En seguida se inició el proceso de extrusión a una temperatura de 180°C y un tiempo de 15 minutos. La temperatura del proceso es referencia de la investigación antes mencionada.

Figura: Proceso de Extrusión



Elaboración propia

Resultados:

La muestra fue realizada para un lote de 5 kg cuya proporción de materiales se detalla a continuación.

Tabla de Composición de mezcla

Insumos	% Composición	Requerimiento (gr)
Polipropileno triturado	87.0%	4,352
Polietileno triturado	9.7%	484
Carbonato de calcio	2.0%	100
Estabilizador	0.3%	15
Pigmento	1.0%	50
	100.0%	5000

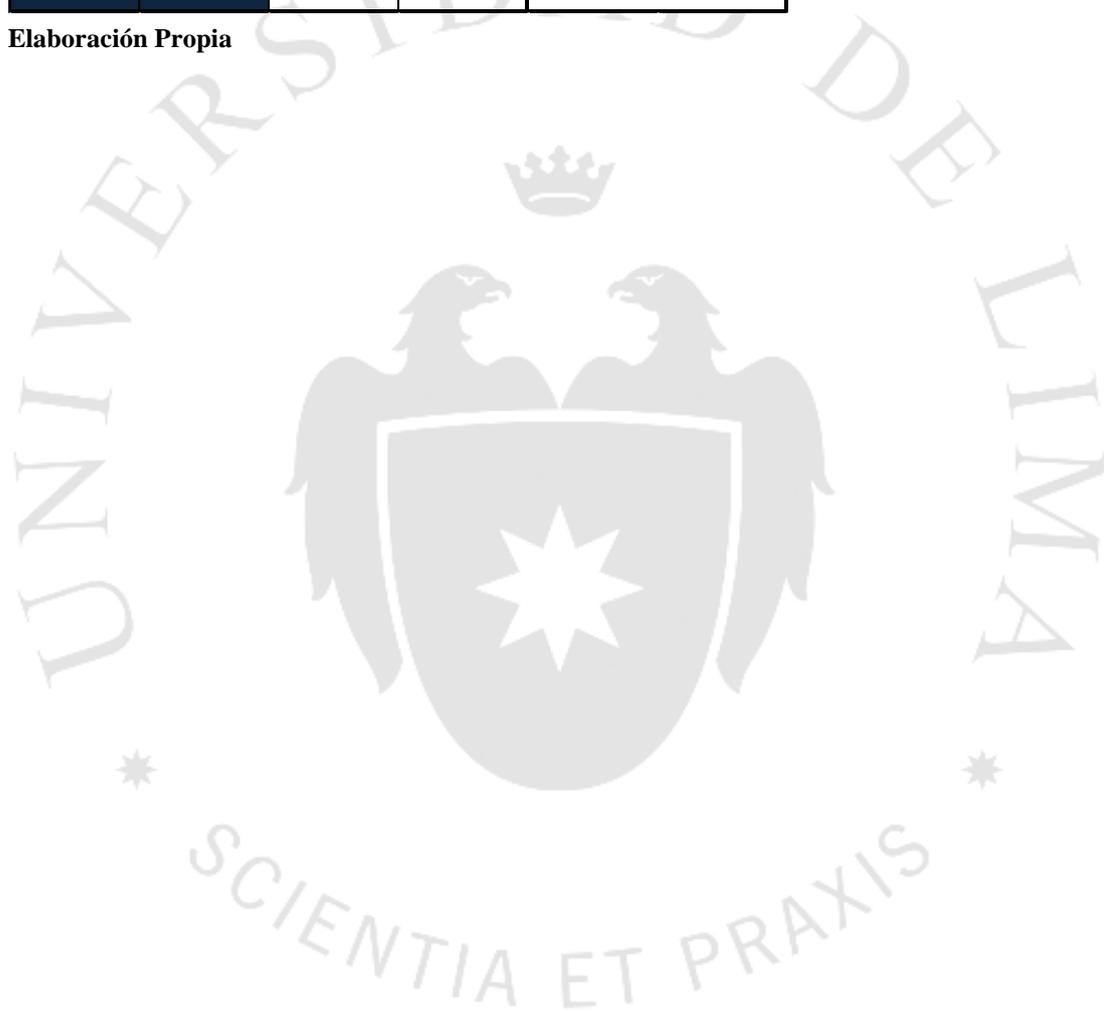
Elaboración Propia

Luego se procedió a aplicar una capa de tinta de serigrafía y finalmente una capa de esmalte. En el siguiente cuadro se puede apreciar la muestra del prototipo.

Tabla de cálculo de densidad del compuesto

Peso		22.42	g	
Medida	Alto	5.85	cm	
	Ancho	7.90	cm	
	Alto	0.50	cm	
	Volumen	23.11	cm ³	
	Densidad	0.97	g/cm ³	

Elaboración Propia



ANEXO 2: Encuesta a inmobiliarias

El tipo de muestreo utilizado fue de Juicio (Kogan Cogan, 2008), el cual es un muestreo no probabilístico, por lo que la encuesta también es de este tipo.

La encuesta contiene preguntas cerradas donde los entrevistados eligieron opciones únicas. Además, se realizó a través de entrevistas personales con representantes de las inmobiliarias.

A continuación se muestra el modelo de la encuesta:

Encuesta de baldosas de plástico reciclado para piso y pared para inmobiliarias

La baldosa de plástico reciclado para piso y pared es un producto elaborado a partir de residuo sólido plástico reciclado, el cual tiene la característica de ser 8 veces más durable que otros revestimientos, no necesita mantenimiento, puede estar sometido a todo tipo de condiciones ambientales y es un producto ecológico, porque utiliza material reciclado y al fin de su vida útil puede ser reprocesado.

1. ¿Cuáles son los revestimientos que mayormente ofrecen a sus clientes para los pisos de sala y dormitorio?
 - a) Parquet.
 - b) Revestimiento de cerámica.
 - c) Revestimiento vinílico.
 - d) Alfombra.
 - e) Revestimiento Laminado

2. ¿Cuáles son los revestimientos que mayormente ofrecen a sus clientes para los pisos y paredes de cocina y baño?
 - a) Revestimiento de cerámica.
 - b) Revestimiento vinílico.
 - c) Revestimiento Laminado.

3. ¿Qué elemento considera importante al momento de elegir los revestimientos?

- a) Precio.
- b) Durabilidad.
- c) Resistencia a la flexión.
- d) Diseño

4. ¿Con qué tipo de proveedor trabaja para la compra de los revestimientos?

- a) Home center.
- b) Tiendas mayoristas.
- c) Importador.
- d) Proveedor directo de fábrica.

