

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



# **ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA ELABORACIÓN DE GRANOS DE CAUCHO RECICLADO COMO COMPONENTE DE MEZCLAS ASFÁLTICAS**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

**Ivan Alexander Rojas Caballero**

**Código 19961034**

**Asesor**

**Álvaro León-Gambetta Martin-Arranz**

Lima – Perú

Mayo de 2022





**PRE-FEASIBILITY STUDY FOR THE  
ELABORATION OF RECYCLED RUBBER  
GRAINS AS A COMPONENT OF ASPHALT  
MIXTURES**

# TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN .....</b>	<b>xix</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xxi</b>
<b>CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES.....</b>	<b>1</b>
1.1 Problemática .....	1
1.2 Objetivos de la investigación .....	3
1.3 Alcance de la investigación .....	4
1.4 Justificación del tema.....	4
1.5 Hipótesis de trabajo .....	6
1.6 Marco referencial.....	6
1.7 Marco conceptual.....	10
<b>CAPITULO II: ESTUDIO DE MERCADO .....</b>	<b>12</b>
2.1 Aspectos generales del estudio de mercado.....	12
2.1.1 Definición comercial del producto .....	12
2.1.2 Usos del producto, bienes sustitutos y complementarios .....	15
2.1.3 Determinación del área geográfica que abarcará el estudio .....	17
2.1.4 Análisis del sector industrial (cinco fuerzas de PORTER).....	17
2.1.5 Modelo de negocios (Canvas).....	19
2.2 Metodología a emplear en la investigación de mercado.....	20
2.3 Demanda Potencial .....	21
2.3.1 Patrones consumo: incremento poblacional, estacionalidad, aspectos culturales.....	21
2.3.2 Determinación de demanda potencial en base a patrones de consumo similares.....	23
2.4 Determinación de la demanda de mercado en base a fuentes secundarias o primarias .....	25

2.4.1	Demanda del proyecto en base a data histórica .....	25
2.5	Análisis de la oferta .....	38
2.5.1	Empresas productoras, importadoras y comercializadoras .....	39
2.5.2	Participación de mercado de los competidores actuales .....	42
2.5.3	Competidores potenciales si hubiera .....	42
2.6	Definición de la estrategia de comercialización .....	43
2.6.1	Políticas de comercialización y distribución .....	43
2.6.2	Publicidad y promoción .....	44
2.6.3	Análisis de precios .....	45
<b>CAPITULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA.....</b>		<b>49</b>
3.1	Identificación y análisis detallado de los factores de la localización .....	49
3.1.1	Análisis de los factores de macro localización .....	49
3.1.2	Análisis de los factores de micro localización.....	52
3.2	Identificación y descripción de las alternativas de localización .....	53
3.2.1	Evaluación y selección de la macro localización.....	53
3.3	Evaluación y selección de la localización.....	59
3.3.1	Evaluación y selección de la macro localización.....	59
3.3.2	Evaluación y selección de la micro localización .....	61
<b>CAPITULO IV: TAMAÑO DE PLANTA .....</b>		<b>69</b>
4.1	Relación tamaño-mercado .....	69
4.2	Relación tamaño-recursos productivos.....	70
4.3	Relación tamaño-tecnología .....	71
4.4	Relación tamaño-punto de equilibrio.....	72
4.5	Selección del tamaño de planta.....	73
<b>CAPITULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO.....</b>		<b>75</b>
5.1	Definición técnica del producto .....	75
5.1.1	Especificaciones técnicas, composición y diseño del producto.....	75
5.1.2	Marco regulatorio para el producto .....	79

5.2	Tecnologías existentes y procesos de producción .....	80
5.2.1	Naturaleza de la tecnología requerida.....	80
5.2.2	Procesos de producción .....	82
5.3	Características de las instalaciones y equipos.....	87
5.3.1	Selección de la maquinaria y equipos.....	87
5.3.2	Especificaciones de la maquinaria.....	87
5.4	Capacidad instalada .....	91
5.4.1	Cálculo detallado del número de máquinas y operarios requeridos .....	91
5.4.2	Cálculo de la capacidad instalada .....	93
5.5	Resguardo de la calidad y/o inocuidad del producto .....	96
5.5.1	Calidad de la materia prima, de los insumos, del proceso y del producto.....	96
5.6	Estudio de impacto ambiental.....	100
5.7	Seguridad y salud ocupacional .....	108
5.8	Sistema de mantenimiento .....	114
5.9	Diseño de la cadena de suministro.....	115
5.10	Programa de producción .....	117
5.11	Requerimiento de insumos, servicios y personal indirecto.....	118
5.11.1	Materia prima, insumos y otros materiales .....	118
5.11.2	Servicios: energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc .....	119
5.11.3	Determinación del número de trabajadores indirectos .....	121
5.11.4	Servicio de terceros.....	122
5.12	Disposición de planta.....	123
5.12.1	Características físicas del proyecto.....	123
5.12.2	Determinación de las zonas físicas requeridas .....	125
5.12.3	Cálculo de áreas para cada zona .....	126
5.12.4	Dispositivos de seguridad industrial y señalización .....	131
5.12.5	Disposición de detalle de la zona productiva.....	136
5.12.6	Disposición general.....	139
5.13	Cronograma de implementación del proyecto .....	141

**CAPITULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN.....143**

6.1 Formación de la organización empresarial ..... 143

6.1.1 Sociedad 143

6.1.2 Licencias y autorizaciones ..... 144

6.1.3 Régimen laboral ..... 145

6.1.4 Legislación tributaria ..... 145

6.2 Requerimiento de personal directivo, administrativo y de servicios; y funciones generales de los principales puestos ..... 146

6.3 Esquema de la estructura organizacional ..... 149

**CAPITULO VII: PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....152**

7.1 Inversiones ..... 152

7.1.1 Estimación de las inversiones de largo plazo (tangibles e intangibles)..... 152

7.1.2 Estimación de las inversiones de corto plazo (capital de trabajo) ..... 156

7.2 Costos de producción..... 158

7.2.1 Costos de las materias primas ..... 158

7.2.2 Costo de la mano de obra directa ..... 159

7.2.3 Costo indirecto de fabricación (materiales indirectos, mano de obra indirecta y costos generales de la planta)..... 160

7.3 Presupuesto operativo ..... 163

7.3.1 Presupuesto de ingreso por ventas ..... 163

7.3.2 Presupuesto operativo de costos ..... 163

7.3.3 Presupuesto operativo de gastos ..... 165

7.4 Presupuestos financieros ..... 168

7.4.1 Presupuesto de servicio de deuda ..... 168

7.4.2 Presupuesto de estado de resultados ..... 170

7.4.3 Presupuesto de estado de situación financiera ..... 171

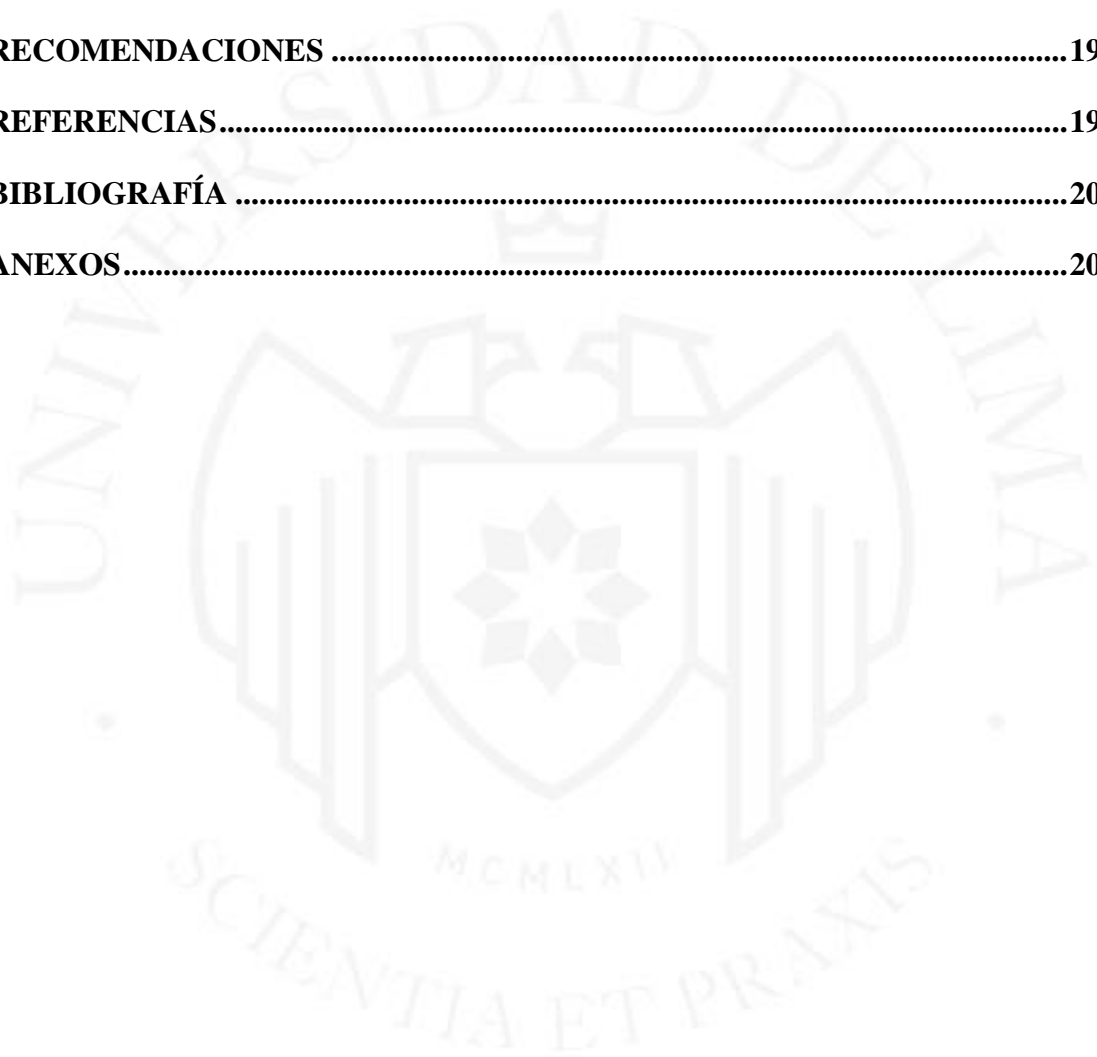
7.4.4 Flujo de fondos netos ..... 174

7.5 Evaluación económica y financiera ..... 175

7.5.1 Evaluación económica ..... 178

7.5.2 Evaluación financiera ..... 179

7.5.3	Análisis de ratios (liquidez, solvencia, rentabilidad).....	180
7.5.4	Análisis de sensibilidad del proyecto.....	187
<b>CAPITULO VIII: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO .....</b>		<b>193</b>
8.1	Indicadores sociales .....	193
8.2	Interpretación de los indicadores sociales .....	195
<b>CONCLUSIONES .....</b>		<b>196</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>198</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>		<b>199</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>203</b>
<b>ANEXOS.....</b>		<b>204</b>





## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Requerimientos de calidad para Sub-Base granular del GCR .....	12
Tabla 2.2 Requerimientos granulométricos para Base granular .....	12
Tabla 2.3 Relación de Sub Partidas Nacionales – Caucho .....	15
Tabla 2.4 Especificaciones Técnicas del Grano de caucho reciclado.....	15
Tabla 2.5 Modelo Canvas .....	20
Tabla 2.6 Pavimentación anual Red vial Nacional - KM .....	22
Tabla 2.7 Brecha cobertura de pavimentación en la RVN – KM.....	24
Tabla 2.8 GCR requerido para la pavimentación de la Red vial (2021-2025) .....	25
Tabla 2.9 Importaciones de Asfaltos (2014-2020) .....	26
Tabla 2.10 Exportaciones de Asfaltos (2014-2020) .....	27
Tabla 2.11 Producción de Asfaltos (2014-2020) en Mbbl.....	27
Tabla 2.12 Producción de Asfaltos (2014-2020) en kg y TM .....	28
Tabla 2.13 Demanda Interna Aparente (DIA) .....	29
Tabla 2.14 Ventas históricas de Asfalto (Mbbl).....	29
Tabla 2.15 Ventas históricas de Asfalto (TM).....	30
Tabla 2.16 Relación PBI Construcción – Consumo asfalto (Histórico).....	30
Tabla 2.17 Relación PBI Construcción – Consumo asfalto (Proyectado).....	31
Tabla 2.18 Demanda proyectada del GCR <sup>TM</sup> .....	32
Tabla 2.19 Distribución de la Red vial Total Perú .....	34
Tabla 2.20 Participación por nivel de vía pavimentada.....	34
Tabla 2.21 Factores porcentuales de segmentación.....	38
Tabla 2.22 Demanda Final del Proyecto <sup>TM</sup> .....	38

Tabla 2.23 Empresas Importadoras P.A. 4004.00.00.00 (Kg.).....	40
Tabla 2.24 Empresas Importadoras P.A. 4001.29.20.00 (Kg.).....	41
Tabla 2.25 Empresas Importadoras P.A. 4003.00.00.00 (Kg.).....	41
Tabla 2.26 Histórico de precios cauchos - polímeros CIF (USD/kg).....	45
Tabla 2.27 Precio de Venta proyectado del GCR.....	48
Tabla 3.1 Producción de energía eléctrica por departamento.....	51
Tabla 3.2 Red pública de agua.....	51
Tabla 3.3 Costos por flete desde Lima .....	55
Tabla 3.4 Costos por flete desde Piura .....	56
Tabla 3.5 Costos por flete desde Arequipa .....	56
Tabla 3.6 Distancias de mercado .....	56
Tabla 3.7 Producción de energía eléctrica.....	57
Tabla 3.8 Costo de energía eléctrica por departamento.....	57
Tabla 3.9 Número de casas .....	58
Tabla 3.10 Costo de agua potable por departamento.....	58
Tabla 3.11 Número de personas para trabajar .....	59
Tabla 3.12 Factores de la macro localización de la planta .....	59
Tabla 3.13 Matriz de enfrentamiento para la macro localización.....	60
Tabla 3.14 Escala de evaluación.....	60
Tabla 3.15 Ranking de factores para la macro localización .....	60
Tabla 3.16 Costo promedio de alquiler de local .....	64
Tabla 3.17 Costo de energía eléctrica.....	64
Tabla 3.18 Costo de agua potable.....	65
Tabla 3.19 Número de entidades públicas por distrito .....	65
Tabla 3.20 Matriz de evaluación de seguridad en los distritos.....	66

Tabla 3.21 Factores para la micro localización de planta.....	66
Tabla 3.22 Matriz de enfrentamiento para la micro localización .....	66
Tabla 3.23 Ranking de factores para la micro localización.....	67
Tabla 3.24 Ranking de factores .....	67
Tabla 4.1 Precio de Venta proyectado del GCR.....	69
Tabla 4.2 Parque vehicular nacional según tipo de vehículo.....	70
Tabla 4.3 GCR posible de fabricar con la disponibilidad de NFU .....	71
Tabla 4.4 Capacidad de producción de las maquinarias .....	72
Tabla 4.5 Punto de equilibrio.....	73
Tabla 4.6 Selección del tamaño de planta.....	74
Tabla 5.1 Especificaciones técnicas de calidad .....	76
Tabla 5.2 Composición de los neumáticos según el tipo de vehículo .....	78
Tabla 5.3 Cuadro de regulaciones del producto .....	80
Tabla 5.4 Selección de la tecnología .....	82
Tabla 5.5 Relación de maquinaria y equipos principales .....	87
Tabla 5.6 Relación de maquinaria y equipos auxiliares .....	87
Tabla 5.7 Máquina destalonadora.....	88
Tabla 5.8 Máquina cortadora de neumáticos .....	88
Tabla 5.9 Máquina trituradora .....	89
Tabla 5.10 Máquina granuladora.....	89
Tabla 5.11 Separador de fibra.....	90
Tabla 5.12 Molino granulador .....	90
Tabla 5.13 Tamiz de tambor giratorio .....	91
Tabla 5.14 Parámetros y factores a utilizar.....	91
Tabla 5.15 Numero de máquinas requeridas .....	92

Tabla 5.16 Numero de operarios actividades manuales .....	92
Tabla 5.17 Numero de operarios para ejecución de las máquinas.....	93
Tabla 5.18 Cálculo de la capacidad instalada .....	94
Tabla 5.19 Especificaciones técnicas del producto .....	100
Tabla 5.20 Matriz de Leopold.....	101
Tabla 5.21 Matriz aspectos e impactos ambientales y medidas correctivas .....	103
Tabla 5.22 Ventas de aro de acero .....	107
Tabla 5.23 Elementos de protección personal .....	110
Tabla 5.24 Matriz de IPER-C .....	111
Tabla 5.25 Plan de mantenimiento anual.....	114
Tabla 5.26 Plan de producción anual (2021 – 2025) .....	117
Tabla 5.27 Capacidad de planta utilizada .....	118
Tabla 5.28 Materiales a usar para preparar 1 kg producto.....	118
Tabla 5.29 Requerimiento de materia prima e insumos .....	119
Tabla 5.30 Consumo de energía eléctrica - producción.....	119
Tabla 5.31 Consumo de energía eléctrica - administración.....	120
Tabla 5.32 Costo de energía eléctrica .....	120
Tabla 5.33 Consumo de agua en el proceso de lavado de NFU .....	121
Tabla 5.34 Consumo de agua por cantidad de personal .....	121
Tabla 5.35 Costo de agua potable .....	121
Tabla 5.36 Relación del personal indirecto .....	122
Tabla 5.37 Medidas de racks de almacenamiento .....	126
Tabla 5.38 Cálculo del área requerida para materia prima .....	127
Tabla 5.39 Cálculo del área requerida para producto terminado.....	127
Tabla 5.40 Análisis de Guerchet.....	128

Tabla 5.41 Cálculo del área de SSHH y vestuario.....	129
Tabla 5.42 Área requerida según nivel en la organización.....	130
Tabla 5.43 Dimensionamiento de oficinas .....	130
Tabla 5.44 Dimensionamiento de otras zonas de la planta.....	131
Tabla 5.45 Dimensionamiento de la planta total .....	131
Tabla 5.46 Escala de valores.....	137
Tabla 5.47 Lista de motivos.....	137
Tabla 5.48 Tabla relacional de actividades.....	138
Tabla 5.49 Detalle de las relaciones de proximidad .....	139
Tabla 5.50 Cronograma de implementación del proyecto .....	141
Tabla 6.1 Impuestos a utilizar.....	146
Tabla 6.2 Requerimiento de personal en la organización.....	147
Tabla 7.1 Activos fijos tangibles (Detalle) .....	153
Tabla 7.2 Activos fijos tangibles (Resumen).....	154
Tabla 7.3 Costo de alquiler mensual.....	154
Tabla 7.4 Costo de remodelación del local industrial.....	155
Tabla 7.5 Activos fijos intangibles .....	155
Tabla 7.6 Gasto operativo anual .....	157
Tabla 7.7 Ciclo de caja .....	157
Tabla 7.8 Costo de los materiales .....	158
Tabla 7.9 Costo de los materiales directos .....	159
Tabla 7.10 Personal MO directa .....	159
Tabla 7.11 Costo MO directa.....	159
Tabla 7.12 Costo de materiales indirectos de fabricación .....	160
Tabla 7.13 Personal MO indirecta .....	161

Tabla 7.14 Depreciación fabril .....	161
Tabla 7.15 Costo de agua potable .....	162
Tabla 7.16 Costos indirectos de fabricación .....	163
Tabla 7.17 Ingreso por ventas .....	163
Tabla 7.18 Presupuesto de costo de producción .....	164
Tabla 7.19 Requerimientos de producción, inventario inicial y final.....	165
Tabla 7.20 Presupuesto del costo de ventas.....	165
Tabla 7.21 Gasto personal administrativo .....	166
Tabla 7.22 Depreciación no fabril .....	166
Tabla 7.23 Amortización de intangibles .....	166
Tabla 7.24 Presupuesto de gastos administrativos.....	167
Tabla 7.25 Gasto personal de ventas .....	168
Tabla 7.26 Presupuesto de gastos de ventas .....	168
Tabla 7.27 Estructura de la inversión .....	169
Tabla 7.28 Distribución de las fuentes de capital .....	169
Tabla 7.29 Presupuesto de servicio de deuda .....	170
Tabla 7.30 Presupuesto de estado de resultados .....	171
Tabla 7.31 Presupuesto de estado de situación financiera (Apertura).....	171
Tabla 7.32 Flujo de caja.....	172
Tabla 7.33 Presupuesto de ESF (Al 31 de diciembre del 2021) .....	173
Tabla 7.34 Presupuesto de ESF (Al 31 de diciembre del 2025).....	174
Tabla 7.35 Flujo de fondos económicos .....	175
Tabla 7.36 Flujo de fondos financieros .....	175
Tabla 7.37 Cálculo del Costo de oportunidad del accionista.....	177
Tabla 7.38 Cálculo de indicadores económicos (VAN, TIR, B/C) .....	178

Tabla 7.39 Cálculo de indicadores económicos (PR).....	179
Tabla 7.40 Cálculo de indicadores financieros (VAN, TIR, B/C).....	179
Tabla 7.41 Cálculo de indicadores financieros (PR) .....	180
Tabla 7.42 Ratios financieros .....	184
Tabla 7.43 Valores de las variables en los escenarios .....	189
Tabla 7.44 Estado de resultados (Escenario optimista) .....	190
Tabla 7.45 Estado de resultados (Escenario pesimista).....	190
Tabla 7.46 Flujo de fondos económico.....	191
Tabla 7.47 Flujo de fondos financiero .....	191
Tabla 7.48 Resumen de escenarios .....	192
Tabla 8.1 Valor agregado del proyecto.....	193
Tabla 8.2 Densidad de capital.....	194
Tabla 8.3 Productividad de MO.....	194
Tabla 8.4 Intensidad de capital .....	194
Tabla 8.5 Relación producto - capital .....	195

## ÍNDICE DE FIGURAS

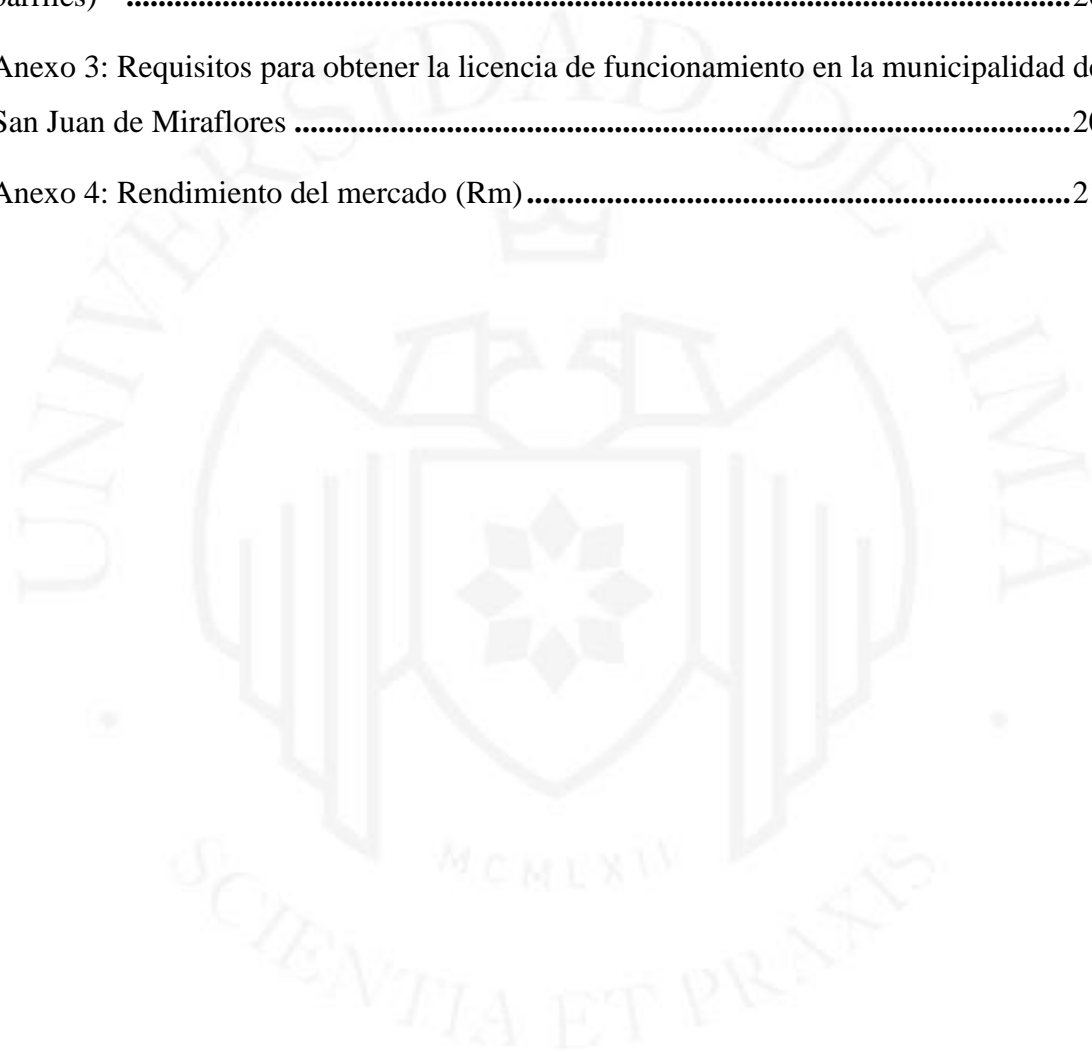
Figura 2.1 Sacos de 50 kg. de caucho reciclado .....	14
Figura 2.2 Reparación de carreteras con mezcla asfalto y caucho reciclado.....	16
Figura 2.3 Incremento porcentual de pavimentación Red vial Nacional (2010-2020)...	23
Figura 2.4 Incremento porcentual de pavimentación Red vial Nacional Proyectada (2021-2025) .....	24
Figura 2.5 Variación porcentual del PBI por Sectores .....	31
Figura 2.6 Gráfica de proyección de la demanda GCR .....	32
Figura 2.7 Red vial Nacional y sus ejes.....	35
Figura 2.8 Intensidad de compra del GCR .....	37
Figura 2.9 Participación de Mercado (caucho estireno butadieno SBR).....	42
Figura 2.10 Niveles de canales de distribución .....	44
Figura 2.11 Estrategias de posicionamiento .....	47
Figura 2.12 Variac % mensual del índice de precios de materiales de construcción .....	48
Figura 3.1 Mapa de Lima metropolitana .....	54
Figura 3.2 Mapa de Piura.....	54
Figura 3.3 Mapa de Arequipa .....	55
Figura 3.4 Distrib. y Precio – Zona Este 1– Ate/ Santa Anita / El Agustino.....	61
Figura 3.5 Distribución y Precio – Zona Este 2 San Juan de Lurigancho / Lurigancho – Chosica	<b>62</b>
Figura 3.6 Distribución y Precio – Zona Sur 1 Chorrillos / Villa el Salvador / Lurín....	62
Figura 3.7 Localización de la planta.....	68
Figura 5.1 Polvo granulado de caucho reciclado .....	79
Figura 5.2 Diagrama de proceso (DOP) .....	85



Figura 5.3 Balance de material .....	86
Figura 5.4 Mapa de proceso.....	98
Figura 5.5 Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos .....	106
Figura 5.6 Modelo de la cadena de suministro .....	116
Figura 5.7 Señales de prohibición.....	134
Figura 5.8 Señales de advertencia.....	134
Figura 5.9 Señales de obligación .....	135
Figura 5.10 Señales de evacuación y emergencia.....	135
Figura 5.11 Señales de prevención COVID-19 .....	136
Figura 5.12 Diagrama relacional de actividades.....	139
Figura 5.13 Plano detallado de la planta.....	140
Figura 5.14 Diagrama de Gantt.....	142
Figura 6.1 Caracteristic SAC De acuerdo con la Ley General de Sociedades .....	143
Figura 6.2 Estructura organizacional de la empresa .....	150
Figura 7.1 Gráfico araña .....	188
Figura 7.2 Gráfico tornado.....	188

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Formato base de encuesta a empresas.....	205
Anexo 2: Producción de principales derivados del petróleo (expresado en miles de barriles) .....	207
Anexo 3: Requisitos para obtener la licencia de funcionamiento en la municipalidad de San Juan de Miraflores .....	208
Anexo 4: Rendimiento del mercado (Rm).....	210



## RESUMEN

Se inicia el siguiente plan de negocio formulando la pregunta ¿Cómo demostrar que la implementación del gránulo de caucho reciclado (GCR) como componente de las mezclas asfálticas se convierte en una opción importante para optimizar la calidad de los pavimentos en la actualidad y al mismo tiempo reducir el impacto negativo que produce el desecho de los neumáticos al medio ambiente?, para ello se plantea el siguiente plan de negocio titulado “Estudio de Pre Factibilidad para la elaboración de granos de caucho reciclado como componente de mezclas asfálticas”. El valor agregado y la ventaja competitiva que se adopta para ingresar al mercado de asfaltos en Lima metropolitana está enfocada al impacto medio ambiental, creando productos que no contaminen y mejoren de manera directa la calidad del producto final. El adicionar GCR para lograr la modificación las mezclas asfálticas, conlleva grandes beneficios. Gracias a las investigaciones y la literatura citada en el estudio, es notable que en los últimos años en distintos países estas modificaciones han demostrado ser más duraderas que las modificaciones convencionales, brindando ahorros a largo plazo debido a su menor mantenimiento y mayor durabilidad, además de priorizar la reducción de impactos ambientales negativos, como la quema indiscriminada de NFU.

El presente plan de negocio tiene como objetivo principal determinar la viabilidad del proyecto de producción, comercialización y distribución de un pigmento denominado grano de caucho reciclado en un mercado institucional y empresarial; en ese sentido, busca demostrar que es factible la comercialización del producto en el mercado capitalino de Lima. La hipótesis inicial demuestra que la puesta en operación de una planta recicladora de neumáticos es factible, debido a que existe en el mercado nacional una creciente demanda de GCR que lo aceptará de acuerdo a la existencia de condiciones técnicas y económicas favorables como producto final con el fin de satisfacer aquella demanda que todavía no ha sido atendida.

Como respuesta a este análisis preliminar se evalúa la posibilidad de aperturar una empresa en la que se pueda comercializar GCR a través de los canales directos de

comercialización. A ello se suma que el aditivo se convierte en un agregado principal para mejorar la durabilidad del asfalto.

Los estudios primarios y secundarios se realizan sobre la base de la información recibida de expertos en la producción del producto, y también de información estadística de exportaciones e importaciones de los tipos de asfaltos que se tienen registrados con sus partidas arancelarias. En esta etapa se demuestra la validación del modelo de negocio, porque es un producto innovador.

Como conclusión al análisis financiero, se aprecia que el proyecto es factible, siendo su rentabilidad positiva a 5 años con indicadores económicos y de crecimiento positivos. En un escenario normal y con un costo de oportunidad del accionista (COK) con un valor del 11%; se alcanzaron indicadores económicos y financieros como el valor actual neto económico (VANE) de S/. 1,930,420, y un valor actual neto financiero (VANF) de S/. 1,999,966.

Se obtiene una TIRE del 45% y una TIRF del 61%, demostrándose que es un negocio rentable para el inversionista, al ser el retorno esperado por el accionista menor a ambas tasas, con un valor del 11%.

**Palabras clave:** neumáticos fuera de uso, mezcla asfáltica, red vial nacional, trituración mecánica, segregación.

## ABSTRACT

The following business plan begins by formulating the question: How to demonstrate that the implementation of recycled rubber granules (GCR) as a component of asphalt mixtures becomes an important option to optimize the quality of pavements today and at the same time reduce the negative impact produced by the disposal of tires on the environment? For this, the following business plan entitled "Pre-Feasibility Study for the production of recycled rubber grains as a component of asphalt mixtures" is proposed. The added value and competitive advantage that is adopted to enter the asphalt market in metropolitan Lima is focused on environmental impact, creating products that do not pollute and directly improve the quality of the final product. Adding GCR to achieve the modification of asphalt mixtures has great benefits. Thanks to the research and literature cited in the study, it is notable that in recent years in different countries these modifications have proven to be more durable than conventional modifications, providing long-term savings due to their lower maintenance and greater durability, in addition to prioritize the reduction of negative environmental impacts, such as the indiscriminate burning of NFU.

The main objective of this business plan is to determine the viability of the project for the production, marketing and distribution of a pigment called recycled rubber grain in an institutional and business market; In this sense, it seeks to demonstrate that the commercialization of the product in the capital market of Lima is feasible. The initial hypothesis shows that the start-up of a tire recycling plant is feasible, because there is a growing demand for GCR in the national market that will accept it according to the existence of favorable technical and economic conditions as a final product with the in order to satisfy that demand that has not yet been met.

In response to this preliminary analysis, the possibility of opening a company in which GCR can be marketed through direct marketing channels is evaluated. To this is added that the additive becomes a main aggregate to improve the durability of the asphalt.

The primary and secondary studies are carried out based on the information received from experts in the production of the product, and also on statistical information on exports and imports of the types of asphalt that are registered with their tariff headings. In this stage, the validation of the business model is demonstrated, because it is an innovative product.

As a conclusion to the financial analysis, it can be seen that the project is feasible, its profitability being positive at 5 years with positive economic and growth indicators. In a normal scenario and with a shareholder opportunity cost (COK) with a value of 11%; economic and financial indicators were achieved, such as the economic net current value (VANE) of S/. 1,930,420, and a net financial present value (VANF) of S/. 1,999,966.

A TIRE of 45% and a TIRF of 61% are obtained, showing that it is a profitable business for the investor, as the return expected by the shareholder is lower than both rates, with a value of 11%.

**Keywords:** end of life tires, asphalt mix, national road network, mechanical crushing, segregation.

# CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

## 1.1 Problemática

El proceso productivo de cualquier empresa industrial produce una considerable cantidad de residuos sólidos nocivos e inofensivos, estos residuos si no son controlados puede provocar incidentes de contaminación en el medio ambiente y causar una mala imagen de la empresa frente a toda la comunidad. Otras empresas requieren que determinados residuos sólidos se utilicen en sus diferentes procesos productivos. Estas empresas se denominan Comercializadoras de Residuos Sólidos (ECSR). A nivel mundial, Alvar (2015) señaló que uno de los problemas ambientales más importantes de los últimos tiempos se da debido a la producción a gran escala de neumáticos y a la dificultad de desmantelar los neumáticos una vez utilizados (p. 12); de hecho, en la fabricación de llantas, el proceso de producción consume mucha energía (las llantas de camión necesitan medio barril de petróleo crudo), y si es que no se llega a reciclar adecuadamente, también causará contaminación en el ambiente.

Hay formas de lograr un reciclaje constante de estos productos, pero faltan políticas que faciliten la recolección y la implementación de industrias que reciclan o eliminan limpiamente los componentes peligrosos de los neumáticos de automóviles y el reuso de materias primas internas como el acero y el algodón. Actualmente, las empresas optan por comercializar sus residuos sólidos como alternativa de ingreso económico. Para ello, se adopta el impulso de una cultura de segregación, es decir, valorizar entre sus trabajadores los residuos generados en el proceso productivo, ya que son ellos quienes finalmente se encargan de recuperar estos residuos.

Las empresas que comercializan residuos pueden ayudar a proteger el medio ambiente mediante una correcta clasificación, generando así beneficios económicos (ingresos por comercialización de residuos) y ambientales (reducción de la descarga de residuos sólidos a vertederos). Estos beneficios, junto con el programa de apoyo social, permiten a la empresa demostrar que está formulando acciones de responsabilidad social empresarial (RSE) en sus procesos, y a través de estas acciones se puede entender la eficiencia desde una perspectiva de desarrollo. Las empresas que practican acciones de

responsabilidad social corporativa son respetadas por los grupos de interés, fortalecen la relación con los grupos de interés y pueden asegurar su existencia a largo plazo en el mercado.

En Perú y países limítrofes, el uso de neumáticos es una parte importante de la economía, pues existen en el transporte diario como automóviles, motocicletas, autobuses, etc., permitiendo recorridos terrestres. Se considera a los neumáticos como uno de los materiales que más se desechan en el mundo, con el adicional de no ser biodegradables (lo que significa que no se pueden descomponer). En los últimos años, la dificultad de gestionar el destino de los neumáticos ha provocado en gran medida problemas medioambientales. (Castro & Díaz, 2017).

Los residuos generados por el asombroso crecimiento del parque automotor en el Perú han traído muchos problemas a la ciudad, tales como: contaminación del aire, aumento de los índices de siniestralidad vial, es el caso de las llantas que son desechadas y presentan serios problemas y daños de diversa índole. (Hidronor, 2017). Los neumáticos no se consideran residuos de alta peligrosidad, debido a su gran tamaño ocupan mucho espacio en los vertederos. Su composición básica es de aproximadamente 80 % de caucho, 15 % de acero y 5 % de nailon, además a causa de la estabilidad química que posee, se calcula que se degradan lentamente durante aproximadamente 500 a 1000 años. (CONMA, 2015).

Otro estudio de García & Reyes (2016) encontró que en Perú cada año se producen miles de toneladas de llantas usadas, pero nada se recicla (p. 14). Casi la mitad de estos gigantescos desechos no están controlados y la otra mitad se acumula en vertederos sin fiscalizar. En comparación con países modelo como Francia, Alemania y Austria, la tasa de recuperación promedio es del 60%, que es muy diferente. Esto presenta una situación grave en la mayoría de los países, que, con las excepciones citadas, han implementado más políticas de eco-responsabilidad y, lo que es más importante, las han hecho cumplir debido a la prohibición de ponerlas en práctica.

En diferentes partes de las provincias peruanas estos residuos son a veces incinerados en hornos industriales para disponer de estos residuos, pero es claro que transmitir este contaminante al ambiente en considerables cantidades de material tóxico genera otros inconvenientes. En el ejemplo de Lima, el principal problema es que la mayoría de las llantas se tiran a la calle como basura, lo que no solo destruye la armonía



del paisaje urbano, sino que también tiene un efecto negativo en la atmósfera, con riesgo de quemaduras. García & Reyes (2016).

Reciclarlos y mezclarlos con asfalto es una buena idea, se implementó en Estados Unidos en la década de 1960 y se ha avanzado mucho desde entonces. De hecho, existen diversas propuestas al respecto, y la investigación y las nuevas iniciativas aumentan constantemente en todo el mundo. Además de representar una salida interesante para la gran cantidad de neumáticos que se utilizan para triturar para mezclarlos con asfalto ayuda a mejorar sus características, al tiempo y ahorro de usar un polímero que también resulta contaminante. (Mete, 2014).

El presente proyecto pretende crear una planta para producir GCR como componente de las mezclas asfálticas. Como podemos apreciar en el Perú no existe una política de preservación del medio ambiente, ni del reciclaje de los productos en general. Es así que los neumáticos fuera de uso (NFU) son un potencial problema al no haber disposiciones generales para su acopio. El estudio que se propone, permitiría darle un segundo uso a los NFU; luego de pasar por ciertos procesos, el producto final que se genera son GCR con una granulometría de 0.5 – 0.7 mm. Con esto se logra darles un segundo uso a los neumáticos desechados y al mismo tiempo se logra mitigar el posible impacto en el medio ambiente que genera la acumulación de estos neumáticos.

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **Objetivo general**

La investigación tiene un objetivo general, el cual es la pre factibilidad de mercado, técnica, económica y financiera para la implementación de una planta de reciclaje de neumáticos; para la producción y comercialización de GCR como un componente para la generación de las mezclas asfálticas.

### **Objetivos específicos**

Se detallan los siguientes objetivos específicos:

- Determinar la existencia de un mercado y la demanda del GCR como un modificador de las mezclas asfálticas.
- Establecer una localización idónea para poner en operación una planta de reciclaje de neumáticos en la ciudad de Lima.