5. Si al mercado ingresaría una baldosa con propuesta ecológica: elaborado a partir de residuo sólido plástico reciclado, la cual se caracterizará por tener diversidad de diseños, mayor durabilidad, menor precio y similar resistencia de acabado respecto a las baldosa cerámicas. ¿Estaría dispuesto a utilizarlo como material de acabado para pisos y paredes?

- a) Sí
- b) No

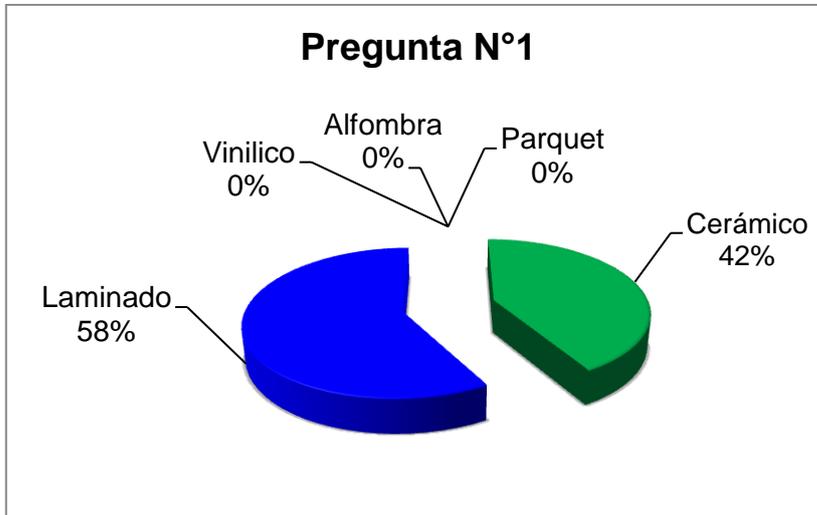
6. Si marco sí ¿Qué tan dispuesto estaría en comprarlo?

Difícilmente	Probablemente no	Tal vez sí, tal vez no	Posiblemente sí	Definitivamente
1	2	3	4	5

FIN DE LA ENCUESTA
GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN

Resultados de la encuesta

1. ¿Cuáles son los revestimientos que mayormente ofrecen a sus clientes para los pisos de sala y dormitorio?



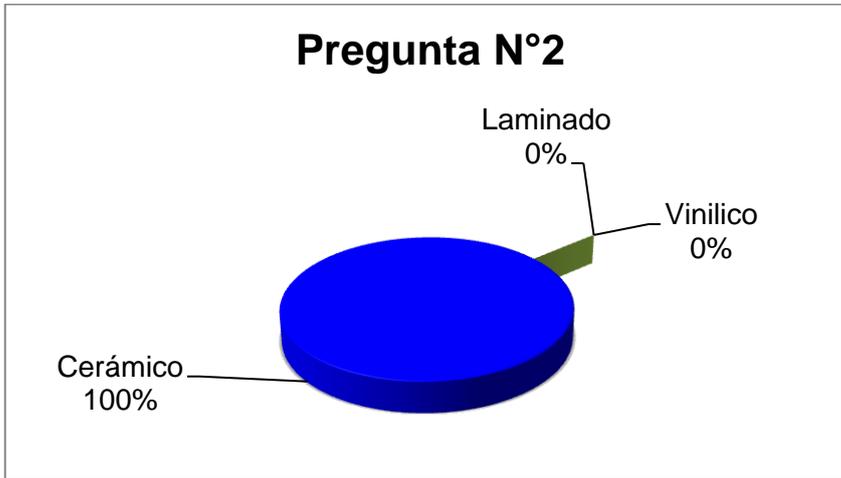
Elaboración Propia

La preferencia del piso cerámico es de 42% para el tamaño de muestra y son aquellas inmobiliarias que contemplan la durabilidad de los materiales de acabado como importante al momento de ofrecer el inmueble, respecto al 58% de preferencia de los laminados es debido al bajo costo de instalación de este tipo de pisos; por lo tanto, genera mayor ahorro respecto al costo de instalación de las baldosa cerámica cuyo precio de instalación por metro cuadrado entre mano de obra y materiales es S/.20 a diferencia de los laminados que es S/.10; en efecto, las inmobiliarias que prefieren los pisos laminados priorizan optimizar costos en el presupuesto asignado para los acabados pero otorgan muy baja calidad de estos, ya que dicho producto con un mantenimiento adecuado tiene una vida útil de 4 años y luego el dueño del inmueble tiene la responsabilidad de asumir el costo por cambiar a un revestimiento de mejor calidad.

El precio promedio por metro cuadrado de los laminados es S/.23 y la baldosa cerámica S/.24. Si se adiciona el costo del servicio de instalación, el gasto total por metro cuadrado para laminados sería S/.33 y para los cerámicos S/.44, prácticamente una diferencia de S/.11 por metro cuadrado. Bajo el enfoque antes mencionado, la baldosa de plástico reciclado tiene ventajas competitivas respecto al precio bastante competitivo que se ofrecerá al mercado, S/.16/m², la durabilidad del producto y las

oportunidades de desarrollar del producto con objetivos en la reducción del costo de instalación.

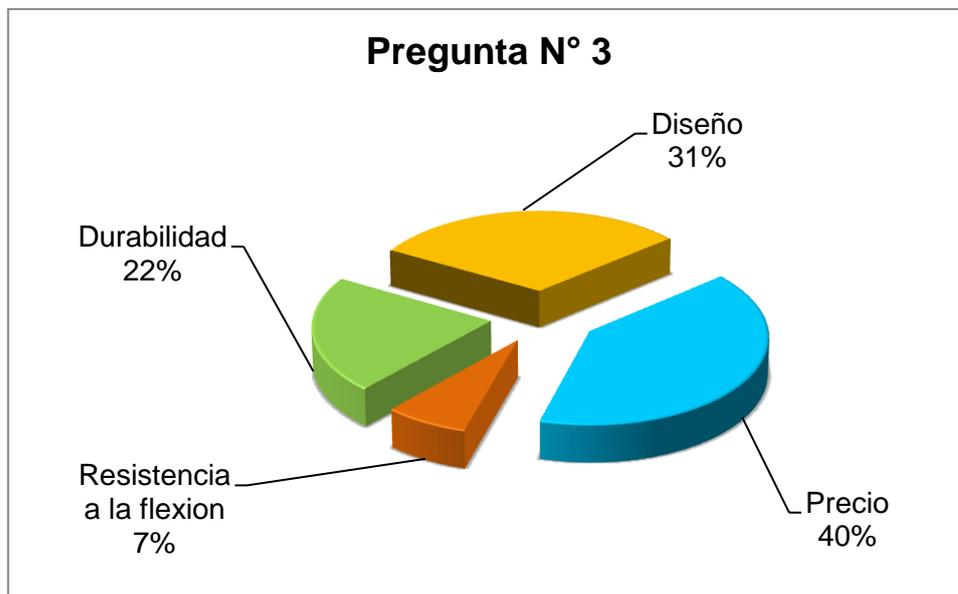
2. ¿Cuáles son los revestimientos que mayormente ofrecen a sus clientes para los pisos y paredes de cocina y baño?



Elaboración Propia

La preferencia de aplicación en pisos y paredes de cocina y baño es el cerámico, debido a que es un material resistente a la humedad, a diferencia de los pisos laminados y el parquet que al estar sometidos a la humedad se descomponen o pudren a corto plazo; por otro lado, el vinílico no tiene una marcada preferencia de aplicación para los baños y cocinas. En los ambientes de cocina y baño la baldosa de plástico reciclado tiene ventaja respecto al Laminado y Vinílico porque al ser un compuesto de plástico macizo no se pudre o desgasta al estar sometido a humedad.

3. ¿Qué elemento considera importante al momento de elegir los revestimientos?



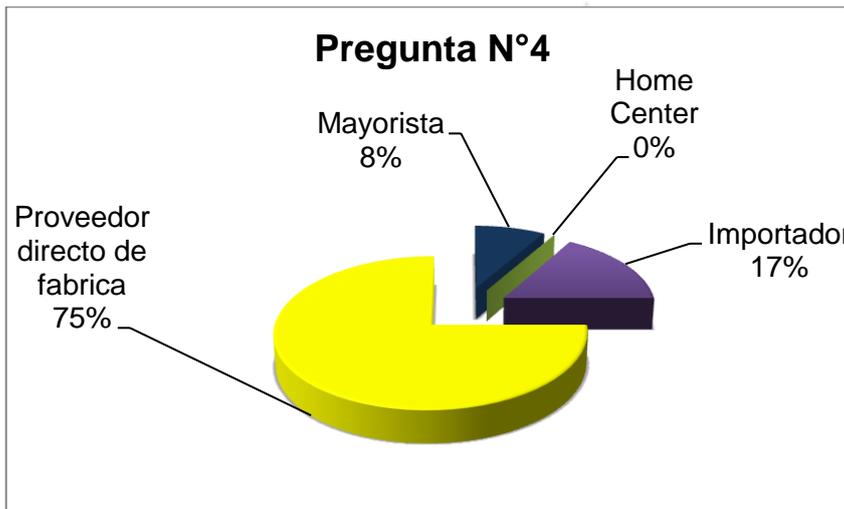
Elaboración Propia

En los proyectos ejecutados en el sector B y C, el cliente de la inmobiliaria tiene poca flexibilidad al momento de elegir el tipo de revestimiento que irá en su inmueble, debido a que la mayoría de inmobiliarias vende el departamento en planos incluyendo el tipo de acabado que será instalado; de esta manera, estandarizan un solo tipo de material de acabado que irá en los pisos y paredes para optimizar el tiempo de finalización del proyecto.

El precio y el diseño, seguido por la durabilidad son los elementos más importantes para la inmobiliaria al momento de decidir la compra de los revestimientos que instalarán en los pisos y paredes. Las inmobiliarias grandes y medianas definen su compra en base a la siguiente combinación de los elementos de compra: primero revisan la propuesta económica por metro cuadrado ofrecido por el proveedor nacional o importador, segundo realizan pruebas de uso en un periodo de 3 a 4 meses, donde evalúan lo siguiente: la resistencia del acabado y resistencia a la flexión. Una vez aprobado pasa a una evaluación de diseño que será definido por el arquitecto encargado del proyecto, en dicha evaluación se elige aquel diseño que guarde armonía con los otros acabados del inmueble.

En el caso de las inmobiliarias pequeñas no realizan las evaluaciones antes mencionadas porque no cuentan con un área específica que realice dichas pruebas, pero si realizan una evaluación de los proveedores en base a la experiencia en el mercado y el soporte de servicio al cliente.

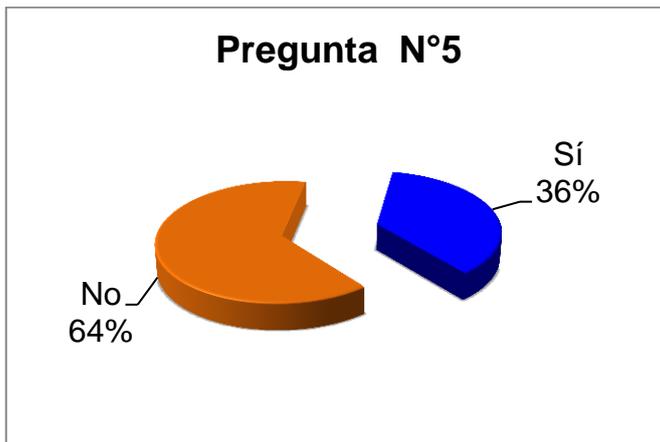
4. ¿Con qué tipo de proveedor trabaja para la compra de los revestimientos?



Elaboración Propia

El 75% de las inmobiliarias trabajan con proveedores directos de fábrica, los cuales son grandes distribuidores de baldosas cerámicas de las empresas Celima y San Lorenzo. El 17% de las inmobiliarias trabajan con importadores nacionales quienes traen productos cerámicos principalmente de origen Chino y en el caso de los laminados de origen Alemán y Chino. Las pequeñas inmobiliarias trabajan principalmente con mayoristas debido al bajo volumen requerido por efecto de la cantidad de proyectos que ejecutan en un año, que promedio es un proyecto. El principal importador de acabado para pisos y paredes es Casinelli cuenta con el 21% de participación dentro del importadores.

5. Si al mercado ingresaría una baldosa con propuesta ecológica: elaborado a partir de residuo sólido plástico reciclado, la cual se caracterizará por tener diversidad de diseños, mayor durabilidad, menor precio y similar resistencia de acabado respecto a las baldosa cerámicas. ¿Estaría dispuesto a utilizarlo como material de acabado para pisos y paredes?



Elaboración Propia

El 36% de las inmobiliarias encuestadas mencionó que si estaría interesado en comprar las baldosas de plástico reciclado debido a que el producto ofrece un precio competitivo, durabilidad y resistencia de acabado; además que va acompañado de una propuesta ecológica. Por otro lado, también mencionaron que les generaría ahorro en movimiento de carga debido a que la baldosa de plástico reciclado pesa la mitad que la baldosa cerámica; por lo tanto, en un pallet se podría transportar hasta 1.5 veces más unidades que el sustituto.