- Conocer los procesos y mecanismos de reciclaje de neumáticos con la finalidad de disponer de un insumo para uso industrial.
- Cumplir con la normatividad ambiental aplicable al área de interés.
- Analizar el costo beneficio de la inversión en la elaboración del grano de caucho.
- Determinar qué tan rentable es el estudio y poder determinar su factibilidad económica y financiera.
- Evaluar el impacto social que tiene el proyecto en la comunidad de Lima metropolitana.

### **1.3 Alcance de la investigación**

#### **Unidad de análisis**

La unidad de análisis de la investigación son los gránulos de caucho reciclado producidos a partir de neumáticos en desuso.

#### **Población**

Todo el gránulo de caucho reciclado que puede ser elaborado a partir de todos los neumáticos en desuso disponibles en la capital del Perú.

#### **Espacio**

La investigación se dará en el territorio peruano, específicamente el análisis se centralizará en la ciudad de Lima

#### **Tiempo**

El trabajo en su totalidad tendrá una duración máxima de 6 meses, más el tiempo que tome las modificaciones requeridas por el asesor y los informantes hasta la aprobación final del trabajo de investigación

### **1.4 Justificación del tema**

Las razones para realizar proyectos de investigación se basan principalmente en:

- La existencia de gran cantidad de neumáticos en desuso, los cuales por su naturaleza no son biodegradables.

- Aprovechamiento del reciclaje y reproceso de materiales para darle una nueva vida útil a los productos desechados.
- Buscar una solución frente al impacto ambiental negativo que genera la acumulación de neumáticos en desuso.
- Minimizar los riesgos en la generación de focos infecciosos, debido a la acumulación de material desechado, así como accidentes fortuitos que pudiesen producirse como por ejemplo incendios.

### **Técnica**

Para el procesamiento del granulo de caucho recuperado de llantas de desecho, existen muchas tecnologías, entre las existentes, las principales son las siguiente, que son utilizadas actualmente en la industria:

- Reencauchado: proceso de reutilización de llantas gastadas reemplazando la banda de rodadura.
- Tratamientos Mecánicos: El proceso mecánico en el que un neumático se comprime, corta o rompe en pedazos irregulares.
- Tecnologías de reducción de tamaño: Existen tecnologías practicadas a temperatura ambiente, por vía húmeda y las criogénicas.
- Tecnologías de Regeneración: Vulcanización, Reciclado de Caucho, Modificación de Superficies, Biomodificación.
- Tecnologías adicionales: Existen las de pirolisis, y las de termólisis

### **Económica**

Los beneficios que traería el proyecto, desde una perspectiva económica, son:

- Creación de valor económico de residuos, obtenidos del reciclaje de neumáticos fuera de uso.
- Generación de una fuente de desarrollo de la zona donde se instale la planta de reciclaje.
- Generación de puestos de trabajo, en incremento de la población económicamente activa.
- Rentabilidad del negocio empresarial, debido a los ingresos económicos que se generarán.

## **Social**

Socialmente los beneficios que traería la puesta en marcha de este proyecto es en primer lugar generar nuevos puestos de trabajo para la comunidad, reduciendo así la tasa de desempleo del país. Con este proyecto se busca además reducir y mitigar los impactos ambientales producidos por el desecho de los neumáticos en desuso.

### **1.5 Hipótesis de trabajo**

La puesta en marcha de una empresa recicladora de neumáticos es factible, por el hecho de que existe en el mercado nacional una creciente demanda de grano de caucho reciclado que lo aceptará debido a la existencia de condiciones técnicas y económicas favorables como producto final.

### **1.6 Marco referencial**

A continuación, se citan las siguientes fuentes empleadas como referencia para el estudio preliminar de una planta de reciclaje de neumáticos en Lima. Las fuentes son las bibliotecas de universidades y distintas Webs tanto de industrias, estadísticas y académicas en general.

#### **Nacionales.**

García & Reyes (2016), presentan el estudio titulado “Propuesta de un sistema de logística inversa de llantas inservibles para reducir el impacto ambiental y gasto por consumo de combustible en el servicio de gestión ambiental de Trujillo”, La investigación es aplicada, se asume hipotéticamente que a través de la propuesta de la operación se reducirá el impacto en el ambiente y los costos por la utilización de combustible de los servicios de gestión ambiental de Trujillo.

Con el fin de realizar el análisis de resultados, los estudiantes de tesis realizan pronósticos de materias primas, estimaciones y cálculos de costos actuales, análisis económico del impacto ambiental de la situación problemática y soluciones para observar la rentabilidad y sustentabilidad del proyecto. futuro. A través del análisis se obtienen los cálculos respectivos: costo de combustible, área de botadero, pronóstico de llantas inutilizables, volumen de destilación de combustible para cada propuesta, cálculo del número de trabajadores en la nueva fábrica, ahorro e inversión. Para cada propuesta,

tiempo de suministro, propuesta 1 y 2 indicadores económicos e impacto ambiental. Se propone el uso de un sistema de pirólisis de para los neumáticos, mediante el cual se pueden obtener productos trifásicos (sólidos, líquidos y gaseoso).

Las conclusiones son: 1. El almacenamiento o disposición inadecuados de llantas inservibles pueden causar daños a la salud y daños ambientales, con una calificación de -342. 2. No existe una propuesta para suministrar llantas que pueden quedar inservibles y actualmente solo el 13% de esos neumáticos producidos localmente terminan en vertederos. 3. El sistema detallado tiene una capacidad para procesar de 5 ton/día. 4. Aplicando este sistema se ahorra S/. 1'102,866.23 por año. 5. Los indicadores financieros que genera la segunda propuesta son: VAN de S/. s/. 2.448.238,89, la TIR es del 71%, el PRI es de 1 año y 5 meses, por lo que esta propuesta es económicamente viable. 6. Del análisis de impacto ambiental, resultó una calificación de -83. Comparando el impacto ambiental con lo actual se observa una disminución del 78%. De esto se concluye que el sistema es ambientalmente factible.

### **Internacionales**

En la tesis de Beltre (2011), titulada: Diseño preliminar de una planta recuperadora, para usos alternos, de los materiales constituyentes de neumáticos usados. De la universidad de oriente núcleo de Anzoátegui, escuela de ingeniería y ciencias aplicadas departamento de ingeniería química y para optar al título de: Ingeniero Químico.

En el proyecto Beltre propone diseñar una planta de reciclaje para un uso alternativo al reciclaje de los materiales formadores de neumáticos utilizados en la planta de Oxalquilados en Venezuela. Para ello, se recopilaron datos sobre la cantidad de llantas fácilmente reciclables de un estudio del parque automotor de Venezuela, que determinó que en el oriente del país se generaron 24.167 toneladas de estos residuos. Posteriormente se revisan los requerimientos de caucho en el país, a ser requeridos como materia prima con el fin de dimensionar adecuadamente la instalación; la planta fue dimensionada desde un inicio para manejar el 30% del total de llantas de desecho en la región oriental, equivalente a 3.8 ton/hora o aproximadamente 7,296 ton/ año de neumáticos, laborando 5 días a la semana, aplicando un turno de 8 horas, considerando 240 días/año

El proceso básico de la planta es el triturado, granulado y triturado, en el que se obtienen cauchos de diferentes tamaños de partícula (0,7 mm-5 mm).

Y a través del análisis del parque automotor, se concluye que Venezuela utilizó 198.438 toneladas de llantas en 2009, de las cuales la región oriental aportó 24.167 toneladas (12,17%).

La capacidad de la planta se establece con base en la cantidad de neumáticos susceptibles a ser reciclados y a los requerimientos nacionales de caucho. El dimensionamiento se hace para tratar desde el inicio 3,8 ton/h, es decir, debe procesar aproximadamente 7,250 ton/año de NFU, aplicando una jornada laboral de 5 días por semana, con 1 turno de 8 horas lo que corresponde a 240 días/año.

Esta tesis se asemeja al trabajo de investigación que se realiza porque da los conceptos básicos en el diseño de la planta para la operación y las diferencias serían del medio, posicionamiento en el mercado; dado que esta tesis fue realizada para otro país.

En la tesis presentada por Bravin y Voloschin (2012), titulada “Proyecto de inversión planta recicladora de caucho, de la Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de ciencias económicas, Argentina. Para este trabajo se presenta los siguientes objetivos:

- Evaluar la conveniencia de instalar una planta de reciclaje de caucho en la provincia de Córdoba.
- Cuantificar y evaluar el posible retorno de la inversión.

Además, se propusieron las siguientes metas secundarias:

- Identificar los conceptos teóricos que sustentarán el trabajo.
- Identificar la información a recopilar para realizar la investigación de proyectos de inversión.
- Comprender y describir el entorno en el que se implementará el proyecto.
- Asociar y aplicar los conceptos teóricos analizados al sector económico.

Intenta proporcionar resultados a partir de observaciones y conocimiento directo de la realidad, para determinar los conceptos terminológicos del análisis de proyectos de inversión y su aplicación en los sectores económicos.

Las conclusiones de la investigación son las siguientes:

Comprobó la viabilidad económica y financiera de su implementación. Dado que los neumáticos no son biodegradables, la única opción es almacenarlos en tanques o enterrarlos. A través de este proyecto, se pueden reciclar y dar una nueva vida útil, lo que

no solo ayuda al desarrollo económico, sino que también ayuda a proteger el medio ambiente.

Debido a que este es un mercado en crecimiento y responde a las necesidades de la sociedad, tanto el INTI como Pro-Córdoba tienen planes de impulsar actividades. Estos planes incluyen exenciones fiscales y subsidios para nuevos empleados.

En cuanto a las alternativas analizadas, la más conveniente es la segunda, plantas de tamaño medio, por las siguientes razones:

El monto de la inversión es de US \$ 120.000, por lo que no es necesario que lo haga un gran grupo de inversores.

El período de retorno de la inversión de los tres planes es el más bajo, que es de 1 año, mientras que el PRI de los 3 planes es de 2. La opción 1 no se recuperará dentro de los diez años posteriores a la vida útil de la máquina.

El valor actual neto de la inversión es de US \$ 825.200 y la TIR es de 32%. Calculada de acuerdo con la tasa de interés a plazo fijo del National Bank of America, es un valor positivo, indicando que el proyecto se ha ejecutado.

Otra investigación encontrada, ha sido la de Mejía (2013), titulada “Análisis de sensibilidad de un proyecto de reciclaje de llantas. Bogotá- Colombia, realiza un análisis del reciclaje en el país de Colombia”, y, sustentada para la carrera de ingeniería civil. Los datos muestran que el reciclaje industrial de llantas en Colombia es un mercado sin explotar, y la producción de GCR a partir de llantas de desecho o llantas inferiores se ha convertido en una fuente para la elaboración de nuevos productos para la infraestructura local. Es así que se aplica para la elaboración de asfaltos modificados para carreteras y autopistas o superficies especiales para campos deportivos, parques infantiles o áreas industriales. Desde el punto de vista medioambiental, los neumáticos de desecho son una fuente de diversidad de inconvenientes, su uso descontrolado como combustible en hornos manuales o su complicada disposición en vertederos plantea desafíos para la industria automotriz, pero es principalmente una sociedad sustentable la que debe elegirse en términos de desarrollo y respeto por los recursos naturales.

La conclusión es que el manejo de llantas usadas como componentes de mezclas asfálticas para pavimentar carreteras en Bogotá genera oportunidades de negocios para personas naturales o jurídicas dedicadas al manejo final de llantas usadas en GCR.

Esta investigación muestra que la empresa está comprometida con el reciclaje de llantas de desecho y la aplicación de tecnología de trituración para su producción. Desde el punto de vista ambiental, social y económico, es una empresa viable e importante. Valora las actividades de reciclaje y tiene un alto potencial y una Proyección para el futuro.

Los pasos dados por los gobiernos nacionales a través de la promulgación de leyes (como la Ley 1333 de 2009) han demostrado la importancia del tema, al menos en el ámbito legislativo, pero aún queda un largo camino por recorrer para establecer un sistema que sea sensible ante las adversidades que enfrenta la sociedad, si no corrige su rumbo y evita que continúe la destrucción del planeta, busca día a día los materiales que son depositados en los rellenos sanitarios de cada ciudad o región del país. El estudio de Mejía (2013) es consistente con la nueva propuesta, además, ayuda a demostrar que la aplicación de la ley en el mercado colombiano protege a la industria en cuanto a los desechos de llantas.

El método es descriptivo y cuantitativo. Los resultados muestran que los neumáticos fuera de uso (NFU) provienen principalmente de la industria automotriz. Los propietarios se distribuyen de la siguiente manera: profesionales de la carretera (65%), talleres y estaciones de servicio (19%) y distribuidores de productos (16%). Cabe mencionar que, en lo que respecta al proyecto de la planta de reciclaje de llantas, es necesario cooperar con los recicladores correspondientes de Lima Metropolitana, ya que ellos garantizan la calidad y el abastecimiento de los productos. La recolección de caucho se ha convertido en uno de los procesos comerciales clave, y las negociaciones de poder con los proveedores se consideran un factor clave.

### **1.7 Marco conceptual**

El presente trabajo de investigación está enfocado en la puesta en marcha de una planta de reciclaje de neumáticos en desuso para producir gránulos de caucho reciclado (GRC), los cuales están enfocados en satisfacer el mercado de los asfaltos. Este GCR entrará como un insumo con características particulares con el fin de optimizar las propiedades de las mezclas asfálticas modificadas.

Para esto, se muestra un glosario de términos a usar en el estudio:



*Asfalto:* Mezclas sólidas y densas de hidrocarburos y minerales, utilizadas principalmente como agregados en la construcción de pavimentos de carreteras (Lui, 2018).

*Asfalto químicamente modificado:* El proceso de mezclar el caucho directamente con la superficie de la carretera (aglutinante), lo que resulta en una mayor uniformidad (Lui, 2018).

*Asfalto por vía seca:* El proceso de mezclar una medida de partícula idónea de caucho con otros agregados antes de agregar asfalto.

*Caucho natural:* El látex que exudan algunas especies arbóreas dispone del 25% al 50% del polímero natural; 1-4 cis-poliisopreno en forma de una dispersión acuosa de partículas esféricas de 0,3 a 1  $\mu\text{m}$ , cubiertas de una película de proteína emulsionada, que se logra coagular cuando se mezcla con ácido. (Moreno, 2019).

*Caucho sintético:* Generado en base a polímeros sintéticos basados en dienos (principalmente butadieno o isopreno), polimerizados linealmente por reordenamiento de doble enlace (Lui, 2018).

*Granulo de caucho reciclado (GRC):* También llamado caucho modificado, es un caucho que ha sido molido a partir de NFU, y que se usa para hacer mezclas asfálticas en caliente, además de otros usos al pavimentar las carreteras.

*Proceso húmedo:* Es cualquier método de mezclar partículas de caucho con cemento asfáltico, para después agregar la mezcla resultante al agregado.

*Reencauche:* Es utilizado para alargar la vida útil de los neumáticos, generalmente apta para neumáticos de tamaño medio; incluida la renovación de la banda de rodadura de los neumáticos gastados y una buena carcasa.

*Trituración Mecánica:* Implica usar una cuchilla para triturarlo para reducir el tamaño de la llanta; triturar gradualmente el neumático hasta el tamaño más pequeño requerido y luego separar los textiles con un clasificador neumático y magnético. (Castro & Díaz, 2017).

*Trituración criogénica:* Implica congelar todo el neumático con nitrógeno líquido, convertirlo en caucho en polvo y liberar nitrógeno gaseoso.

## CAPITULO II: ESTUDIO DE MERCADO

### 2.1 Aspectos generales del estudio de mercado

#### 2.1.1 Definición comercial del producto

El producto objeto de estudio es Gránulos de Caucho Reciclado (GCR), equivalente a arenas de suelo y agregados finos donde se ubica el GCR según norma técnica CE.010 y método de ensayo estándar NT 339.116.2000 (SENCICO, 2010, p. 13). Los GCR deben cumplir con ciertos requerimientos mínimos definidos en la siguiente tabla:

**Tabla 2.1**

*Requerimientos de calidad para Sub-Base granular del GCR*

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		< 3000 msnmm	>= 3000 msnmm
Limite Líquido	NTP 339.129:1999	25% máximo	25% máximo
Índice de Plasticidad	NTP 339.129:1999	6% máximo	4% máximo

*Nota.* Adaptado de *Reglamento Nacional de Edificaciones*, por Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010

**Tabla 2.2**

*Requerimientos granulométricos para Base granular*

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	--	---
25 mm (1")		75 – 95	100	100
9,5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 - 100
4,75 mm (Nº 4)	25 – 55	30 – 50	35 - 65	50 - 85
2,0 mm (Nº 10)	15 – 40	20 – 45	25 - 50	40 – 70
425 um (Nº 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 - 45
75 um (Nº 200)	2 – 8	5 - 15	5 - 15	8 - 15

*Nota.* Adaptado de *Reglamento Nacional de Edificaciones*, por Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010

El producto final es el GCR, proveniente de los neumáticos fuera de uso, el cual ha sido elaborado a través de procesos de trituración de los mismos; en este caso el proyecto se orienta a la industria del asfalto.

El caucho reciclado aporta muchas características a los productos y materiales que se le agregan, ya que es una materia prima termoendurecible y también actúa como aislante eléctrico y acústico, estas características hacen del caucho un material ideal para la fabricación de asfalto modificado. (Sanit LTDA, 2018).

Seguidamente, se detalla la definición del producto de acuerdo a los 3 niveles:

**Producto básico:** El polvo de caucho proveniente de las llantas en desuso, es utilizado como un polímero para modificar las propiedades del asfalto, el cual genera un asfalto modificado que será utilizado para la producción de las mezclas asfálticas, y su posterior uso en la pavimentación de las vías.

El fin de estos polímeros es el de modificar las propiedades físicas y reológicas del material asfáltico, y así poder disminuir la susceptibilidad a las variaciones de temperatura, a la humedad, además de la oxidación que se pudiese presentar.

**Producto real:** Gránulos de caucho reciclado (polvos de caucho reciclado) con medida de granulometría de 0.5 a 0.6 mm empacados en sacos de 50 kg, debidamente etiquetados, detallando que es un producto reciclado con el símbolo de las 3 flechas. El empleo del grano de caucho para la pavimentación de las vías tiene importantes beneficios, entre las que se mencionan:

- Las vías construidas con gránulos de caucho se suelen fatigar en menor medida que las carreteras tradicionales.
- Al conducir sobre asfalto, pueden reducir la contaminación acústica de los neumáticos en un 40%.
- Son más resistentes a la luz solar y a las altas temperaturas.
- Prolongan la vida útil de las carreteras, reduciendo así indirectamente los impuestos.
- Reducen el consumo de combustible del automóvil.

**Producto aumentado:** Una de las bondades del polvo de caucho reciclado, usado como modificador de asfaltos, es que sirve para mejorar la flexibilidad y resistencia a la tensión

de las mezclas asfálticas, disminuyendo así la aparición de grietas por fatiga o por variaciones en la temperatura.

En cuanto a los servicios ofrecidos, dentro de las etiquetas colocadas en los sacos conteniendo el GCR, se detallará la página web de la empresa, un número de contacto corporativo para la atención de los clientes (colocación de pedidos, solicitudes de muestras, reclamos, reposición de productos fuera de especificaciones).

Se contará con personal técnico especializado para responder cualquier consulta técnica sobre el producto, tanto como un servicio post-venta, y así poder atender requerimientos de las especificaciones y bondades del producto a potenciales clientes.

### **Figura 2.1**

*Sacos de 50 kg. de caucho reciclado*



*Nota.* De Carrizales, 2015

A continuación, se detallan las sub partidas arancelarias correspondientes a las distintas presentaciones de los cauchos como material reciclado o como polímero en el sistema aduanero peruano.

**Tabla 2.3***Relación de Sub Partidas Nacionales – Caucho*

<b>Nro. Partida</b>	<b>Descripción de la Partida</b>
4001.29.20.00	Caucho granulado reaglomerado
4002.11.10.00	Latex de caucho estireno-butadieno (SBR)
4002.19.11.00	Caucho estireno-butadieno (SBR), en formas primarias
4003.00.00.00	Caucho regenerado en formas primarias o en placas, hojas o tiras

*Nota.* De Sunat – Aduanas, 2021

Se prosigue a mostrar las especificaciones técnicas del GCR, la tabla 2.4 las detalla a continuación.