Cabe mencionar que como parte de la estrategia de expansión de productos y mercados se utilizará la estrategia de Desarrollo de Producto (Kotler y Armstrong, 2008): ingresar un producto innovador al mercado actual de revestimiento para piso y pared. También se aplicará la estrategia de Concentración o Enfoque (Kotler y Armstrong, 2008) con la finalidad de atender al mercado meta.

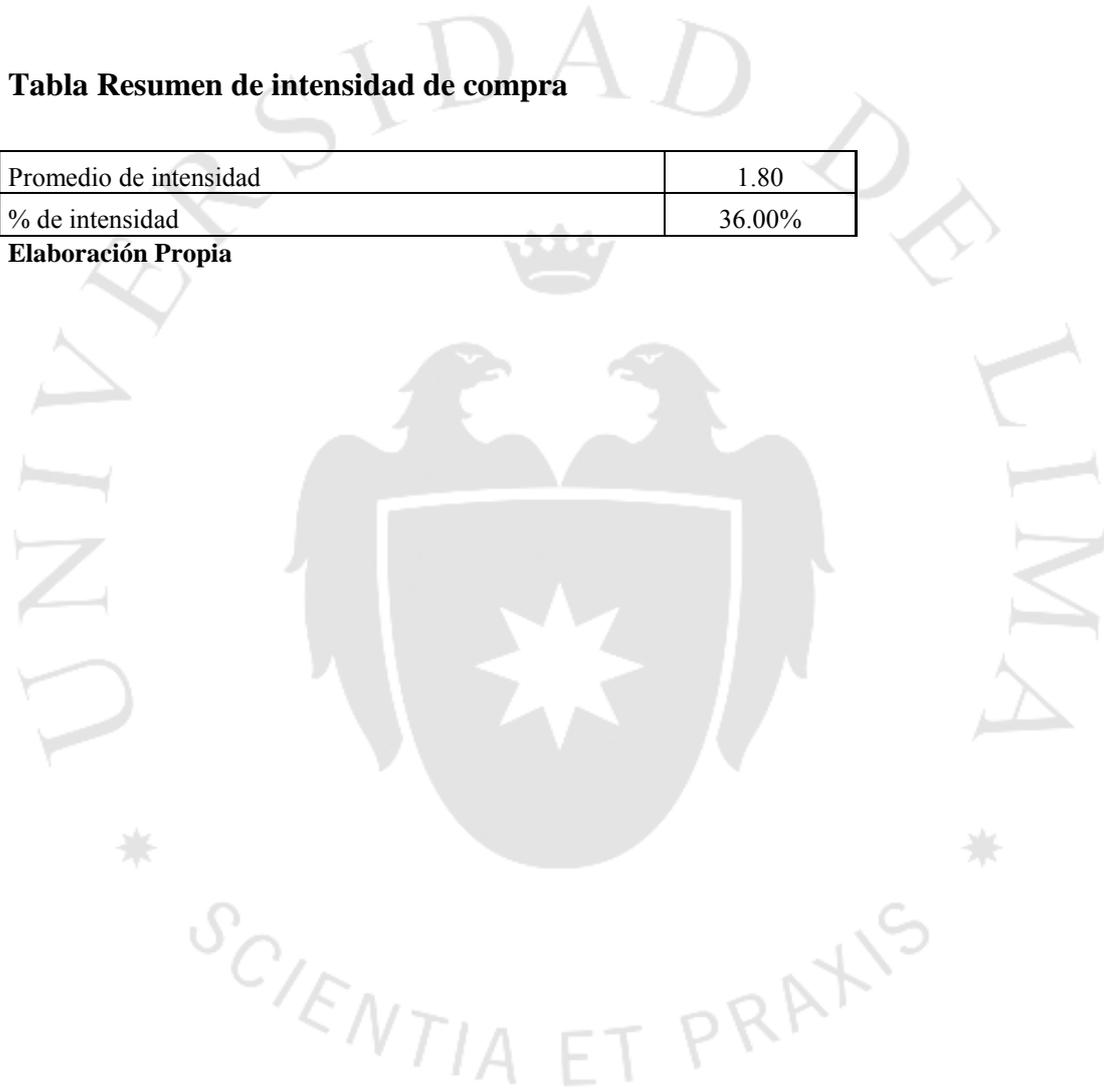
6. Si marco sí ¿Qué tan dispuesto estaría en comprarlo?

- Las escalas de intensidad de intención de compra fueron del 1 al 5, siendo el 1 el menor grado de intensidad y el 5 el mayor.
- De todas estas intensidades registradas en la encuesta, se calculó el promedio de escala de intensidad de la intención de compra, el cual fue 1.8.
- Este valor se transformó a porcentaje con respecto a la intensidad mayor (5), este valor fue de 36%.

Tabla Resumen de intensidad de compra

Promedio de intensidad	1.80
% de intensidad	36.00%

Elaboración Propia



ANEXO 3: Encuesta a personas que renuevan sus revestimientos o realizan una instalación por primera vez

El tipo de muestreo utilizado fue un muestreo aleatorio simple (Kogan Cogan, 2008), el cual es un muestreo probabilístico, por lo que la encuesta también es de este tipo.

La encuesta contiene preguntas cerradas donde los entrevistados eligieron opciones únicas. Además, se realizó a través de entrevistas a personas que tenían interés en renovar sus revestimientos o instalarlos por primera vez.

A continuación se muestra el modelo de la encuesta:

Encuesta de baldosas de plástico reciclado para piso y pared para personas que renuevan:

El revestimiento de plástico reciclado para piso y pared es un producto elaborado a partir de residuo sólido plástico reciclado, el cual tiene la característica de ser 8 veces más durable que otros revestimientos, no necesita mantenimiento, puede estar sometido a todo tipo de condiciones ambientales y es un producto ecológico, porque utiliza material reciclado y al fin de su vida útil puede ser reprocesado.

1. ¿Con qué finalidad comprará el revestimiento?
 - a) Renovar.
 - b) Instalar por primera vez.

2. ¿En qué tipo vivienda o edificación instalará los revestimientos?
 - a) Casa.
 - b) Departamento.
 - c) Oficina.
 - d) Local comercial o de eventos.