**Tabla 2.4***Especificaciones Técnicas del Grano de caucho reciclado*

<b>Descripción</b>	<b>Caucho Vulcanizado Granulado</b>
Densidad	1,109 gr/cm <sup>3</sup> a 25°C (de acuerdo a ASTM D792)
Estructura física	Granos de forma irregular
Dimensión	0,50 mm – 0,85 mm
% acero	Menor a 0,1%
% textiles	Menor a 0,1%

*Nota.* De Pereda Rodríguez, Danfer Alfonso y Cubas Parimango, Nahúm Octavio, 2008

**2.1.2 Usos del producto, bienes sustitutos y complementarios****a) Usos del Producto**

Los neumáticos debidamente reciclados y triturados pueden generar polvo de caucho (materia prima) para obtener diferentes productos como: asfalto o pavimento, pasto sintético, suelas de zapatos. Macetas, mouse pad, mangueras, alfombrillas para coche, aislamiento acústico, suelos antideslizantes, rellenos decorativos, guardabarros de coche, moquetas industriales.

Así como la fabricación de materiales impermeables ecológicos, pistas de atletismo, ciclo vías, colchonetas de fitness, suelas, maceteros, mangueras, juegos infantiles, baldosas, pavimentos y viales, etc.

Para el caso específico de este estudio, el uso principal que tendrá el GCR es actuar como un polímero para modificar la estructura y propiedades de los asfaltos

convencionales, con el fin de lograr un asfalto que tenga mejores prestaciones; consiguiendo que los asfaltos modificados tengan una mayor adherencia en la etapa de mezclado entre el material asfáltico y el material pétreo.

El GCR aumenta en la mezcla asfáltica la resistencia a la deformación, tensión de tracción, fatiga, reduce el agrietamiento y la sensibilidad de la capa asfáltica a los cambios de temperatura.

### **Figura 2.2**

*Reparación de carreteras con mezcla asfalto y caucho reciclado*



*Nota.* De Carrizales, 2015

#### **b) Bienes sustitutos**

Entre los bienes sustitutos del GCR, como modificadores de las mezclas asfálticas se mencionan los siguientes:

- Polietileno: Usado en bajas proporciones brindan al asfalto una buena resistencia al calor y al envejecimiento, así como una adecuada flexibilidad.
- Copolímeros SBR y SBS (Estireno-Butadieno y Estireno-Butadieno-Estireno): Son polímeros elastoméricos que actúan como modificadores de asfaltos mejorando el comportamiento de las mezclas asfálticas tanto en altas como en bajas temperaturas. Son los más comunes y se han usado durante los últimos 25 años.
- Resina EVA (Etileno-Acetato): Modificador de asfalto que optimiza la resistencia a las roderas de las mezclas asfálticas; poseen buena estabilidad térmica y aumentan la cohesión de las mezclas conforme se incrementa el contenido del polímero.

### **c) Bienes complementarios**

Los agregados pétreos son los materiales utilizados para ser mezclados con los asfaltos modificados para producir las mezclas asfálticas, que serán utilizadas en la pavimentación de las vías.

Entre los agregados pétreos más utilizados para construir las carpetas asfálticas se tiene: arena, grava, piedra triturada, escoria, relleno mineral.

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

Por tratarse de una propiedad comercial, se determina que el área geográfica que cubre este estudio es territorio peruano. En el Perú, la investigación se limitará a sectores de construcción e hidrocarburos.

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

Michael Porter, en su 1er libro “Estrategia Competitiva” cree que la potencialidad para la rentabilidad de una empresa en una industria en particular está definida por cinco fuerzas, analizadas de la siguiente manera.

##### **Amenaza de ingreso de nuevos entrantes**

Se considera un nivel de amenaza medio, puesto que la tecnología empleada es algo complicada para producir caucho reciclado, adicional a esto la inversión en maquinaria importada es alto.

A pesar de esto si se cuenta con la asesoría de un especialista en el diseño y la fabricación de la máquina trituradora y demás máquinas, se pueden reducir los costos en comparación de importar estas maquinarias.

Además, la cultura del reciclaje en el Perú si bien es cierto ha crecido en el tiempo, lo ha hecho lentamente, todavía los niveles de reciclado de productos están atrasados con respecto a otros países de la región.

##### **Poder de negociación de los proveedores**

El poder que tienen los proveedores en la negociación es bajo, hay distintos establecimientos como rencauchadoras, lugar de ventas de neumáticos en Lima y provincias en donde se puede obtener los neumáticos usado, por ello habiendo

proveedores, la planta de reciclaje a través de su área logística podrá elegir el precio a comprar los neumáticos que se usará en su reciclaje, incluso hasta gratis emitiendo un certificado de correcto manejo ambiental de productos.

Una importante opción es el acopio mediante los recicladores, para ello plantea la cultura del reciclaje, de acuerdo con Guerra (2013) argumenta que “a lo largo de los últimos años, al incrementarse el interés por la conservación del medio ambiente, se han multiplicado los negocios ecológicos, el número de empresas que cuidan la naturaleza y, también, los productos fabricados con materiales reciclados” (pág.2). En tal sentido, existe un potencial desarrollo por el uso de materiales que no contaminen como es el caso del producto en estudio.

Las modalidades de abastecimiento de las llantas se convierten en un Factor Crítico de Éxito (FCE); sin embargo, se proponen estrategias relacionadas a convenios con los recicladores para no quedar desabastecidos con los neumáticos.

Debido a que la Planta se ubicará en el distrito de San Juan de Miraflores se establecerán convenios con los recicladores que cuentan con depósitos autorizados en la denominada Pista Nueva donde hay un promedio de 61 personas jurídicas dedicadas al reciclaje de chatarra, neumáticos y entre otros (Calderón, 2019).

### **Poder de negociación de los clientes**

El poder que tienen los clientes en la negociación es alto, sobre todo en un sector como el de construcción donde considerables veces son ellos los que parametrizan las especificaciones de los productos requeridos, lo que se ve reflejado en las bases de las licitaciones convocadas.

Un FCE es orientarse al mercado institucional donde se manejan volúmenes de ventas altos, considerando esta clase de segmentación se obtendría un consumo alto.

Los clientes potenciales son muy grandes y tienen una gran “entidad” y capacidad, siendo los principales clientes las administraciones públicas a nivel nacional y autonómico para el producto final de asfaltado de caminos y carreteras de todo el territorio.



### **Poder de amenaza del ingreso de productos sustitutos**

El poder de amenaza del ingreso de productos sustitutos es medio, ya que si bien es cierto con el tiempo se ha ampliado el abanico de opciones de modificadores de asfaltos, que van desde los polímeros de tipo elastoméricos, pasando por los de tipo termoplásticos, entre otros; no todos satisfacen con las necesidades reales que requieren los asfaltos para ser modificados y variar sus propiedades finales, que impactarán en la estructura de las carpetas asfálticas para pavimentación.

### **Rivalidad entre competidores**

La rivalidad entre empresas que producen y comercializan grano de caucho reciclado de 0.5 a 0.6 mm de granulometría es baja, ya que son muy pocas las empresas que se dedican específicamente o está dirigido su producto a ser un modificador del asfalto para la pavimentación de las carreteras.

La industria del grano de caucho reciclado en el Perú está más enfocada al mercado de las canchas sintéticas, siendo la granulometría que comercializan mayor a los 2 mm para este rubro.

#### **2.1.5 Modelo de negocios (Canvas)**

El Modelo de Negocios Canvas se considera como una herramienta de gestión estratégica que ayuda a definir y visualizar aspectos importantes de un negocio, en este caso proyectos, y cómo estos aspectos se relacionan entre sí.

En la figura 2.3 se puede apreciar la estructura del modelo planteado.

**Figura 2.3**

*Modelo Canvas*

Socios Claves	Actividades Claves	Propuesta de Valor	Relación con clientes	Segmentación de clientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proveedores de materiales (NFU).</li> <li>• Proveedores de máquinas.</li> <li>• Proveedores de sacos de polipropileno.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proveedores de materia prima (llantas).</li> <li>• Proveedores de máquinas.</li> </ul>	<p>El GCR es un polvo de caucho obtenido a partir de la trituración de los NFU, que sirve como aditivo a la mezcla asfáltica. Debido a la composición química de las llantas se cuenta con aditamentos importantes que fortalecen al asfalto. Protege el medio ambiente y no contamina.</p>	<p>Atención de acuerdo con el requerimiento. Si se trata de un cliente del Estado, se debe tener presente el tipo de Licitación en el que participa la empresa.</p> <p>En cuanto al cliente privado la atención debe ser muy cordial, dándole los aspectos técnicos.</p>	<p>Empresas constructoras y consorcios que se dedican a la pavimentación y a darle mantenimiento a las vías de comunicación e infraestructura.</p> <p>Público en general que compre el GCR</p>
<p><b>Recursos Claves</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal.</li> <li>• Infraestructura.</li> <li>• Socios.</li> <li>• Proveedores.</li> </ul>		<p><b>Canales</b></p> <p>La comercialización es directa en la Planta.</p> <p>El canal moderno Web.</p> <p>Vía telefónica o correo electrónico.</p>		
<p><b>Estructura de costos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pago a proveedores de las llantas: acopiadores, recicladores.</li> <li>• Almacenamiento</li> <li>• Personal de planta y administrativo.</li> </ul>		<p><b>Fuentes de Ingreso</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pagos directos en la planta.</li> <li>• Efectivo.</li> </ul>		

## 2.2 Metodología a emplear en la investigación de mercado

Para el presente estudio de investigación se emplean fuentes primarias y técnicas cuantitativas, donde se utilizan distintos instrumentos para la realización de estas

técnicas; de esta manera se determina la demanda y aceptación del grano de caucho reciclado.

Los estudios cuantitativos ofrecen la posibilidad de generalizar los resultados de manera más amplia, brindando control sobre los fenómenos, además de contar perspectivas y la magnitud de estos. Nuevamente, además de facilitar las comparaciones entre estudios similares, ofrece grandes posibilidades de replicación y enfoque en puntos específicos de este tipo de fenómenos. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

Para el caso de las técnicas cuantitativas se utilizaron fuentes secundarias para obtener información relevante que sirva para proyectar la potencialidad del proyecto y en base a las segmentaciones planteadas definir la demanda del proyecto. Entre estas fuentes secundarias de información se menciona el portal Sunat Aduanas, desde donde se recopila información histórica sobre las importaciones y exportaciones del producto; los portales del Ministerio de Energía y Minas, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, desde donde se recopila información sobre datos de producción; con esta información se define la demanda interna aparente (DIA); con todo esto se aplican métodos de pronósticos obteniéndose las proyecciones y articularse a la cobertura que el proyecto debe atender.

Como fuentes primarias y técnicas cualitativas se realizará encuestas a expertos y personal que este familiarizado con el tema de la pavimentación de las vías con mezclas asfálticas, con la finalidad de poder establecer la intención e intensidad de compra del GCR.

Posteriormente, se analizarán las ofertas del mercado y se determinarán las estrategias de marketing para hacer llegar el producto al consumidor final.

## **2.3 Demanda Potencial**

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

El grano de caucho reciclado con granulometría de 0.5 a 0.6 mm, viene a ser un modificador de los asfaltos convencionales, que son usados en las mezclas asfálticas para realizar la pavimentación de las carreteras y/o vías.

Al ser el asfalto un producto complementario del GCR, es que se considera a lo largo de los últimos años como se ha dado la pavimentación de la red vial del Perú.

La red vial del Perú se puede dividir en 3 niveles: red nacional, red departamental (regional) y red vial vecinal. La red vial nacional a la que se dirige el proyecto consta de 3 grandes ejes verticales y 19 corredores horizontales, y tiene como misión conectar las capitales de provincia, los principales centros productivos y todas las capitales de provincia centradas en las ciudades. El consumo y los puertos son los nodos del comercio exterior, forman la base de todo el sistema vial del país. (MTC, 2019).

La Tabla 2.5 muestra un histórico anual de la pavimentación de la red vial nacional expresado en Km.

**Tabla 2.5**

*Pavimentación anual Red vial Nacional - KM*

<b>AÑO</b>	<b>LONGITUD TOTAL</b>	<b>Pavimentada</b>	<b>No Pavimentada</b>	<b>% Paviment</b>	<b>Incremento Pavimentación</b>
2010	23 596	12 445	11 151	53%	
2011	23 319	13 640	9680	58%	1195
2012	24 593	14 748	9846	60%	1108
2013	25 005	15 906	9099	64%	1158
2014	25 789	17 411	8377	68%	1505
2015	26 436	18 420	8015	70%	1009
2016	26 683	19 682	7001	74%	1262
2017	26 792	20 368	6424	76%	685
2018	27 110	21 434	5676	79%	1066
2019	27 053	22 172	4881	82%	738
2020	27 053	22 436	4617	83%	264

*Nota.* Incluye Lima metropolitana y resto del país. De *Memoria anual 2019, 2020*, por Provias Nacional - MTC, 2019

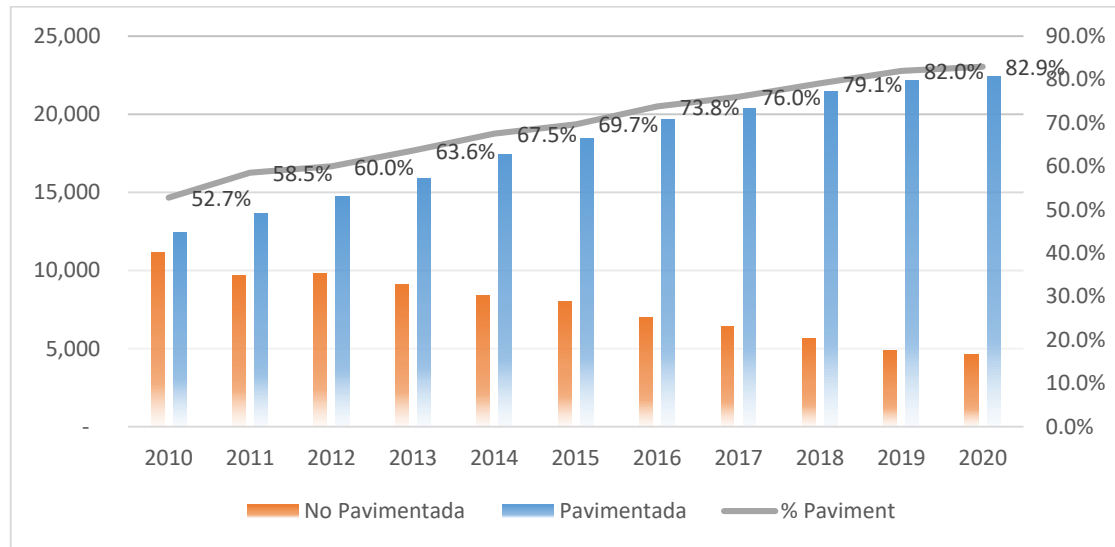
Al ser el GCR y el asfalto bienes complementarios, el uso de uno, en este caso el asfalto para la pavimentación de la red vial nacional tendrá relación directa con el requerimiento del polvo de caucho.

Se aprecia el efecto que ocasionó la pandemia en el año 2020, al haberse asfaltado solamente 264 km de la red vial nacional, mostrando una reducción del 64% con respecto al 2019.

A continuación, la figura 2.4 muestra el incremento porcentual que se ha presentado con respecto a la pavimentación de la red vial nacional.

**Figura 2.4**

*Incremento porcentual de pavimentación Red vial Nacional (2010-2020)*



*Nota.* De Memoria anual 2020. Elaboración propia

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

El año 2020, como consecuencia de la pandemia originada por el covid-19 y a la cuarentena global que se aplicó en todas las regiones del Perú, fue un año singular; que afectó todas las actividades económicas del país. Es así que todas las obras de infraestructura vial fueron paralizadas por varios meses y recién empezaron a reanudarse paulatinamente a partir del tercer trimestre del 2020 como parte de las medidas tomadas por el gobierno para la reactivación económica del Perú.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), a través de Provías Nacional tiene proyectado llegar a pavimentar el 86% de la red vial nacional para el año 2021.

Con esta información y considerando un panorama conservador, debido a la situación que todavía estamos pasando, es que se detalla una proyección para los próximos 5 años de la cantidad de km a pavimentar por año y el porcentaje de pavimentación anual esperado de la red vial nacional.

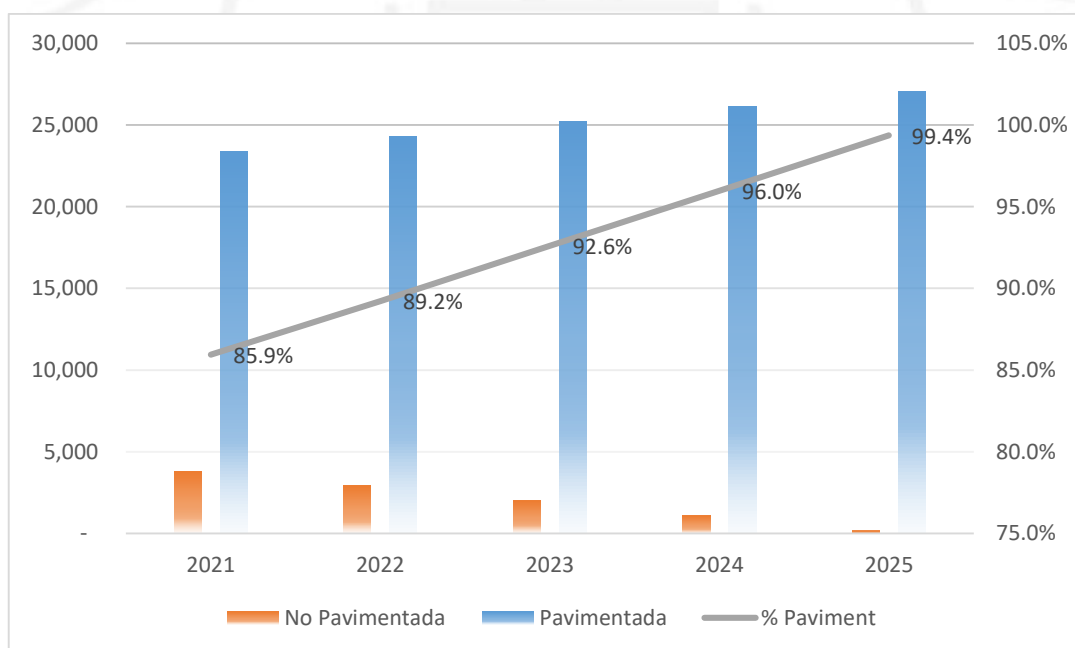
La Tabla 2.6 detalla la proyección estimada de la red vial nacional a pavimentar, expresado en Km.

**Tabla 2.6***Brecha de cobertura de pavimentación en la Red vial Nacional – KM*

AÑO	LONGITUD TOTAL	Pavimentada	No Pavimentada	% Paviment.	Incremento Pavimentación
2021	27 176	23 356	3820	85,9%	920
2022	27 211	24 276	2935	89,2%	920
2023	27 211	25 196	2015	92,6%	920
2024	27 211	26 116	1095	96,0%	920
2025	27 211	27 036	175	99,4%	920

*Nota.* Incluye Lima metropolitana y resto del país. Adaptado de *Plan Operativo Institucional 2020*, por Provias Nacional (MTC), 2020.

Considerando el pavimentar en promedio unos 920 km de carretera de la red vial nacional, desde el año 2021 hasta el año 2025 se tendría prácticamente asfaltada toda la red vial nacional, siendo esta red la principal red vial del Perú.

**Figura 2.5***Incremento porcentual de pavimentación Red vial Nacional Proyectada (2021-2025)*

*Nota.* De Plan Operativo Institucional 2020. Elaboración propia

Con la información de la cantidad anual a pavimentar proyectada, y considerando a Botero (2005), donde se detalla que “el consumo se estima en unos 1,553 neumáticos por kilómetro-carril para una capa de 5.8 cm de espesor de mezcla modificada con asfalto-caucho”. Rubber & Plastic News (1998) estiman que se consume 13.6 toneladas

de GCR para la construcción de 1 km de vía pavimentada con asfaltos modificados. Se calcula entonces la demanda potencial del GCR para los siguientes 5 años.