3. ¿Qué tipo de revestimientos prefiere para los pisos de sala y dormitorios?
- Parquet.
 - Revestimiento de cerámica.
 - Revestimiento vinílico.
 - Alfombra.
 - Laminados
4. ¿Qué tipo de revestimientos prefiere para los pisos de cocina y baño?
- Parquet.
 - Revestimiento de cerámica.
 - Revestimiento vinílico.
 - Alfombra.
 - Laminados
5. ¿Qué tipo de revestimiento prefiere para las paredes internas (baño y cocina)?
- Revestimiento de cerámica.
 - Pintura.
 - Concreto.
 - Ladrillo y cemento.
6. ¿Qué elemento considera más importante para la decisión de compra de los revestimientos?
- Precio.
 - Durabilidad.
 - Diseño
7. ¿Dónde realiza frecuentemente la compra de revestimientos?
- Home center.
 - Tiendas mayoristas.
 - Ferreterías.
8. Teniendo en cuenta que las baldosas de plástico reciclado son ecológicas y tienen mayores beneficios frente a su sustituto: No mantenimiento, durabilidad estructural y de diseño, aplicable a pisos y paredes y resistencia a todo tipo de condiciones ambientales. ¿Estaría dispuesto a comprarlos?
- Sí
 - No

9. Si marco sí ¿Qué tan dispuesto estaría en comprarlo?

Difícilmente	Probablemente no	Tal vez sí, tal vez no	Posiblemente sí	Definitivamente
1	2	3	4	5

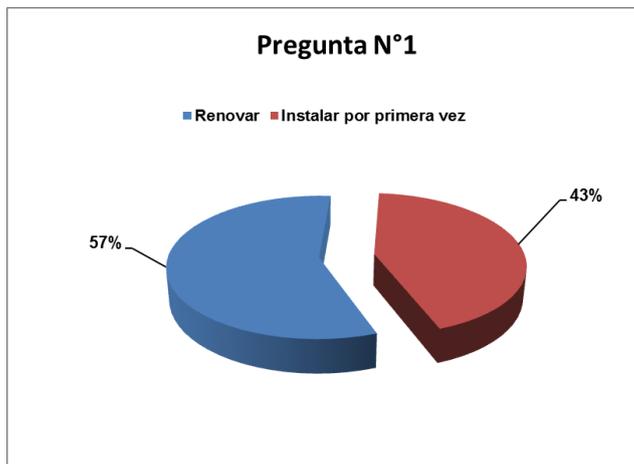
FIN DE LA ENCUESTA

GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN



Resultados de encuesta:

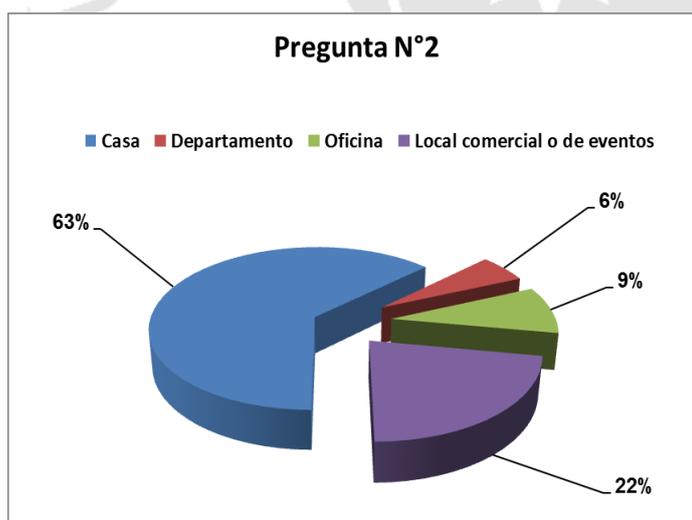
1. ¿Con qué finalidad comprará el revestimiento?



Elaboración Propia

Se observa que el 57% de los encuestados compra para renovar revestimientos antiguos, los cuales son reemplazados por motivos de remodelación y desgaste; por otro lado, el 43% de los encuestados compra los revestimientos para concretar la etapa de acabados en sus edificaciones.

2. ¿En qué tipo vivienda o edificación instalará los revestimientos?

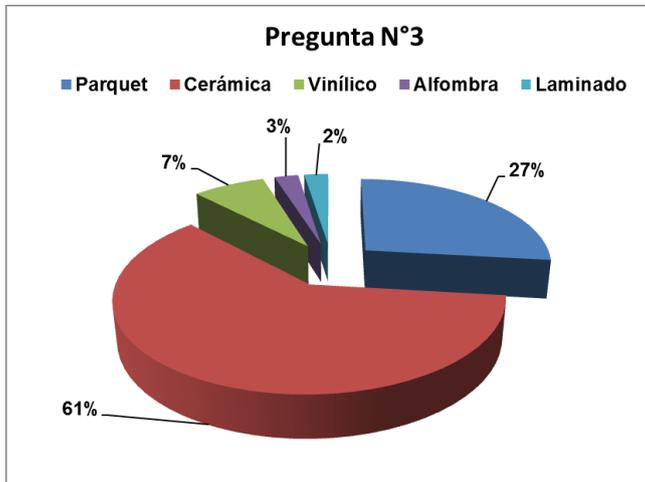


Elaboración Propia

Se observa que el 63% de los encuestados instalará los revestimientos en casas, denominado también viviendas unifamiliares, seguido por un 22% en locales

comerciales o de eventos y finalmente con un menor porcentaje en oficinas y departamentos.

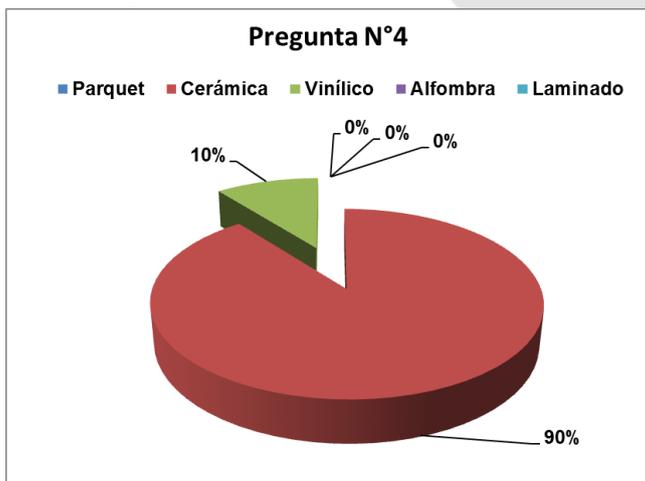
3. ¿Qué tipo de revestimientos prefiere para los pisos de sala y dormitorios?