**Tabla 2.7**

*GCR requerido para la pavimentación de la Red vial (2021-2025)*

<b>AÑO</b>	<b>Cantidad a pavimentar</b>	<b>GCR <sup>TM</sup></b>
2021	920	12 512
2022	920	12 512
2023	920	12 512
2024	920	12 512
2025	920	12 512

## **2.4 Determinación de la demanda de mercado en base a fuentes secundarias o primarias**

### **2.4.1 Demanda del proyecto en base a data histórica**

Como se mencionó con anterioridad, el grano de caucho reciclado con la granulometría requerida de 0.5 a 0.6 mm para ser usado como un componente de las mezclas asfálticas para pavimentación de vías, para el caso del Perú todavía no está desarrollada esa industria; motivo por el cual se considera al asfalto como un producto complementario del GCR, para realizar el análisis histórico de este bien.

Conociendo la proporción del GCR requerida en la mezcla con respecto al requerimiento de asfalto, se definirá las proyecciones del GCR requerido para el horizonte de tiempo proyectado de 5 años.

### **Demanda interna aparente histórica**

La demanda interna corresponde al gasto de consumo e inversión en bienes y servicios de los agentes económicos residentes en un país (personas, empresas y gobiernos) durante un determinado período de tiempo (generalmente medido anualmente). Cabe señalar que la demanda interna es un indicador muy importante del nivel de desarrollo y bienestar de un país, y cuando la demanda interna crece, la economía tiende a crecer (aumento de la producción y el empleo).

## Importaciones

Para la importación de asfalto, se considera como marco de referencia la importación de tres fracciones arancelarias de 2014 a 2020: la partida 2714.90.00.00 betún y betún natural, roca bituminosa y roca bituminosa; la partida 2715.00.90.00 otros betunes, betún natural o petróleo betún - Mezclas asfálticas a base de betún; y asfalto o productos manufacturados de la partida 6807.10.00.00. similar, en rollos.

**Tabla 2.8**

*Importaciones de Asfaltos (2014-2020)*

Año	Asfalto (KG)	Asfalto (TM)
2014	2 705 730	2706
2015	2 763 476	2763
2016	2 425 477	2425
2017	2 403 506	2404
2018	3 268 101	3268
2019	4 712 012	4712
2020	2 270 482	2270

*Nota.* De Sunat-Aduanas, 2021

## Exportaciones

De igual forma, considerando las 3 partidas anteriores, la tabla 2.9 detalla las exportaciones de los asfaltos desde el 2014 hasta el 2020.

Se aprecia claramente el impacto de la pandemia del covid-19 para el año 2020, y la reducción considerable en las cantidades exportadas.



**Tabla 2.9***Exportaciones de Asfaltos (2014-2020)*

<b>Año</b>	<b>Asfalto (KG)</b>	<b>Asfalto (TM)</b>
2014	3 776 856	3777
2015	4 024 602	4025
2016	10 750 365	10 750
2017	11 725 763	11 726
2018	3 258 113	3258
2019	2 221 766	2222
2020	179 597	180

*Nota.* De Sunat-Aduanas, 2021**Producción Nacional**

La tabla 2.10 hace referencia a la producción nacional histórica del asfalto, expresada en miles de barriles (Mbbl) como unidad de medida estándar, correspondiente a la producción de asfalto líquido y sólido en las 3 refinerías (Pampilla, Conchán y Talara), que producen este hidrocarburo en el Perú.

**Tabla 2.10***Producción de Asfaltos (2014-2020) en Mbbl*

<b>AÑO</b>	<b>M bbl (Miles de barriles)</b>
2014	1709,7
2015	1481,8
2016	1398,1
2017	1762,9
2018	1760,3
2019	1554,8
2020	739,84

*Nota.* Incluye La Pampilla, Conchán y Talara. De *Anuario estadístico hidrocarburos 2019, 2020*, por Dirección General de Hidrocarburos – Ministerio de Energía y Minas, 2019-2020

Para poder convertir los Mbbl de asfalto en kg de asfalto, se usa los siguientes factores de conversión:

$$1 \text{ bbl} = 0.1589873 \text{ m}^3$$

$$\text{Densidad} = 1,100 \text{ kg/m}^3$$

Es así que se obtiene los kg de asfalto producidos por año.

**Tabla 2.11**

*Producción de Asfaltos (2014-2020) en kg y TM*

<b>AÑO</b>	<b>M bbls (Miles de barriles)</b>	<b>m3</b>	<b>Kg</b>	<b>TN</b>
2014	1709,7	271 814	298 995 825	298 996
2015	1481,8	235 585	259 144 021	259 144
2016	1398,1	222 283	244 510 782	244 511
2017	1762,9	280 283	308 310 954	308 311
2018	1760,3	279 863	307 849 605	307 850
2019	1554,8	247 200	271 920 494	271 920
2020	739,84	117 625	129 387 622	129 388

### **Demanda Interna Aparente (DIA)**

Se muestra la DIA del asfalto obtenida en base a data histórica de las importaciones, exportaciones y producción desde el año 2014 hasta el 2020. El cálculo se realiza en base a la siguiente fórmula (la diferencia de inventarios se considera cero):

$$\text{DIA} = \text{Producción} + \text{Importaciones} - \text{Exportaciones} + \text{- Dif. de inventarios}$$

La DIA para el producto se calcula de la siguiente manera:

**Tabla 2.12***Demanda Interna Aparente (DIA)*

AÑO	Importación de Asfalto (Kg)	Producción Asfalto (Kg)	Exportación Asfalto(Kg)	DIA (Kg)	DIA (TM)
2014	2 705 730	298 995 825	3 776 856	297 924 699	297 925
2015	2 763 476	259 144 021	4 024 602	257 882 895	257 883
2016	2 425 477	244 510 782	10 750 365	236 185 894	236 186
2017	2 403 506	308 310 954	11 725 763	298 988 698	298 989
2018	3 268 101	307 849 605	3 258 113	307 859 593	307 860
2019	4 712 012	271 920 494	2 221 766	274 410 741	274 411
2020	2 270 482	129 387 622	179 597	131 478 507	131 479

**Proyección de la demanda**

La tabla 2.13 presenta las ventas históricas de asfalto realizadas desde el año 2014 al 2020, expresadas en Mbbl.

**Tabla 2.13***Ventas históricas de Asfalto (Mbbl)*

PRODUCTO	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Asfalto Líquido	221,6	163,1	151,6	173,7	171,6	160,4	67,4
Asfalto Sólido	1447,5	1246,8	1171,2	1473,9	1478,3	1342,6	702,0
TOTAL	1669,1	1410,0	1322,9	1647,6	1649,9	1503,0	769,4

*Nota.* Incluye La Pampilla, Conchán y Talara. De *Anuario estadístico hidrocarburos 2019, 2020*, por Dirección General de Hidrocarburos – Ministerio de Energía y Minas, 2019-2020

Igualmente, con los factores de conversión detallados en la producción nacional, se presenta las ventas de asfaltos expresadas en TM, las cuales se detallan en la tabla 2.14 mostrada seguidamente.

**Tabla 2.14***Ventas históricas de Asfalto (TM)*

<b>AÑO</b>	<b>M bbls (Miles de barriles)</b>	<b>m3</b>	<b>Kg</b>	<b>TN</b>
2014	1669,1	265 365	291 901 923	291 902
2015	1410,0	224 169	246 586 329	246 586
2016	1322,9	210 323	231 354 805	231 355
2017	1647,6	261 943	288 136 802	288 137
2018	1649,9	262 318	288 549 882	288 550
2019	1503,0	238 965	262 861 398	262 861
2020	769,4	122 326	134 558 877	134 559

Para realizar la proyección de la demanda, se definirán 2 variables: la primera, la variable independiente será el PBI anual del sector construcción de cada uno de los años que se tiene información histórica; la segunda variable, la variable dependiente será la demanda del asfalto, similar información que se dispone a lo largo de los años analizados.

**Tabla 2.15***Relación PBI Construcción – Consumo asfalto (Histórico)*

<b>CONCEPTO</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Variación % PBI Construcción	1,9%	-5,80%	-3,20%	2,2%	5,3%	1,5%	-23.20%
PBI Construcción (X)	31 960	30 101	29 135	29 748	31 334	31 812	24 431
TM de Asfalto demandado (Y)	291 902	246 586	231 355	288 137	288 550	262 861	134 559

*Nota.* De *Producto Bruto Interno por sectores*, por BCRP, 2019, 2020

Con la data histórica del PBI construcción (variable X) y la data histórica de la venta de asfaltos (variable Y) se genera una relación lineal, la cual conjuntamente con la variación porcentual proyectada del PBI del sector construcción dada por el MEF, servirá para proyectar la demanda de asfalto.

$$Y = -343779.96 + 19.904 X$$

La figura 2.6 muestra las proyecciones de la variación porcentual del PBI para el sector construcción desde el año 2021 hasta el año 2024.

**Figura 2.6***Variación porcentual del PBI por Sectores*

	Peso Año Base 2007	2019	2020	2021	2022	2023	2024	Prom. 2021-2024
<b>Agropecuario</b>	6,0	3,4	2,2	4,5	4,0	4,0	4,0	4,1
Agrícola	3,8	2,6	3,0	4,9	4,1	4,1	4,1	4,3
Pecuario	2,2	4,1	1,2	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
<b>Pesca</b>	0,7	-25,9	4,6	10,4	2,0	2,2	3,2	4,4
<b>Minería e hidrocarburos</b>	14,4	0,0	-10,8	14,4	1,3	4,3	4,3	6,1
Minería metálica	12,1	-0,8	-10,9	15,1	1,5	5,0	5,0	6,7
Hidrocarburos	2,2	4,6	-10,2	10,0	0,0	0,0	0,0	2,5
<b>Manufactura</b>	16,5	-1,7	-13,3	13,3	6,9	4,9	4,4	7,4
Primaria	4,1	-8,8	0,4	13,4	5,1	4,5	4,5	6,9
No primaria	12,4	1,2	-18,2	13,2	7,6	5,0	4,4	7,6
<b>Electricidad y agua</b>	1,7	3,9	-7,2	6,2	4,8	4,5	4,2	4,9
<b>Construcción</b>	5,1	1,5	-23,2	22,0	9,4	5,0	4,8	10,3
<b>Comercio</b>	10,2	3,0	-20,7	12,0	4,8	4,3	4,0	6,3
<b>Servicios</b>	37,1	4,2	-9,9	7,2	4,8	4,4	4,2	5,2
<b>PBI</b>	100,0	2,2	-12,0	10,0	4,8	4,5	4,2	5,9
<b>PBI primario</b>	25,2	-1,2	-5,6	11,4	2,6	4,2	4,2	5,6
<b>PBI no primario<sup>1</sup></b>	66,5	3,3	-13,7	9,7	5,6	4,6	4,2	6,0

Nota. De “Marco Macroeconómico Multianual 2021-2024” por MEF, 2020

Se considera un incremento porcentual del PBI para el sector construcción similar al del 2024 para el año 2025.

**Tabla 2.16***Relación PBI Construcción – Consumo asfalto (Proyectado)*

CONCEPTO	2021	2022	2023	2024	2025
Variación % PBI Construcción	22%	9,4%	5%	4,8%	4,8%
PBI Construcción (X)	29 806	32 608	34 238	35 882	37 604
TM de Asfalto demandado (Y)	249 484	305 251	337 703	370 414	404 695

Nota. De Marco Macroeconómico Multianual 2021-2024, por MEF, 2020

Con la data de la proyección de demanda de los asfaltos desde el año 2021 hasta el 2025, y considerando la especificación ASTM WK20240 de la ASTM International, se considera al GCR proveniente de neumáticos de desuso como un insumo que, al ser mezclado con el asfalto, debe de participar en promedio con un 10% del total de las mezclas asfálticas.

Estas mezclas asfalto-caucho deben tener en promedio un 90% del ligante asfáltico y en promedio un 10% en su composición de granos de caucho provenientes de neumáticos fuera de uso. Es así que la tabla 2.17 detalla las demandas proyectadas del GCR considerando el 10% de la proyección de requerimientos de asfaltos en los años en análisis.

**Tabla 2.17**

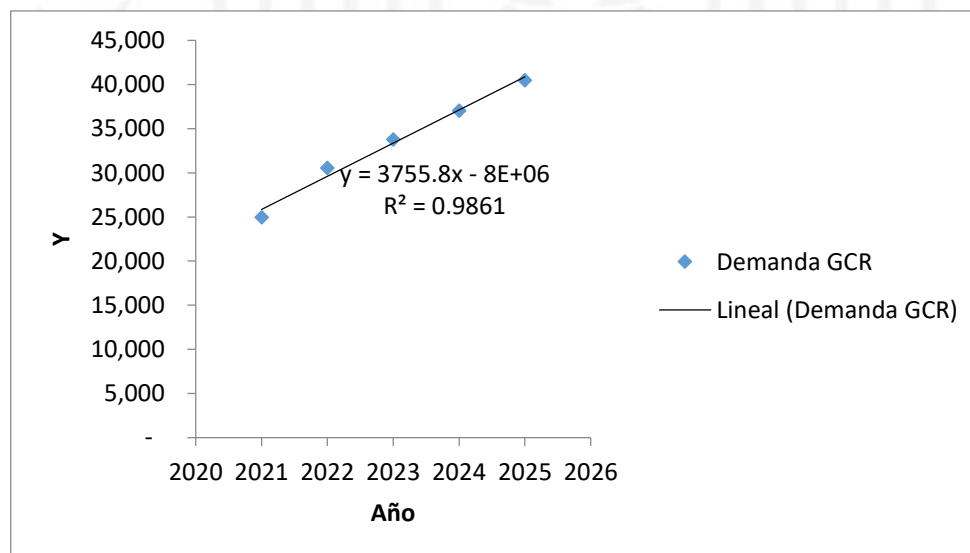
*Demanda proyectada del GCR <sup>TM</sup>*

AÑO	GCR
2021	24 948
2022	30 525
2023	33 770
2024	37 041
2025	40 470

La figura 2.7 muestra la proyección de la demanda del grano de caucho reciclado.

**Figura 2.7**

*Gráfica de proyección de la demanda GCR*



## **Definición del mercado objetivo teniendo en cuenta criterios de segmentación**

Los potenciales consumidores del caucho reciclado son empresas asfálticas de las regiones del Perú, las encargadas de realizar la pavimentación de carreteras a lo largo y ancho del territorio nacional. Básicamente por encargo o por licitaciones ganadas en adjudicaciones con el gobierno a través de las entidades públicas y gubernamentales y el gobierno central.

El mercado objetivo se encuentra entonces direccionado hacia las empresas nacionales que construyen, reparan carreteras en general y el estado peruano a través de sus entidades.

Kotler y Armstrong (2012) señalaron que la segmentación del mercado se define como “división del mercado en grupos más pequeños con diferentes necesidades, características o comportamientos, que pueden requerir diferentes estrategias o combinaciones de marketing”. (p.190) Las organizaciones empresariales han identificado varios métodos de segmentación del mercado y han desarrollado un perfil de la segmentación del mercado resultante. De hecho, el mercado objetivo incluye analizar el atractivo de cada segmento de mercado y escoger uno o más segmentos de mercado para entrar.

Se considera entonces 2 tipos de segmentaciones a aplicar: la geográfica y la demográfica.

### **Segmentación geográfica**

Implica clasificar al mercado en distintas unidades geográficas, como países, regiones, estados, municipios, ciudades e incluso regiones.

La empresa decidirá si se establece en una o varias regiones geográficas, o en la mayoría de las regiones, y prestará atención a las diferencias regionales en función de los deseos y requerimientos (Kotler & Armstrong, 2012). Para el caso de la planta de reciclaje de GCR, se enfoca en Lima Metropolitana como primera alternativa debido a la cercanía de la planta; sin embargo, la planta y el proyecto se orientan a atender a todas las regiones del país donde haya necesidad de seguir mejorando y ampliando las redes viales en su conjunto.

Como se mencionó anteriormente, la red vial total del Perú se divide en 3 niveles: la red vial nacional, departamental y vecinal. A enero del 2020, la longitud de la red total vial existente del país asciende a 168,359.2 km. La tabla 2.18 muestra la distribución de los 3 niveles de vías en el territorio nacional.

**Tabla 2.18**

*Distribución de la Red vial Total Perú*

<b>Red Vial</b>	<b>Km.</b>	<b>% Part.</b>
Nacional	27 060,9	16,1%
Departamental	27 505,6	16,3%
Vecinal	113 792,7	67,6%
<b>Total</b>	<b>168 359,2</b>	<b>100,0%</b>

*Nota.* Adaptado de *Diagnóstico de la situación de las brechas de infraestructura o de acceso a servicios, 2020* por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2020.

La red vial provincial consta de vías rápidas que conectan a la capital del departamento con sus respectivas provincias.

La red vial vecinal, por su parte, está formada por vías de ámbito local, cuya función es conectar las capitales de provincia y distrito con los centros de población. (MTC, 2020).

La tabla 2.19 muestra el promedio de la cantidad de km pavimentados anualmente y su participación porcentual por nivel de vía en el territorio nacional, considerando el período del 2011 al 2018. Esto con el fin de hallar el % correspondiente a la red vial nacional atendida, que es a la que está dirigida el proyecto y poder segmentar del total de GCR estimado el porcentaje que le corresponde para definir la cantidad de GCR estimado real.

**Tabla 2.19**

*Participación por nivel de vía pavimentada*

<b>Red Vial</b>	<b>Km.</b>	<b>% Part.</b>
Nacional	1123,6	66,3%
Departamental	302,4	17,8%
Vecinal	269,4	15,9%
<b>Total</b>	<b>1695,4</b>	<b>100,0%</b>

*Nota.* Adaptado de *Infraestructura vial existente del SINAC del 2011 al 2018*, por Oficina General de Planeamiento y Presupuesto-GTT (MTC), 2019



La figura 2.8 muestra el detalle de los ejes longitudinales y transversales que conforman la red vial nacional.

### Figura 2.8

*Red vial Nacional y sus ejes*



*Nota.* De “Política del sector transporte” por MTC, 2018

### Segmentación demográfica

El mercado se agrupa en función de variables como la edad, el sexo, el tamaño de la empresa, el ciclo de vida de la empresa, los ingresos o la facturación, el tipo de empresa, etc. Los factores demográficos son la base más común para dividir grupos de clientes. Una de las razones es que las necesidades, los deseos y la frecuencia de uso de los clientes a menudo varían según las variables demográficas. (Kotler & Armstrong, 2012).

Teniendo en cuenta la situación anterior, el desglose demográfico de la aplicación es el siguiente:

Tipo de empresa: La planta de reciclaje de GCR se dirige a las empresas que se ubiquen en el rubro de los servicios de construcción de carreteras y que trabajan el asfalto

como materia prima principal, para la pavimentación de las carreteras que correspondan a la red vial nacional.

La demanda se encuentra orientada a los clientes institucionales del Granulo de Caucho Reciclado (GCR), el cual será utilizado como conglomerado en el asfalto que se usa en la construcción de carreteras del país.

### **Diseño y aplicación de encuestas**

Para poder medir y generar una métrica que limite la intención de compra del GCR y poder segmentar la demanda del mismo, es que se realizó encuestas a personal que labora en empresas del rubro, con el fin de obtener datos desde una fuente primaria.

Se realizó la encuesta a 2 empresas, para sondear la intención de compra del producto, el formato base de la encuesta se detalla en el anexo 1.

### **Resultados de la encuesta**

En base a los resultados obtenidos en las encuestas, es que se llega a definir otro factor porcentual de segmentación para establecer la demanda específica final.

Para ello, se debe multiplicar la intención de compra de un producto por la intensidad de compra de ese producto.

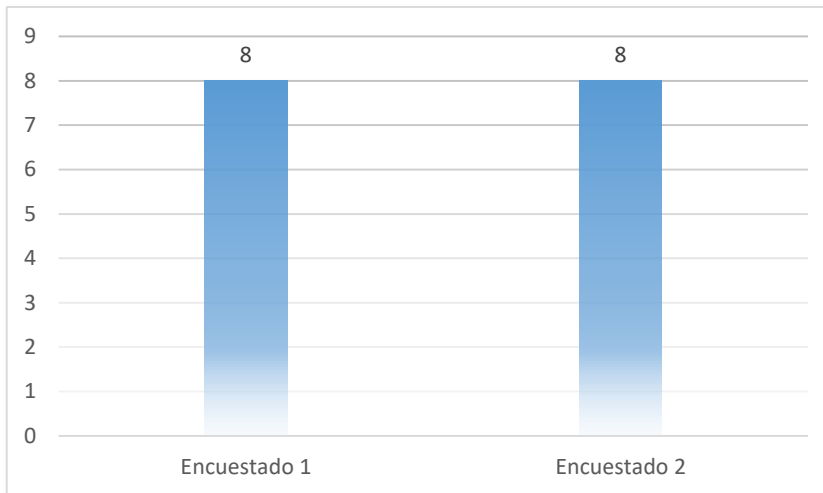
La intención de compra del GCR fue del 100%, ya que todos los encuestados respondieron en la pregunta 3 que si estarían interesados en adquirir el producto como un modificador de los asfaltos convencionales.

La intensidad de compra surge como respuesta a la pregunta 4, donde para los encuestados que respondieron afirmativamente a la pregunta 3, se les consulta que evalúen su intensidad de compra del GCR, siendo 0 (no la compraría) hasta 10 (definitivamente la compraría).

La figura 2.9 muestra gráficamente las respuestas a la intensidad de compra evaluada.

**Figura 2.9**

*Intensidad de compra del GCR*



El promedio de la valuación de la intensidad de compra fue de 8.0 lo que significa que 80% sería la intensidad de compra.

Multiplicando entonces 1 por 0.8, da como resultado 0.8 (80%), que sería el factor porcentual de segmentación para las encuestas realizadas.

### **Determinación de la demanda del proyecto**

Adicional a las segmentaciones mostradas con anterioridad, al ser el polvo de caucho reciclado un producto relativamente nuevo en el mercado nacional, un parámetro en el cual se va a basar la segmentación del producto es la normatividad de exigencia de uso de este bien en la pavimentación de las carreteras.

Para esto debido a que en el Perú no hay una normativa de uso del GCR, consideramos un país con características similares a la nuestra, en este caso el país de Colombia, como símil para definir el uso obligatorio mínimo según normativa.

Según el decreto 265 del 2016 de la ciudad de Bogotá publicado el 29 de junio del año 2016, decreta en el artículo 10: “Artículo 10.- Aprovechamiento de llantas usadas en obras de infraestructura del transporte en el Distrito Capital. Desde el 1 de julio de 2016, toda obra de infraestructura de transporte en el Distrito Capital que se ejecute y adelante en procesos constructivos con asfalto, deberá prever el uso de materiales provenientes del aprovechamiento de llantas usadas en las proporciones técnicas que para el efecto exija el Instituto de Desarrollo Urbano, en la totalidad de metro cuadrado de la mezcla asfáltica usada para la obra en un porcentaje no menor al 25% de la totalidad del

volumen de la mezcla asfáltica usada en vías vehiculares (Troncales de tráfico mixto, Malla Vial Arterial No Troncal, Malla Vial Intermedia y Malla Vial Local)”.

Se considera entonces para el proyecto un factor de segmentación del 25% como estimado de requerimiento legal del GCR en obras de pavimentación de vías con mezclas asfálticas.

El último factor porcentual de segmentación que se aplica para poder definir la demanda específica del proyecto, es la participación de mercado que se espera obtener. Con base al análisis del mercado, capacidad operativa de la planta, y retornos esperados es que se define establecer un 48% de participación de mercado. La tabla 2.20 muestra los factores de segmentación a aplicar para establecer la demanda específica del proyecto.

**Tabla 2.20**

*Factores porcentuales de segmentación*

<b>FACTOR</b>	<b>%</b>
Pavimentación Red Vial Nacional	66%
Encuesta (Intención x Intensidad)	80%
Requerimiento participación legal	25%
Participación de Mercado	46%

Con los factores porcentuales de segmentación definidos, se procede a detallar la demanda específica del proyecto, la cual se detalla en la tabla 2.21 presentada a continuación.

**Tabla 2.21**

*Demanda Final del Proyecto <sup>TM</sup>*

<b>AÑO</b>	<b>Demanda Inicial GCR</b>	<b>% Participación Red Vial Nacional (66%)</b>	<b>Intención x Intensidad (80%)</b>	<b>Participación legal (25%)</b>	<b>Participación de mercado (46%)</b>
2021	24 948	16 466	13 173	3293	1515
2022	30 525	20 147	16 117	4029	1853
2023	33 770	22 288	17 831	4458	2051
2024	37 041	24 447	19 558	4889	2249
2025	40 470	26 710	21 368	5342	2457

## 2.5 Análisis de la oferta

### 2.5.1 Empresas productoras, importadoras y comercializadoras

#### Empresas productoras y comercializadoras

Al ser el grano de caucho reciclado en la granulometría de 0.5 a 0.6 mm, y dirigido a ser una opción de modificador de los asfaltos convencionales, y siendo este GCR un producto que recién se presenta como una opción a ser utilizada por las empresas productoras de emulsiones asfálticas, es que se toma como referencia a las empresas que producen estos modificadores y a las que producen asfaltos modificados con polímeros o cauchos sintéticos.

Entre las empresas productoras de los modificadores para asfaltos convencionales se tiene:

- KBR Ingenieros S.A. es una empresa peruana que atiende principalmente a las industrias del caucho, adhesivos, pvc y poliuretano. Entre los productos que elabora y comercializa se tiene los cauchos naturales, los cauchos sintéticos: SBR (estireno butadieno), BR (polibutadieno), nitrilos, entre otros.
- Conte Group SAC. es una empresa perteneciente a un conglomerado de empresas internacionales que actúan en diferentes países, está especializada en la industria del caucho; otros mercados que atiende son los de pintura, plástico, poliuretano, textil. Produce aditivos para asfaltos modificados; modificadores elastoméricos, latex natural y sintéticos, cauchos termoplásticos, aditivos, cargas, plastificantes.

Entre las empresas que elaboran los asfaltos modificados se tiene:

- TDM Asfaltos SAC. dedicada a la producción, asesoría técnica, comercialización de productos asfálticos para la construcción, rehabilitación, mantenimiento y conservación de pavimentos. Produce asfaltos modificados con polímeros, con polímeros elastomericos, como el SBS y el SBR, entre otros. Trabajan con las marcas Emultec, Betutec, entre otras.
- Industrias Brimax EIRL. es otra empresa que produce y comercializa brea, químicos y asfaltos modificados en el Perú, son pioneros en el uso de tecnología de asfaltos modificados. Sus asfaltos son modificados con

polímeros del tipo SBR (estireno butadieno) y del tipo SBS (estireno butadieno estireno).

- Corporación Grimsa EIRL. empresa dedicada a la elaboración de productos para la limpieza, aditivos para la construcción y asfaltos. Produce y comercializa mezclas asfálticas modificadas con polímeros SBS, SBR.

### **Empresas Importadoras**

Se muestran las empresas importadoras de cauchos, dependiendo de su partida arancelaria:

4004.00.00.00 Desecho, desperdicios y recortes, de caucho sin endurecer, incluso en polvo o gránulo.

**Tabla 2.22**

*Empresas Importadoras P.A. 4004.00.00.00 (Kg.)*

<b>EMPRESAS IMPORTADORAS</b>	<b>2020</b>	<b>2019</b>	<b>2018</b>	<b>TOTAL</b>
Importaciones e Inversiones Wilyas	5 634 334	1 197 856	2 251 330	9 083 520
Residuos sólidos del Sur SCRL		1 749 705	1 184 440	2 934 145
Empresa comercializadora Import Export	81 970	363 910	771 550	1 217 430
Recuperación materiales diversos Peru S.	47 280	326 665	314 743	688 687
Ecology Imports S.A.C.			307 968	307 968
Grupo Peru Grass SCRL	287 770			287 770
Mileydy E.I.R.L.		51 490	213 170	264 660
Guinupol S R L		200 420		200 420
Freno S A	53 050	79 575	52 990	185 615
Sportek group SAC		60 000		60 000
Tsalach S.A.C.		6648		6648
Tirado Palomino Cristina Milagros			3000	3000
Barcelli Morales Jose Enrique		1225		1225
Carpio Talavera Marcial Fernando		700		700

*Nota.* De Sunat – Aduanas, 2021

4001.29.20.00 Caucho granulado reaglomerado

**Tabla 2.23**

*Empresas Importadoras P.A. 4001.29.20.00 (Kg.)*

<b>EMPRESAS IMPORTADORAS</b>	<b>2020</b>	<b>2018</b>	<b>2017</b>	<b>TOTAL</b>
Corporación Peru Grass S.A.C.			318 510	318 510
JSV Belzarubezhstroy Sucursal del Peru	20 160			20 160
Corporación Chame´s SAC			4000	4000
Tsalach S.A.C.	2050			2050
Energotec SAC		294		294

*Nota.* De Sunat – Aduanas, 2021

4003.00.00.00 Caucho regenerado en formas primarias o en placas, hojas o tiras

**Tabla 2.24**

*Empresas Importadoras P.A. 4003.00.00.00 (Kg.)*

<b>EMPRESAS IMPORTADORAS</b>	<b>2020</b>	<b>2019</b>	<b>2018</b>	<b>TOTAL</b>
Menbel SAC			553 775	553 775
LGA Importaciones SAC	117 640	172 520	140 694	430 854
Conte Group S.A.C.	20 000	178 990	180 050	379 040
Sportek group SAC		145 526	59 524	205 050
Segurindustria S.A.	40 000	80 000	60 000	180 000
Ingeniería y desarrollo del caucho S.A.C		47 000	70 380	117 380
CIA. Goodyear del Peru S.A.			100 000	100 000
Sarlo Industrias S.A.C.		36 300		36 300
IDC Componentes S.A.C.	20 000			20 000
Ferrol Sport Suplice global Peru E.I.R.L	15 015			15 015
Camisea Trading Peru S.A.C.		8604		8604
Green and black service E.I.R.L.		6932		6932

*Nota.* De Sunat – Aduanas, 2021

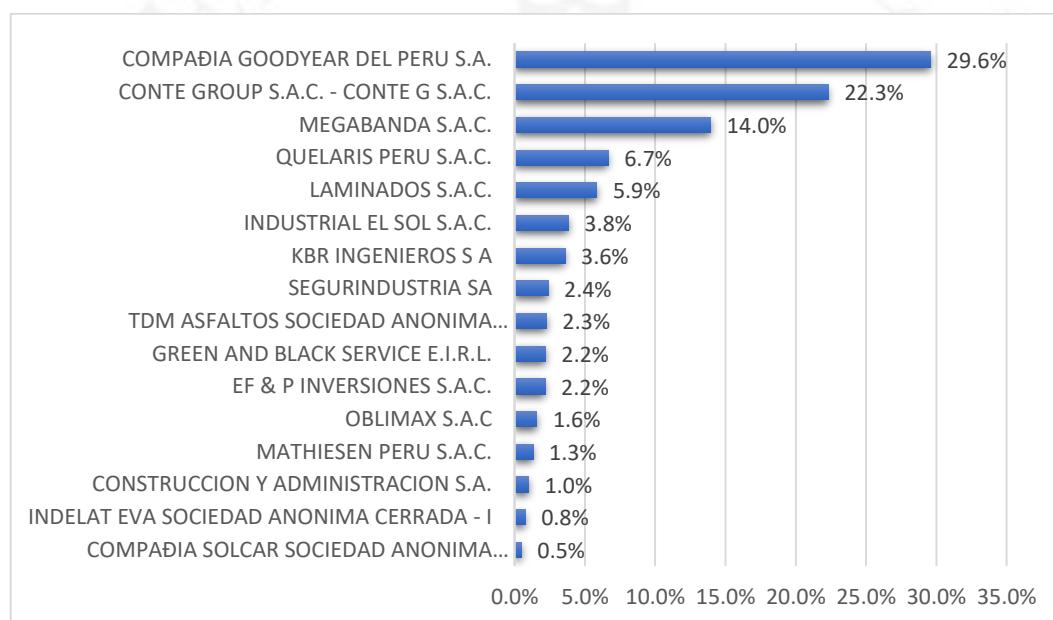
### 2.5.2 Participación de mercado de los competidores actuales

En referencia a la participación de mercado, al ser el GCR un producto que recién estaría entrando con fuerza como un modificador de los asfaltos convencionales, se mostrará la participación de un producto sustituto, en este caso el polímero de caucho de estireno-butadieno (SBR).

De acuerdo a las importaciones de los 3 últimos años (2018 – 2020), se muestra la participación que tendrían estas empresas importadoras en atender la demanda de estos polímeros.

**Figura 2.10**

*Participación de Mercado (caucho estireno butadieno SBR)*



*Nota.* De Sunat Adunas 2021. Elaboración propia

### 2.5.3 Competidores potenciales si hubiera

En el Perú uno de los mayores usos que se le da al GCR es para la industria del césped sintético, se utiliza entonces caucho granulado como un relleno en la instalación de los campos deportivos de grass sintético.

La diferencia más notoria es la granulometría que requieren estos campos, la cual varía entre 1.5 a 2.5 mm.



Es entonces que aparecen como potenciales competidores las empresas que elaboran este tipo de granulo de caucho reciclado, si en un futuro decidieran ampliar su mercado, reduciendo la granulometría que actualmente producen y comercializan.

Entre las empresas más importantes que elaboran este tipo de grano de caucho reciclado se mencionan las siguientes: Lider Grass Perú EIRL, Pavimentos Deportivos SAC, Green and Black Service EIRL.

## **2.6 Definición de la estrategia de comercialización**

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

Al ser un producto relativamente nuevo, estando dirigido al sector construcción, específicamente al sector de pavimentación de vías, es que el producto debe de cumplir con especificaciones técnicas para satisfacer las necesidades de sus usuarios.

Es por ello que el área de ventas debe de ser capaz de introducir el producto como una opción importante para mejorar las propiedades naturales de los asfaltos convencionales, mostrando el producto, estableciendo alianzas comerciales con los posibles clientes, que básicamente son las empresas constructoras encargadas de la pavimentación de las carreteras y de dar mantenimiento a las misma.

La venta del grano de caucho reciclado será mayoritariamente al contado, y al crédito, dependiendo del tipo de acuerdo que se haya acordado con las empresas; ofreciendo precios competitivos en el mercado que atraigan a potenciales clientes.

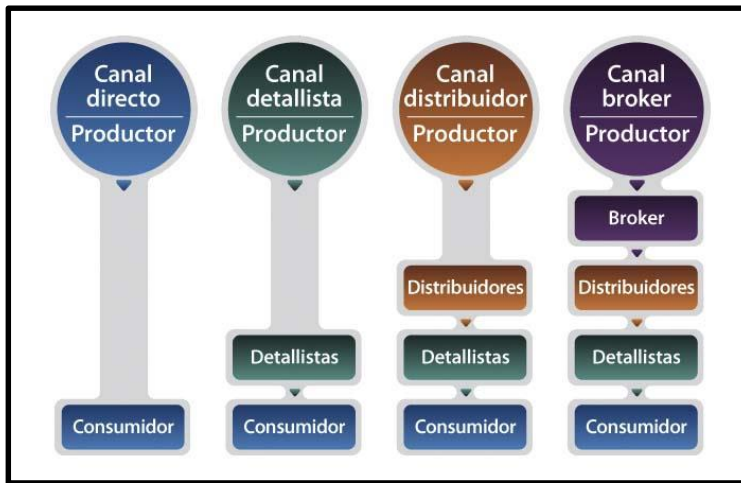
En cuanto a la distribución del producto, se usará un canal directo de distribución; para ello distribución será puntual, ya que directamente gracias a la fuerza de ventas se comercializará el producto sin intermediarios.

Con esto lo que se logra es mantener una relación más directa con los clientes y obtener una mayor retroalimentación por parte de ellos mismo, mejorando el nivel de servicio brindado y reduciendo los costos logísticos.

La figura 2.11 muestra los niveles de los canales de distribución, para el proyecto se tomará el canal directo productor-consumidor.

**Figura 2.11**

*Niveles de canales de distribución*



*Nota.* De “Niveles de los canales de distribución. Por Francisco Torreblanca”

Niveles de los canales de distribución: canal directo y canal indirecto (franciscotorreblanca.es)

### **2.6.2 Publicidad y promoción**

Para poder ingresar al mercado con el grano de caucho reciclado, lo primero es poder hacer conocido el producto en rubro, en este caso empresas del rubro construcción que se dediquen al asfaltado y pavimentación de las vías, carreteras.

Para ello, se creará una campaña publicitaria de promoción del producto, destacando los beneficios del producto en sí, el valor agregado que genera y detallando el aporte al medio ambiente por neumáticos desechados.

Se utilizará entonces como recurso las revistas especializadas en construcción, pavimentación de carreteras, boletines especializados del sector, para colocar anuncios publicitarios. El poder participar en las ferias de construcción es una oportunidad para promocionar el producto directamente a los clientes potenciales que asisten a dichos eventos, y poder tomar un primer contacto con ellos. Así mismo se les entregará muestras del producto para que puedan realizar pruebas del granulo de caucho reciclado.

Otra opción que se maneja para publicitar el caucho reciclado es participar en simposios, conferencias, como por ejemplo las que se llevan a cabo vía el colegio de ingenieros del Perú, en el capítulo de ingeniería civil, donde personal especializado de la empresa brinde conferencias virtuales sobre el reciclado de NFU, o la actualidad del sector, para finalmente publicitar a la empresa.

Se dispondrá de una página web, donde se detallarán las características del producto, hojas técnicas del producto, el proceso de reciclado para la obtención del GCR, así como correo electrónico y teléfonos donde contactarse con el personal de ventas.

Se aplicará el marketing directo, esto es buscar potenciales clientes del rubro y enviarles vía el e-mailing publicidad del producto que se ofrece, mostrando las bondades, beneficios, valor agregado y precios competitivos que la empresa ofrece con su producto.

### 2.6.3 Análisis de precios

#### Tendencia histórica de los precios

Debido a que el producto en estudio (GCR), es un producto que prácticamente recién se introduciría al mercado peruano, no se tiene una data histórica de precios de venta del mismo; motivo por el cual se detallan los precios históricos de las importaciones realizadas tanto de símiles al grano de caucho reciclado, así como de los polímeros modificadores de asfalto que actualmente se usan en la industria del asfalto, que son prácticamente los productos sustitutos del caucho reciclado. La tabla 2.25 mostrada a continuación, detalla los precios CIF (\$/kg) de las importaciones realizadas de los productos referidos.

**Tabla 2.25**

*Histórico de precios cauchos - polímeros CIF (USD/kg)*

<b>PRODUCTO</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
GRANULOS DE CAUCHO		0,44	0,44	
GRANALLA DE CAUCHO		0,26	0,25	0,54
BUTONAL NX 4190	1,76	2,17	2,35	1,92
UP 1159	2,44	2,69	2,47	2,20
CAUCHO SINTETICO	1,90	1,77	1,72	1,30
GRANZA SBR	0,29	0,29	0,31	0,39
CAUCHO GRANULADO		0,51	0,40	
POLVO DE CAUCHO		0,57		

*Nota.* De Sunat – Aduanas, 2021

Se puede apreciar la diferencia considerable de precio que existe entre los granos de cauchos en sus distintas presentaciones, comparándolos contra los polímeros

modificadores de asfalto (Butonal NX 4190 y UP 1159); lo que da un considerable margen al momento de introducir el GCR al mercado.

### **Precios actuales**

En el mercado peruano, como ya se mencionó con anterioridad, el grano de caucho que más se comercializa y el que más se oferta es el de granulometrías de 2.5 mm a 4 mm, granulo de caucho dirigido al mercado de las canchas de futbol sintéticas.