Elaboración Propia

Se observa que la mayor preferencia de compra para los pisos de sala y dormitorio la tienen los revestimientos de cerámica con un 61%, seguido del parquet con 27%. De ahí el 7% lo tiene el piso vinílico, 3% prefiere la alfombra y 2% el piso laminado, cuyo ingreso al mercado es reciente.

4. ¿Qué tipo de revestimientos prefiere para los pisos de cocina y baño?

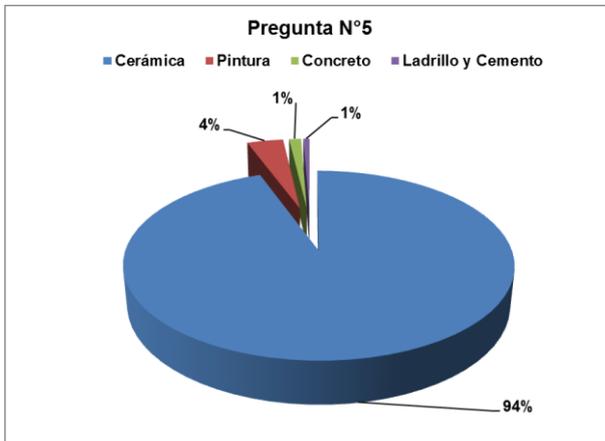


Elaboración Propia

Se observa que el material predominante es el cerámico con un 90%. Las características que resaltan los encuestados es que este revestimiento puede ser

sometido a humedad y no se pudre, a diferencia de los otros materiales que tienden a despegarse, desgastarse y pudrirse al estar sometidos a humedad.

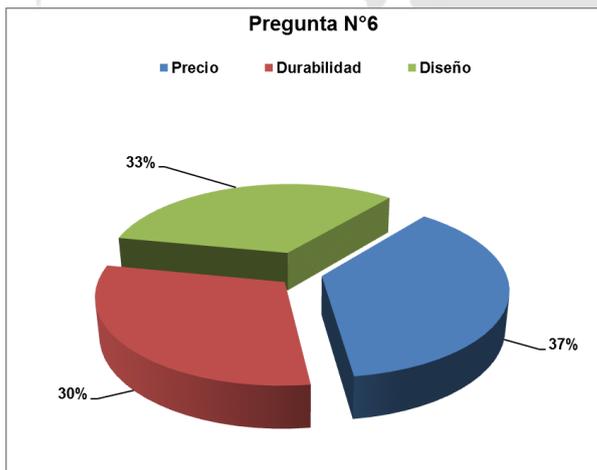
5. ¿Qué tipo de revestimiento prefiere para las paredes internas (baño y cocina)?



Elaboración Propia

Se observa que la mayor preferencia para las paredes del baño y la cocina la tienen los revestimientos de cerámica con 94%, luego está la pintura con 5% y el acabado en su nivel básico, concreto, con 1%.

6. ¿Qué elemento considera más importante para la decisión de compra de los revestimientos?

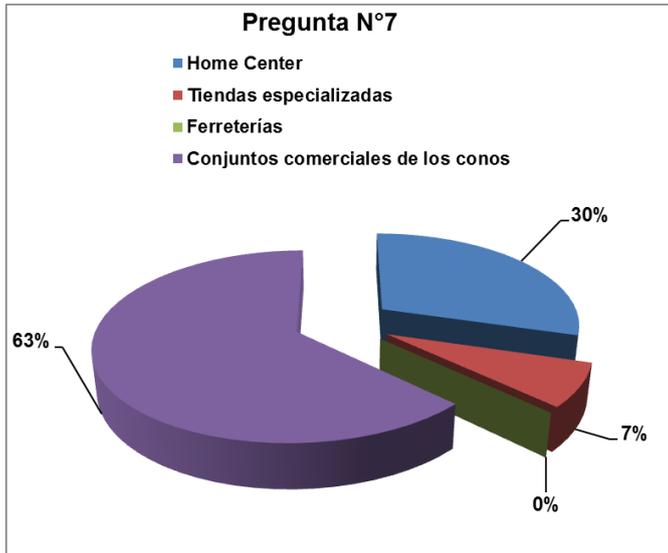


Elaboración Propia

Se observa que un 37% de los encuestados considera que el elemento más importante para la compra de los revestimientos es el precio, seguido de un 33% que

menciona que el diseño como el factor más importante y finalmente un 30% dice que el durabilidad es el elemento más relevante.

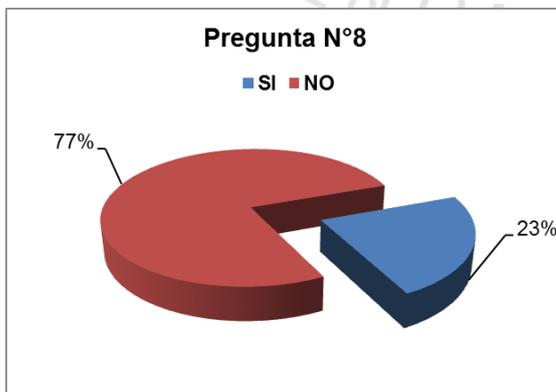
7. ¿Dónde realiza frecuentemente la compra de revestimientos?



Elaboración Propia

Se observa que un 63% de los encuestados menciona que su lugar preferido para realizar la compra de revestimientos son los conjuntos comerciales de los conos, seguido de los home center con 30% y finalmente un 7% prefiere las tiendas especializadas.

8. Teniendo en cuenta que las baldosas de plástico reciclado son ecológicos y tienen mayores beneficios frente a su sustituto: No mantenimiento, durabilidad estructural y de diseño, aplicable a pisos y paredes y resistencia a todo tipo de condiciones ambientales. ¿Estaría dispuesto a comprarlos?



Elaboración Propia

Se observa que un 23% menciona que sí estaría dispuesto a comprar las baldosas de plástico reciclado, mientras que un 77% menciona que no estaría dispuesto a comprarlo.

9. Si marco sí ¿Qué tan dispuesto estaría en comprarlo?

- Las escalas de intensidad de intención de compra fueron del 1 al 5, siendo el 1 el menor grado de intensidad y el 5 el mayor.
- De todas estas intensidades registradas en la encuesta, se calculó el promedio de escala de intensidad de la intención de compra, el cual fue 2.27.
- Este valor se transformó a porcentaje con respecto a la intensidad mayor (5), este valor fue de 45.41%.

Tabla Resumen de intensidad de compra

Resumen de intensidad de compra	
Promedio de intensidad	2.27
% de intensidad	45.41%

Elaboración Propia

ANEXO 4: Entrevista Madecoplast SAC

Dirección: Villa el Salvador, Lima

Teléfono: 01-560-0697 /945901229

Entrevistado: Guillermo Paz Guillén – Gerente de Madecoplast



Preguntas del sector industrial:

1. ¿Cuál es el potencial de la reutilización de plásticos reciclados en Lima Metropolitana?