Este producto se ofrece actualmente en el mercado en un precio promedio de S/. 1,500 la tonelada. Sin embargo, para poder llegar a granulometrías requeridas para elaborar un grano de caucho para ser usado como modificador de asfaltos se requiere adicionar procesos para tamizar y reducir más el espesor del grano.

### **Estrategia de precio**

Para poder introducir el grano de caucho reciclado como un producto sustituto de los actuales polímeros modificadores de asfaltos, se utilizará una estrategia de posicionamiento que se basa en la percepción de valor que tienen los clientes con respecto al producto que se ofrece, en este caso granos de caucho que provienen del reciclado de llantas en desuso.

La figura 2.12 muestra las propuestas de posicionamiento generadas debido al valor concebido por los clientes; es decir son las posibles propuestas de valor a generar en los clientes.

**Figura 2.12**

*Estrategias de posicionamiento*

		<b>Precio</b>		
		Más	Lo mismo	Menos
<b>Beneficios</b>	Más	Más por más	Más por lo mismo	Más por menos
	Lo mismo			Lo mismo por menos
	Menos			Menos por mucho menos

*Nota.* De “Fundamentos de Marketing” por Kotler & Armstrong, 2013

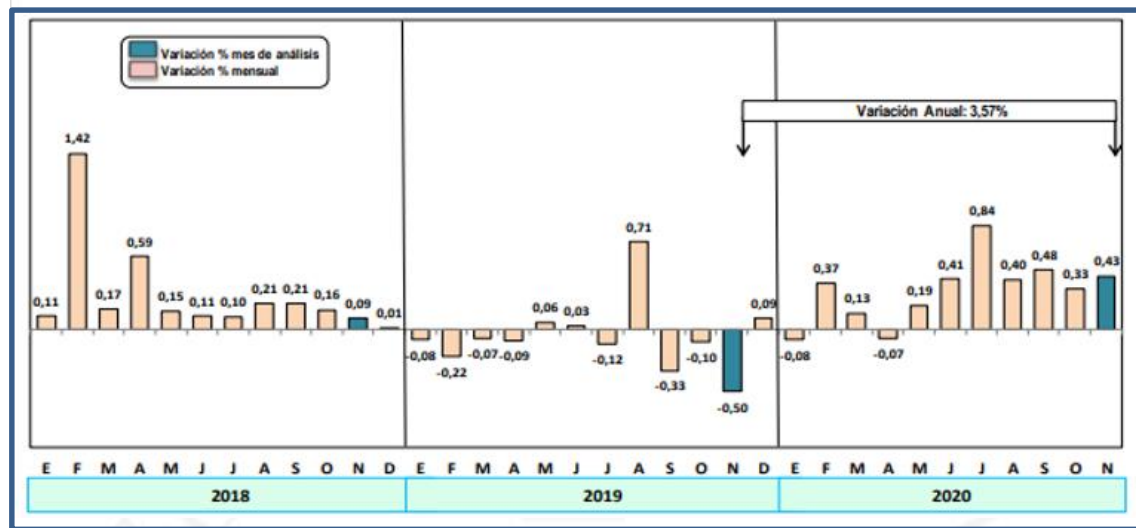
En base a lo anterior, seleccionando la estrategia de más por lo mismo, es que se pretende ofrecer un producto que este dentro del rango de los precios del mercado actuales; pero que se diferencia por darle un valor agregado a los clientes.

Para ello el servicio que se les brinde es de vital importancia; por ello se busca la diferenciación a través de una buena atención, adecuadas relaciones con los clientes, confiabilidad, garantías del mismo, presentación del producto, un adecuado servicio postventa, entre otros aspectos.

En la figura 2.13 se aprecia la variación porcentual mensual del índice de precios de materiales de construcción desde el 2018 hasta el 2020. Con esta variación porcentual mensual al anualizarla, servirá para proyectar el incremento anual en los precios de venta del granulo de caucho.

**Figura 2.13**

*Variación % mensual del índice de precios de materiales de construcción*



Nota. De “Informe Técnico: Variación de los indicadores de precios de la economía” por INEI, Dic. 2020

Con la información anterior se proyectará los precios de venta del GCR que se ofertará en el mercado. Se aprecia que la variación en términos porcentuales del IPMC en los últimos 12 meses (diciembre 2019 a noviembre 2020) fue de 3.57%.

La tabla 2.26 detalla los precios de venta del producto para el período del proyecto (2021 a 2025).

**Tabla 2.26**

*Precio de Venta proyectado del GCR*

Año	Precio Venta x TM (S/.)	Precio Venta x Kg (S/.)
2021	1500	1,50
2022	1554	1,55
2023	1609	1,61
2024	1666	1,67
2025	1726	1,73

## **CAPITULO III: LOCALIZACIÓN DE PLANTA**

### **3.1 Identificación y análisis detallado de los factores de la localización**

Se requiere un análisis para definir la ubicación de la planta productora de GCR como componente de mezclas asfálticas en las mejores ubicaciones para obtener las mejores condiciones para la elaboración del producto final, impulsando así el desarrollo de la región, y en armonía con el medio ambiente. Elegir la ubicación de la fábrica ha tenido en cuenta la proximidad al mercado de destino, uno de los factores que conducen a este análisis es la selección de productos del mercado de destino.

Los más importantes factores de ubicación y su respectivo análisis se muestran a continuación.

#### **3.1.1 Análisis de los factores de macro localización**

##### **Proximidad a las materias primas**

Hay dos formas de materias primas para la producción de GCR:

- Distribuidores de los neumáticos reciclados: Son los proveedores de las llantas que se utilizan para el producto final.

- Servicio de los acopiadores: Este servicio es básico ya que los acopiadores de neumáticos se encuentran localizados en la zona de Pista Nueva en el distrito de San Juan de Miraflores y en otros distritos de Lima.

##### **Cercanía al mercado objetivo**

Este factor hace referencia a la distancia física entre el fabricante del GRC y el distribuidor o cliente final. La ubicación estratégica de la fábrica es muy importante.

Este debe ser cercano al mercado objetivo, teniendo en cuenta que el tiempo de entrega al cliente es el más corto, para no incrementar los costos logísticos de transporte del cliente final.

### **Requerimientos de infraestructura industrial y condiciones socioeconómicas**

Para la fabricación de este producto se recomienda una fábrica de aproximadamente 800 metros cuadrados, la cual debe disponer con la totalidad de los elementos de seguridad para su funcionamiento idóneo. En éste se implementarán espacios adecuados para instalar equipos y herramientas que permitan el desarrollo del producto. El espacio también es importante en este proceso, y la amplitud del área permitirá a los empleados realizar su trabajo sin problemas.

### **Proximidad a las materias primas y servicios tercerizados**

La proximidad a las materias primas es un factor crucial en la ubicación de plantas de reciclaje de neumáticos que producen pellets de caucho reciclado (GRC). Debe tenerse en cuenta que su transporte significa un alto costo, y si la ubicación es la adecuada, el costo se puede reducir. Los servicios prestados están muy cerca.

### **Cercanía al mercado**

Para reducir los costos logísticos de la empresa, es muy importante definir la distancia y el tiempo entre cada posible ubicación de la fábrica y el mercado objetivo.

### **Disponibilidad de mano de obra**

Tomemos como ejemplo esta planta de reciclaje de llantas que produce gránulos de caucho reciclado (GRC), no requiere una considerable cantidad de personal, pero sí requiere un personal con cierta capacitación. El área propuesta donde se ubica la fábrica ofrece las mismas oportunidades laborales para el personal calificado.

### **Disponibilidad de energía eléctrica**

El suministro eléctrico en cualquier zona es muy bueno y el precio por kilovatio hora es el mismo que el de la empresa Luz del Sur. Se considera a éste un factor fundamental porque hay ciertos equipos, como trituradoras de papel que utilizan electricidad, y deben estar disponibles durante todo el día. Este factor es muy importante, porque de él depende el normal funcionamiento de las distintas áreas de la planta de reciclaje (maquinaria, iluminación, oficina, entre otras).



**Tabla 3.1***Producción de energía eléctrica por departamento*

Departamento	Producción energía eléctrica (gwh)	Departamento	Producción energía eléctrica (gwh)
Lima	23 878	La Libertad	792
Huancavelica	10 059	Moquegua	710
Junín	2751	Loreto	502
Ancash	2191	Tacna	158
Huánuco	2170	Ucayali	95
Cusco	1953	Lambayeque	59
Ica	1651	San Martín	45
Piura	1365	Apurímac	44
Arequipa	1252	Amazonas	37
Puno	1058	Tumbes	13
Cajamarca	1038	Ayacucho	11
Pasco	863	Madre de Dios	6

*Nota.* De Estadísticas del BCRPData, por BCRP, 2020.

**Disponibilidad de agua**

Este es un factor esencial, y este recurso solo debe estar disponible para el personal de producción y operaciones. El suministro de agua es una necesidad para la producción y operación, y la información de los hogares con mayor cantidad servicios de agua se utiliza como indicador para el abastecimiento de agua.

**Tabla 3.2***Red pública de agua*

Ámbito Geográfico	Red Pública en viviendas	
	2013	2014
Departamento		
Amazonas	76,7	76,5
Ancash	91	91,2
Apurímac	83,3	85,1
Arequipa	81,1	82,2
Ayacucho	76,5	78,2
Cajamarca	54,9	71,3
Callao	83,2	87,9
Cusco	61,2	65,4
Huancavelica	63,3	67,2
Huánuco	61	67,1
Ica	88,6	89,6
Junín	71,9	72,1
La Libertad	81,5	87
Lambayeque	82,5	84,6

(continúa)

(continuación)

Ámbito Geográfico Departamento	Red Pública en viviendas	
	2013	2014
Lima	86,2	87,9
Loreto	48,4	51,6
Madre de Dios	65,4	69,7
Moquegua	90,3	94,5
Pasco	42,6	54
Piura	79,6	80,4
Puno	46,3	49,6
San Martín	73,5	76,4
Tacna	85,1	88,5
Tumbes	81,5	77,5
Ucayali	58	60,4

*Nota.* De Agua de lluvia, agua de nieve derretida, red pública de la casa de un vecino, etc, por INEI, 2018

### **Disponibilidad de Terrenos**

Las siguientes áreas se pueden utilizar para la macro ubicación de la fábrica: San Juan de Miraflores, San Juan de Lurigancho, Barranco, Ancón, San Luis, Ate (Salamanca) y La Victoria.

### **Efectos sobre el medio ambiente**

La contaminación que produce la fábrica es relativamente pequeña, por lo que se combinan las medidas de seguridad ambiental relevantes con los requisitos legales para poder trabajar en las áreas que hemos determinado. En la actualidad, todas las ciudades están desarrollando planes integrales de protección al medio ambiente. Para ello, es necesario renovar las viviendas y también se procesan residuos como aceite, polvo y / o grasas. Lógicamente hablando, se trata de una escala menor.

#### **3.1.2 Análisis de los factores de micro localización**

El área seleccionada para la selección del macro sitio es Lima, su área principal se ubica en el Cono Sur o el área actualmente denominada Lima Sur y las áreas antes mencionadas. El siguiente análisis se realizará con base en los siguientes factores:

#### **Proximidad a la materia prima**

Considerando la cercanía y disponibilidad de materias primas y ventas al mercado principal, a saber, el área metropolitana de Lima, se han identificado tres posibles

ubicaciones para instalar la planta. Estos lugares son San Juan de Miraflores, San Juan de Lurigancho, Barranco, San Luis, Ate (Salamanca) y La Victoria.

### **Cercanía al mercado**

La proximidad al mercado objetivo es un factor muy importante a considerar en este análisis, ya que involucra gran parte del costo asociado al proyecto; se debe considerar que el público objetivo corresponde a una empresa ubicada en Lima, por lo que Es necesario evaluar que está muy cerca o ubicado en la Disponibilidad de tiendas objetivo dentro de la audiencia.

### **Disponibilidad de mano de obra**

Como se mencionó en la selección de la macro localización, en lo que respecta a esta fábrica, no se necesita una gran cantidad de personal, pero se requiere un cierto nivel de capacitación. Para este caso, se brindan las mismas oportunidades laborales para las tres áreas propuestas donde se ubica la fábrica.

### **Disponibilidad de energía eléctrica**

Este factor tiene que ver con establecer la ubicación de la fábrica, se requiere electricidad para todo el proceso de producción.

### **Efectos sobre el medio ambiente**

Instalación en fábrica, buscando un sitio que reúna las condiciones necesarias para realizar la producción de gránulos de caucho.

## **3.2 Identificación y descripción de las alternativas de localización**

### **3.2.1 Evaluación y selección de la macro localización**

Con base en los factores establecidos anteriormente, los lugares ideales son las áreas metropolitanas de Lima, Arequipa y Piura, ya que brindan buenas condiciones para la instalación de plantas de reciclaje de llantas para producir GCR.

#### ***Lima metropolitana***

Lima está localizada en la parte central del país, frente a la costa del océano Pacífico, a una altitud de 154 metros. m.s.n.m. Internacionalmente Lima ocupa el 5to lugar entre las ciudades más pobladas de América Latina.

**Figura 3.1**

*Mapa de Lima metropolitana*



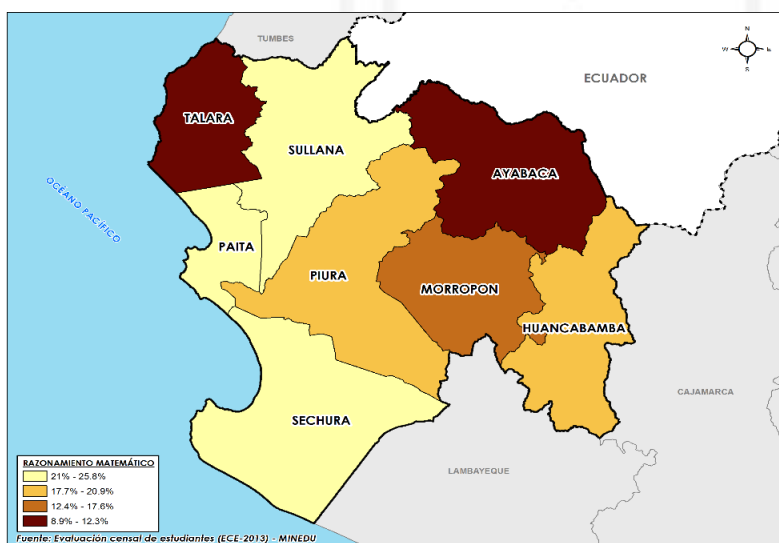
*Nota.* De Ministerio de Economía y Finanzas, 2020

Piura

La ciudad de Piura se encuentra a 29 metros sobre el nivel del mar y cuenta con 430.319 habitantes. Es una ciudad que presenta elevadas temperaturas.

**Figura 3.2**

*Mapa de Piura*



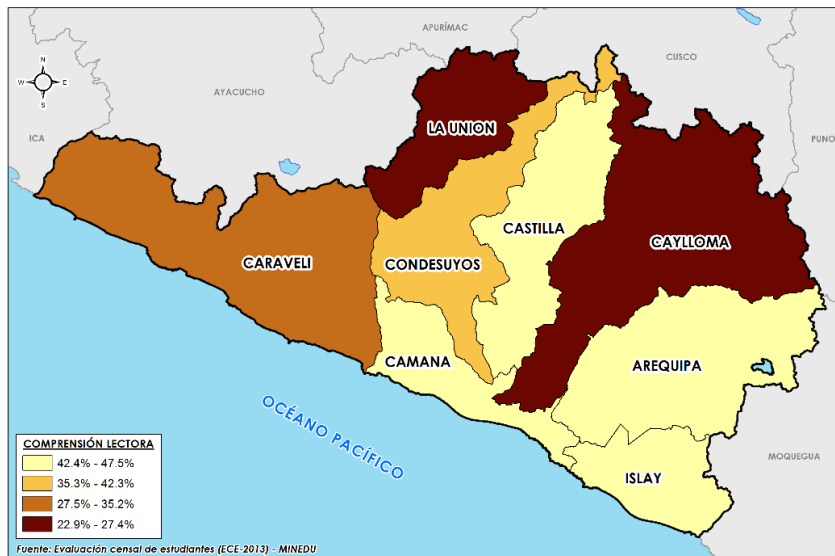
*Nota.* De Ministerio de Economía y Finanzas, 2020

## Arequipa

Con una altitud de 2.328 metros y una población de 869.351, Arequipa es la segunda ciudad más poblada después de Lima.

**Figura 3.3**

*Mapa de Arequipa*



*Nota.* De Ministerio de Economía y Finanzas, 2020

Seguidamente, se realiza la comparación entre los factores descritos en el punto anterior.

### **Costos de transporte de la materia prima**

Se seleccionaron Lima, Piura y Arequipa como posibles ubicaciones (dada la gran cantidad de parques industriales). En esta parte, se toma en cuenta el costo promedio de transportar las materias primas hasta donde estaría localizada la empresa.

**Tabla 3.3**

*Costos por flete desde Lima*

Departamento	Proveedor	Flete x kg en S/.
Lima	Chachapoyas	0,80

*Nota.* De Shalom, 2021

**Tabla 3.4***Costos por flete desde Piura*

Departamento	Proveedor	Flete x kg en S/.
Piura	Chachapoyas	0,70

*Nota.* De Shalom, 2021

**Tabla 3.5***Costos por flete desde Arequipa*

Departamento	Proveedor	Flete x kg en S/.
Arequipa	Chachapoyas	1,40

*Nota.* De Shalom, 2021

Se ha observado que los costos de envío son generalmente mucho más bajos para los artículos cuyo punto de entrega se encuentra entre Lima y Piura, y los costos de envío se ven afectados por las condiciones climáticas, la facilidad para llegar al punto de recolección, pudiendo afectar factores políticos, sociales y económicos de la región en la que se encuentre.

**Cercanía al mercado**

Por este factor, se considera que el cliente estratégico a contactar se ubica en Lima. Por lo tanto, es importante considerar la distancia entre el mercado que desea atender (Lima) y la probable ubicación de la fábrica.

**Tabla 3.6***Distancias de mercado*

Departamento	Cercanía al mercado
Lima	0 km
Arequipa	1011,8 km
Piura	988,4 km

*Nota.* De Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2019

El establecer la planta de reciclaje de llantas en Lima, que produce GRC presenta ventajas sobre el costo final del producto, que puede verse afectado por el flete, la pérdida de bienes y por su calidad. Productos (afectados por factores climáticos experimentados durante el transporte).

**Disponibilidad de energía eléctrica**

La electricidad es esencial para toda planta de reciclaje de neumáticos que produce gránulos de caucho reciclado (GRC), porque permite el funcionamiento óptimo de todas

las máquinas necesarias para producir el producto. Esta escasez de recursos ha provocado enormes pérdidas de maquinaria y materias primas. Además, al inicio de la fábrica, se deben analizar diversas cargas eléctricas en la zona seleccionada.

La tabla 3.7 muestra la producción de energía eléctrica por departamento, expresada en gwh.

**Tabla 3.7**

*Producción de energía eléctrica*

Departamento	Producción de energía eléctrica
Lima	23 878 gwh
Arequipa	1252 gwh
Piura	1365 gwh

*Nota.* De *Estadísticas del BCRPData*, por BCRP, 2020.

Mientras que la tabla 3.8 detalla el costo de la energía eléctrica para cada uno de los 3 departamentos en análisis.

**Tabla 3.8**

*Costo de energía eléctrica por departamento*

TARIFA BT3	Unidad	Lima	Arequipa	Piura
Cargo Fijo Mensual	S/. / mes	3,16	6,51	6,51
Cargo por Energía Activa en Punta	Ctm. S/. /kW-h	22,83	22,71	22,01
Cargo por Energía Activa Fuera de Punta	Ctm. S/. /kW-h	18,89	18,12	17,35
Cargo por Energía Reactiva que exceda el 30% del total de la Energía Activa	Ctm. S/. /kVar.h	4,21	4,21	4,21

*Nota.* De Osinergmin, 2020

La provincia de Lima tiene la mayor productividad energética, lo que demuestra que la abundancia de este recurso evitará el desabastecimiento. Además, tiene un costo accesible con referencia al consumo de este suministro.