Existe un gran potencial de crecimiento del reciclaje y esto va de la mano con el crecimiento del consumismo, en la actualidad existen más de 300 empresas recicladoras dedicadas al acopio, clasificación y limpieza, pero la gran mayoría se dedica a exportarlos. Dado que en el mercado local todavía no se aprovecha los residuos plástico reciclado para la elaboración de nuevos productos.

2. ¿Sabe qué es Lumber Plastic?

Sí, es un compuesto que está conformado por uno o dos plásticos reciclados. A diferencia del Wood Plástico Composite, este no contiene ninguna fibra en su composición.

3. ¿En la actualidad los proveedores de plástico reciclado cumplen con las condiciones necesarias para suministrar el material reciclado: capacidad de entrega, estado del plástico que compra, entre otros?

Respecto al suministro de PVC reciclado que es el insumo principal que utiliza Madecoplast, hemos tenido inconvenientes porque en distintas ocasiones se ha encontrado restos de otros materiales mezclados con PVC; por otro lado, la capacidad

de entrega se está reduciendo ya que las industrias están aprovechando la merma de sus procesos para elaborar productos con otro tipo de aplicación, esto sucede en la industria de las tuberías.

4. ¿Desde su punto de vista, en qué etapa se encuentra la gestión del reciclaje en el Perú respecto a otros países?

El reciclaje en el Perú todavía está en una etapa de aprendizaje, las políticas públicas del estado Peruano a comparación con otros países de la región no han desarrollado completamente en la práctica realizar las 3R (reducir, reciclar y reutilizar). Existen experiencias aisladas, como es el caso de la Municipalidad de Surco, donde la buena gestión de residuos sólidos tiene un impacto positivo en la limpieza del distrito, la comercialización de los residuos e incluso completando el ciclo de reutilización, ya que es muy probable que la planta de madera plástica de Pisco se traslade a Surco.

Preguntas de desarrollo de nuevos productos:

1. ¿Qué productos producen?

Madecoplast tiene 2 tipos de productos: zócalos y decks.

2. ¿Qué tipos de plásticos utilizan para elaborar sus productos?

Utilizamos PVC reciclado de mermas industriales.

3. ¿Qué tipo de proceso utilizan para ablandar el plástico reciclado?

El proceso de extrusión, luego el perfil es sometido a un proceso de enfriamiento y corte. Para cada tipo de producto tenemos distintos cabezales de extrusión y rodillo de enfriamiento y corte. La tecnología con la que contamos es de origen Chino.

4. ¿Cómo se realiza la mezcla del plástico con la fibra? ¿Qué criterios se debe tener en consideración?

En una máquina turbo mezcladora cuya capacidad por lote es de 100kg. Lo principales criterios a considerar en el proceso de mezcla es la dosificación de material de carga, pigmento en polvo y el PVC sin elementos extraños.

5. ¿Realizan mezclas de plásticos? ¿Qué tipo de fibras utilizan?

Solo utilizamos PVC reciclado de origen industrial, pero por la escasez en el mercado pensamos migrar a la utilización de PEAD o PP reciclado cuyo origen sea de residuos urbanos. Respecto a la fibra utilizamos aserrín.

6. ¿Para qué tipo de sector está dirigido sus productos?

Los contra zócalos están dirigidos para el sector de la construcción y específicamente para venta a inmobiliarias. Es un nicho de mercado que se ha cubierto con una buena aceptación, ya hemos instalado zócalos en edificaciones de inmobiliarias de Viva GyM; por otro lado el Deck es un producto nuevo que lo queremos enfocar para zonas rurales y luego para penetrar en Lima Metropolitana en los NSE D y E.

7. ¿De acuerdo a su punto de vista, la posibilidad de desarrollar una baldosa de plástico reciclado para piso y pared puede ser factible? ¿Qué oportunidades tendría? ¿A qué tipo de mercado lo ofrecería?

Las experiencias de utilización de residuos plástico reciclado para la elaboración de perfiles, pisos, parihuelas, entre otros, tiene más de 40 años en Estados Unidos y 10 años en Europa, pero en el Perú el Wood Plastic Composite es una novedad o producto innovador. En efecto, la posibilidad de desarrollar una baldosa de plástico reciclado es factible desde el punto de vista tecnológico, respecto a los recursos hay una gran oportunidad de aprovechamiento de residuos plásticos urbanos y finalmente respecto al mercado, este producto tendría mayor desarrollo en sectores socioeconómicos donde haya una demanda insatisfecha y predomine pisos que no tienen revestimientos; en otras palabras, NSE C, D y E. Por otro lado, el sector de la construcción también proyecta crecer en los sectores antes mencionados y a la vez buscarán la optimización de costos en la etapa de acabados.

8. ¿En base a su investigación qué factores consideran importantes las inmobiliarias al momento de decidir la compra de un producto de acabado para sus edificaciones?

En base a la experiencia que tenemos con los zócalos, la inmobiliaria busca que este guarde armonía en diseño o color con el piso instalado; es por ello, que previo a la producción se valida el color requerido. Otros de los factores importantes es el precio, donde el WPC supera ampliamente a otros zócalos cuyo material es de origen de un material virgen.

9. ¿Cuál debería ser la estrategia de marketing para que productos derivados de plástico reciclado puedan tener la posibilidad de ingresar al mercado de acabados para la construcción?

El Wood Plastic Composite o Madera Plástica tiene características que pueden ser aprovechadas como un plan de fidelización, ya que al ser un producto reciclado tiene el sello de producto ecológico, porque impacta en la reducción de la tala de árboles y consumo o extracción de materiales vírgenes para la elaboración de los sustitutos; por otro lado, al ser un producto que está relacionado al sector de la construcción tiene oportunidad de crecimiento en sector ya que prácticamente todos los gobiernos promueven el desarrollar del sector inmobiliario para reducir la demanda insatisfecha de viviendas y mejorar las condiciones de las mismas en los lugares con menor crecimiento económico.

ANEXO 5: Cotizaciones

Cotización 1

Presupuesto / Junio 2015						ADC y Refamij
Equipos complementarios	Marca	Potencia (kw)	Peso (kg)	País de Origen	Costo (\$)	
Tolva de abastecimiento a máquina trituradora	ADC	-	90	Perú	2,848	
Faja transportadora de alimentación a máquina trituradora. Tramo 1	Refamij	2	100	Perú	1,772	
Faja transportadora de alimentación a máquina trituradora. Tramo 2	Refamij				2,924	
Faja transportadora de alimentación a silo de PE molido. Tramo 1	Refamij	1.5	50	Perú	1,772	
Faja transportadora de alimentación a silo de PE molido. Tramo 2					1,719	
Faja transportadora de alimentación a silo de PP molido. Tramo 1	Refamij	1.5	50	Perú	1,772	
Faja transportadora de alimentación a silo de PP molido. Tramo 2					1,524	
Silo de almacenamiento de polipropileno	ADC	-	-	Perú	2,057	
Silo de almacenamiento de polietileno	ADC	-	-	Perú	2,532	
Tolva de almacenamiento de carbonato de calcio	ADC	-	-	Perú	949	
Tolva de almacenamiento de pigmento	ADC	-	-	Perú	949	
Tolva de almacenamiento de estabilizante	ADC	-	-	Perú	949	
Cabezal	CCI	-	30	Perú	3,800	
Faja transportadora de baldosas a secado de agua.	Refamij	2	-	Perú	3,797	
Direccionadores de ventilación	ADC	-	70	Perú	269	
Faja transportadora de baldosas a secado de decorado	Refamij	2		Perú	14,241	
Direccionadores de ventilación	ADC	-	70	Perú	3,576	
Faja transportadora de baldosas a secado de esmaltado	Refamij	2		Perú	15,190	
Direccionadores de ventilación	ADC	-	70	Perú	4,209	
Faja transportadora de cajas	Refamij	1.5	20	Perú	2,215	
Mesa encajado	ADC	0	50	Perú	1,108	

Fuente: ADC, (2015) y Refamij, (2015)
Elaboración Propia

Cotización 2:

Cotización		Alibaba			
Año		2015			
Mes		Diciembre			
Equipos complementarios	Marca	Potencia (kw)	Peso (kg)	País de Origen	Precio (\$) (DDP)
Equipo de vacío	Motan	8	60	USA	6,500
Chiller	Shini	20	300	China	4,500
Equipo estabilizador horizontal de perfil extruido	Yofang	3	120	China	3,500
Compresora	Xinlei	15	250	China	4,000
Equipo divisor	Hongjiang	8	100	Italia	14,241
Trituradora	Rapid granulator	40	2000	Suiza	18,987
Dosificador	Motan	0	140	Alemania	11,519
Extrusora	Wanrooe	80	5000	China	126,582
Túnel de Enfriamiento	Amut	0	1200	China	13,608
Cortadora	Weida	30	600	China	17,405
Rodillo serigrafiador	Ricoth	0.75	1000	Italia	23,734
Esmaltador	O.M.C	1	200	España	7,911

**Fuente: Motan, (s.f.), Rapid granulator, (s.f.), Amut, (s.f.), Ricoth, (s.f.) y Enco, (s.f.), Shini, (s.f.), Yofang, (s.f.), Xinlei, (s.f.), Wanrooe, (s.f.), Amut, (s.f.), Weida, (s.f.) y Ricoth, (s.f.).
Elaboración Propia**

ANEXO 6: Matriz de valoración de riesgos

Riesgo	Valoración del riesgo	
Signif.	GRADO DE RIESGO	ACCIONES A TOMAR
NO	TRIVIAL (TV)	No se requiere acción. El riesgo es registrado en el Registro de Riesgos
	TOLERABLE (TO)	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
	MODERADO (MO)	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado esta asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
SI	IMPORTANTE (IM)	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados. Será necesario iniciar el estudio de la actividad para reducir el riesgo en el plazo más breve a ser definido por el responsable del área.
	INTOLERABLE (IT)	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo. En forma inmediata es necesario establecer un plan de acción para reducir el grado de riesgo.

Elaboración Propia

ANEXO 7: Matriz de evaluación de riesgos

Peligro/riesgo		Consecuencias		
		Ligeramente dañino	Dañino	Extremadamente dañino
Probabilidad	Baja	Riesgo trivial	Riesgo Tolerable	Riesgo Moderado
	Media	Riesgo tolerable	Riesgo Moderado	Riesgo importante
	Alta	Riesgo Moderado	Riesgo importante	Riesgo intolerable

Elaboración Propia



ANEXO 8: Costo de oportunidad del accionista

Cálculo de la tasa de retorno esperado mediante el método CAPM:

El modelo de valoración del precio de los activos financieros es una herramienta para determinar la tasa de retorno requerida para un cierto activo o proyecto de inversión (Finanzas con Sentido), cuya fórmula es la siguiente:

Figura: Fórmula para calcular el COK

$$K_e = \underbrace{R_f}_{\text{Tasa Libre de Riesgo}} + \overbrace{\beta}^{\text{Beta}} \times \underbrace{(R_m - R_f)}_{\text{Prima de Riesgo de Mercado}}$$

Fuente: Tasa de descuento en Latinoamérica, (s.f.)

Datos:

1. Beta desapalancado de las firmas del sector **Household Products** que operan en el mercado estadounidense, el valor es 1.03. Dato extraído de Betas by Sector (US). Luego se procede a apalancar con los siguientes datos.
 1. Deuda: 60%
 2. Capital propio: 40%
 3. Impuesto a la renta: 28%

Figura

Fórmula para calcular el Beta

$$\beta_{\text{proy.}} = \left[1 + \frac{D}{E} \times (1 - \text{Tax}) \right] \times \beta_{\mu}$$

Fuente: Tasa de descuento en Latinoamérica, (s.f.)

Donde el Beta del proyecto es: 1.52.

2. **Tasa de libre riesgo (Rf):** 1.60%, T-Bill o bonos del Tesoro Americano a 5 años. Dato extraído de RISK INDICATORS FOR EMERGING COUNTRIES, Bloomberg y Reuters.
3. **Prima de riesgo mercado (Rm-Rf):** 8.45%, diferencia entre el rendimiento de mercado Americano y el la tasa de libre riesgo. . Dato del Fondo Monetario Internacional, base de datos de Estadísticas Financieras Internacionales.
4. **Riego País:** 2.47%, riesgo país de Perú, medida que un país incumpla las obligaciones financieras correspondientes a su deuda externa. Dato extraído de RISK INDICATORS FOR EMERGING COUNTRIES, Bloomberg y Reuters.

Finalmente valor de la tasa de retorno esperado es:

Figura

Cálculo del COK con los datos reemplazados

$$16.95 \% = 1.60\% + 1.52 \times (8.45\%) + 2.47\%$$

Riesgo país

Fuente: Tasa de descuento en Latinoamérica, (s.f.)