**Disponibilidad de agua potable**

El agua potable es un líquido importante y esencial necesario para que las plantas de reciclaje de neumáticos produzcan GRC, por lo que el número de hogares que utilizan este servicio determina el tamaño de la red de distribución.

**Tabla 3.9***Número de casas*

Departamento	Nro. de casas con servicio publico
Lima	87,9
Arequipa	82,2
Piura	80,4

*Nota.* De Anuario Estadístico de Electricidad, 2018, por Ministerio de Energía y Minas, 2018.

A continuación, se presenta la tabla 3.10; la cual detalla el costo de agua potable por los 3 departamentos.

**Tabla 3.10***Costo de agua potable por departamento*

Categoría	Región / Empresa	Rangos de Consumo (m <sup>3</sup> /mes)	Agua Potable	Alcantarillado	Cargo Fijo Mensual (S./ mes)	Asignación Máxima de Consumo (m <sup>3</sup> /mes)
Industrial	Lima / Sedapal	0 – 1000	5,013	2,263	5,042	-
		1000 a más	5,378	2,427		
Industrial	Arequipa / Sedapar	0 a más	4,414	3,287	2,87	50
Industrial	Piura / EPS Grau	0 – 50	3,559	1,142	2,27	100
		50 a 150	4,272	1,372		
		150 a más	5,876	1,886		

*Nota.* De Sunass, 2019

Lima dispone de una mayor cantidad de hogares con servicio de agua potable, esto es debido a la mayor cantidad de hogares y residentes en este sector.

### **Disponibilidad de mano de obra**

Dado el alto nivel de tecnología establecido por las plantas de reciclaje de neumáticos para la producción de GRC y la capacidad de obtener los mejores resultados basados en la producción de GCR, la mano de obra es un recurso con un nivel de importancia moderado.

Para determinar qué tan fácil es obtener el recurso, es necesario considerar el número de personas en edad de trabajar. La Tabla 3.11 muestra los detalles.



**Tabla 3.11***Número de personas para trabajar*

Departamento	Nro. de personas en edad de trabajar
Lima	7606,9
Arequipa	994
Piura	1322,7

*Nota.* De INEI, 2019

Lima es la región con mayor cantidad de personas en edad de trabajar, debido a su gran población.

### 3.3 Evaluación y selección de la localización

Para determinar objetivamente la posible ubicación de la planta de reciclaje de neumáticos para producir pellets de caucho reciclado (GRC), se adopta el "método de clasificación de factores". Puntúa los diferentes factores que influyen 63 para tomar esta decisión, otorgándole pesos ponderados y porcentajes de importancia. Finalmente, se otorga una puntuación basada en la coherencia con las características de los factores y se logra obtener una puntuación objetiva para orientar la decisión de selección del sitio.

#### 3.3.1 Evaluación y selección de la macro localización

Seguidamente, se muestran los factores considerados primordiales para la localización de la planta de reciclaje de neumáticos para la elaboración del GCR.

**Tabla 3.12***Factores de la macro localización de la planta*

Factores	Abreviatura
Costo de transporte de la materia prima	CTMP
Cercanía del mercado	CM
Disponibilidad de Terrenos en zonas industriales	DT
Disponibilidad de energía eléctrica	EE
Disponibilidad de agua potable	AP
Disponibilidad MO	MO

Se presenta a continuación mediante la tabla 3.13 la matriz de enfrentamiento definida.

**Tabla 3.13***Matriz de enfrentamiento para la macro localización*

	MP	CM	PI	EE	AP	MO	Total	Peso
CTMP		1	1	1	1	0	4	0.21
CM	1		0	1	1	1	4	0.21
DT	0	0		1	1	0	2	0.11
EE	0	0	1		1	0	2	0.11
AP	0	0	1	1		0	2	0.11
MO	1	1	1	1	1		5	0.26
							19	

Después de hacer un cruce y definirles pesos a los factores, se le indica un puntaje a cada departamento según las posibilidades que otorga para el funcionamiento de la planta; la tabla 3.14 muestra la escala utilizada para la evaluación.

**Tabla 3.14***Escala de evaluación*

Escala	Puntaje
Muy Malo	1
Malo	2
Regular	3
Bueno	4
Muy Bueno	5

Seguidamente, se presenta el puntaje de cada departamento según el valor del peso y de la puntuación obtenida.

**Tabla 3.15***Ranking de factores para la macro localización*

Factor	Peso factor	Lima		Piura		Arequipa	
		Puntaje	Ponderado	Puntaje	Ponderado	Puntaje	Ponderado
CTMP	0,21	4	0,84	5	1,05	2	0,42
CM	0,21	5	1,05	3	0,63	3	0,63
DT	0,11	4	0,44	3	0,33	3	0,33
EE	0,11	5	0,55	2	0,22	2	0,22
AP	0,11	3	0,33	2	0,22	4	0,44
MO	0,26	4	1,04	2	0,52	2	0,52
			<b>4,25</b>		<b>2,97</b>		<b>2,56</b>

El resultado que se muestra en la tabla es que, considerando las facilidades de acceso que brinda Lima para el ingreso o recolección de materias primas, y la gran cantidad de terreno que ayuda a encontrar una ubicación, Lima es el lugar más idóneo para construir una fábrica de reciclaje. Cerca de forma rápida y definitiva al público objetivo, lo que ahorra costos de transporte y costos de deterioro de los productos básicos.

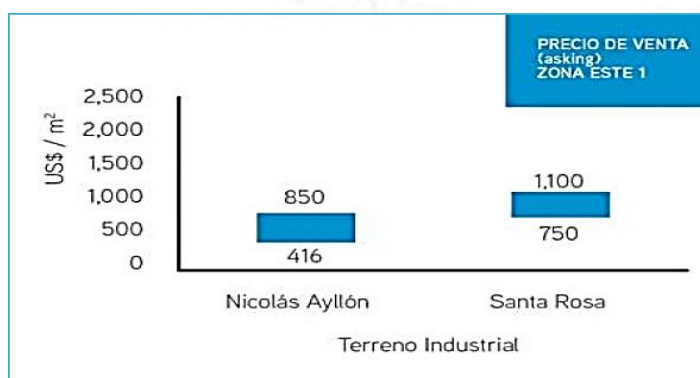
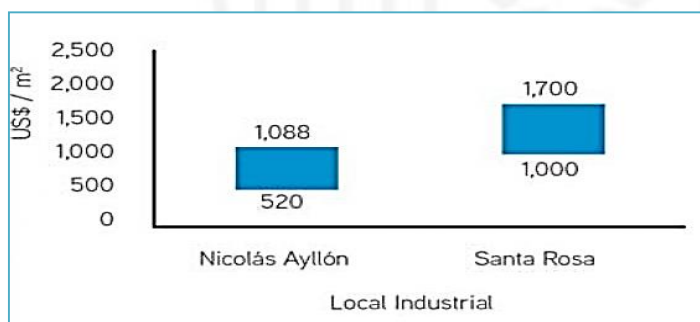
### 3.3.2 Evaluación y selección de la micro localización

La instalación de la fábrica debe ser en parques o zonas industriales porque cuentan con las mejores condiciones para su funcionamiento.

Lima está dividida en 8 zonas industriales, como se muestra en la siguiente imagen, con base en un estudio realizado por el diario Gestión. Para estas áreas, se debe considerar el costo y la disponibilidad de suelo industrial para definir las posibles ubicaciones de futuras plantas de procesamiento de manera estándar y precisa. Seguidamente, se muestra el costo aproximado del suelo industrial y sus porcentajes en diferentes áreas.

**Figura 3.4**

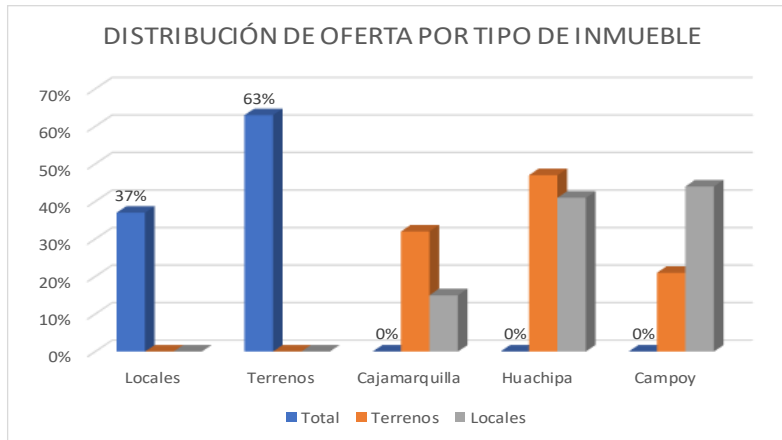
*Distribución y Precio – Zona Este 1– Ate/ Santa Anita / El Agustino*



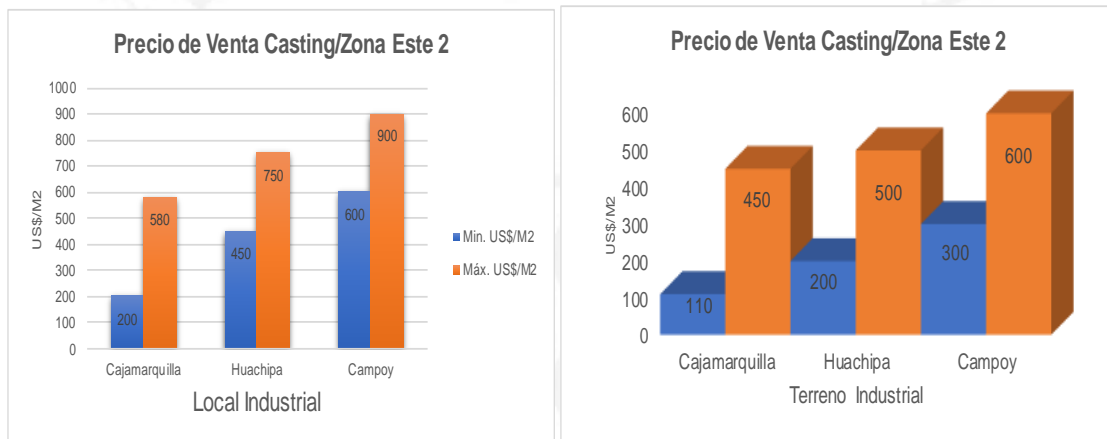
Nota. De Diario Gestión, 2020

**Figura 3.5**

*Distribución y Precio – Zona Este 2 San Juan de Lurigancho / Lurigancho – Chosica*



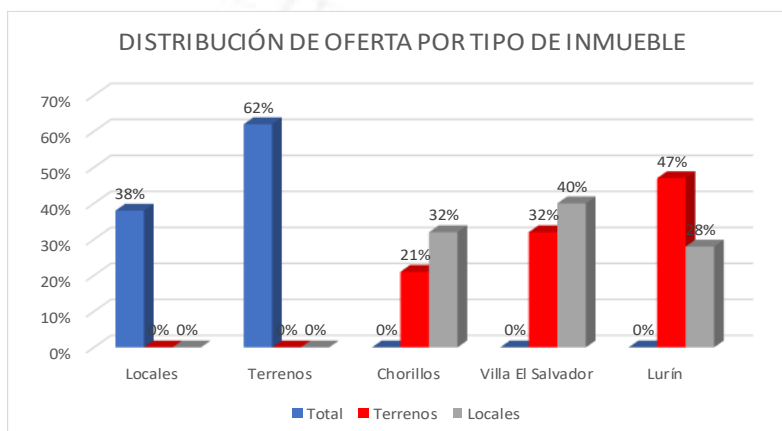
Nota. De Diario Gestión, 2020



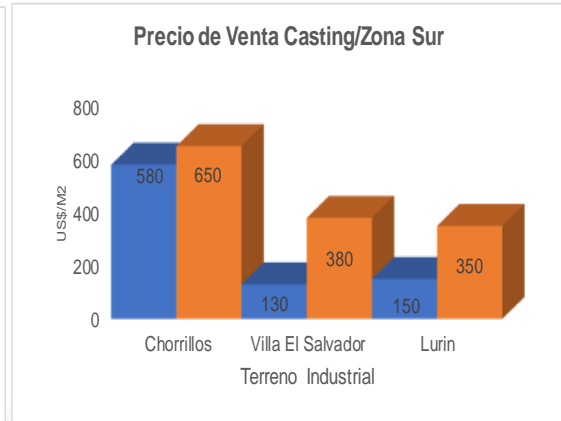
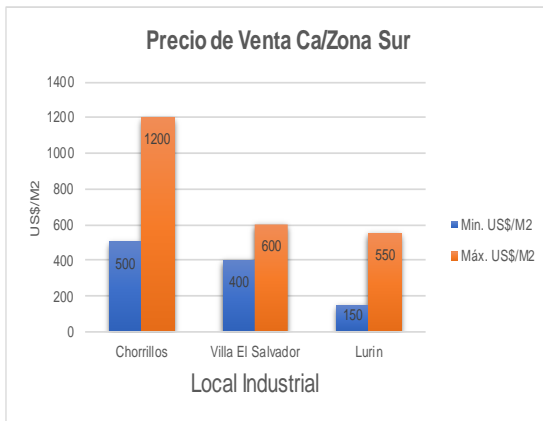
Nota. De Diario Gestión, 2020

**Figura 3.6**

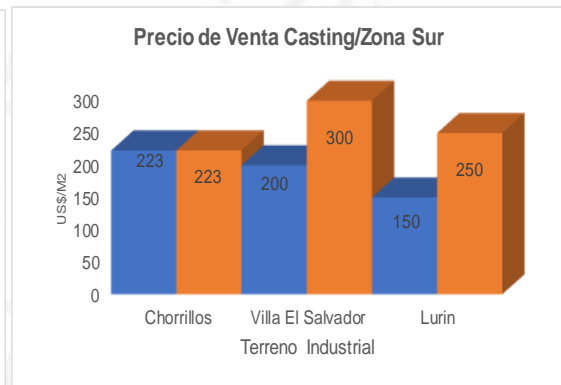
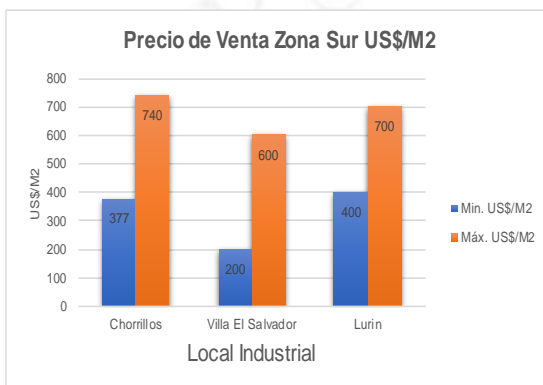
*Distribución y Precio – Zona Sur 1 Chorrillos / Villa el Salvador / Lurín*



Nota. De Diario Gestión, 2020



Nota. De Diario Gestión, 2020



Nota. De Diario Gestión, 2020

Resumiendo, para establecer la micro localización de la planta de fabricación de GCR se puede definir entre 3 distritos de la capital:

- San Juan de Lurigancho
- Lurín
- Ate vitarte

Seguidamente, se muestran 4 factores esenciales para definir la localización mediante el método de factores.

### Disponibilidad de terrenos

Generalmente, al inicio de cada proyecto se buscará ahorrar costos de instalación, por lo que en los primeros años el trabajo se realiza en un sitio pequeño. Por tanto, se utiliza como referencia para el coste por m<sup>2</sup> de una planta industrial.

La Tabla 3.16 detalla el alquiler promedio de casas en las tres regiones anteriores.

**Tabla 3.16***Costo promedio de alquiler de local*

Distrito	Costo (USD/m <sup>2</sup> )
San Juan de Miraflores	33,93
Lurín	37,08
Ate Vitarte	37,02

*Nota. De Costo de local, Por Urbania, 2020*

Se aprecia que el costo de San Juan de Miraflores es menor que las otras dos regiones seleccionadas, lo que se debe al retiro de empresas que elaboran otros productos.

**Costo de energía eléctrica**

La energía eléctrica es un factor primordial en el funcionamiento de todas las máquinas utilizadas en el proceso de fabricación, y el costo del PT se ve afectado por el costo de operación de la máquina.

Es así que se considera a este factor con una importancia elevada; la tabla 3.17 muestra los costos para los 3 distritos.

**Tabla 3.17***Costo de energía eléctrica*

Distrito / Empresa	Costo fijo mensual (S/.)	Costo variable de energía eléctrica (cent S/./kW.h)
San Juan de M / Luz del sur	3,5	32,06
Lurín / Luz del sur	4,75	53,34
Ate Vitarte / Luz del sur	2,5	36,05

*Nota. De Enel Distribución y Luz del Sur, 2020*

El resultado muestra que el distrito de San Juan de Miraflores presenta el menor costo fijo de energía eléctrica.

**Disponibilidad de agua potable**

Al igual que el recurso anterior, este recurso es muy importante porque se utiliza principalmente para fabricar productos, por lo que un adecuado abastecimiento y un costo razonable son la clave para el crecimiento de la planta.

La tabla 3.18 mostrada a continuación, detalla el costo del agua potable para los 3 distritos en evaluación.

**Tabla 3.18***Costo de agua potable*

Lugar/ Empresa	Rango m <sup>3</sup>	Agua y Alcantarillado	Cargo fijo mensual	I.G.V 18%	Total
San Juan de M./ SEDAPAL	27 m <sup>3</sup>	S/. 190,38	4,89	35,15	S/. 230,41
Lurin / SEDAPAL	27 m <sup>3</sup>	S/. 190,38	4,89	35,15	S/. 230,41
Ate Vitarte / SEDAPAL	27 m <sup>3</sup>	S/. 190,38	4,89	35,15	S/. 230,41

*Nota.* De Sunnas, 2020

Sedapal considera una tarifa estándar de precios para empresas industriales, por lo tanto, no implica mayor diferenciación en referencia a este factor.

**Facilidades comunales**

También es importante aclarar los beneficios institucionales que brinda el área para el establecimiento de fábricas, incluyendo el cuerpo de bomberos, servicios de salud, seguridad, etc.

Seguidamente, la tabla 3.19 presenta el número de entidades públicas existentes por distrito.

**Tabla 3.19***Número de entidades públicas por distrito*

Distrito	Número de entidades
San Juan de Miraflores	75
Lurín	57
Ate Vitarte	71

*Nota.* De Municipalidad de San Juan de Miraflores, 2018

**Seguridad**

Los temas de seguridad pública tienen un impacto considerable en los activos e inversiones que los nuevos emprendedores realizan para llevar a cabo con éxito su negocio, de esta forma se evalúan cuatro tipos de delitos, tales como: poner en peligro la propiedad, el cuerpo y la salud, la seguridad pública y las pandillas.

A continuación, la tabla 3.20 presenta una matriz de evaluación de seguridad para los distritos en evaluación.

**Tabla 3.20***Matriz de evaluación de seguridad en los distritos*

Tipos de delitos	Distritos			Total
	Ate Vitarte	SJM	Lurín	
Contra el patrimonio	40,00	35,00	25,00	100,00
Cuerpo y la salud	40,15	39,25	20,60	100,00
Seguridad pública	39,30	32,75	27,95	100,00
Pandillaje pernicioso	30,45	32,40	37,15	100,00

*Nota.* Información proporcionada por la PNP, 2017.

San Juan de Miraflores es la provincia más grande y poblada, la que cuenta con una mayor cantidad de instituciones públicas para ayudarla a enfrentar posibles contingencias.

Seguidamente, se elabora una tabla con los factores relevantes requeridos para determinar de forma objetiva la asignación exacta de la planta de fabricación, como se detalla en la Tabla 3.21

**Tabla 3.21***Factores para la micro localización de planta*

Factor	Siglas
SG	Seguridad interna
DA	Disponibilidad de agua potable
DT	Disponibilidad de Terrenos
DE	Disponibilidad de energía eléctrica
FC	Facilidades comunales

La tabla 3.22 mostrada a continuación presenta la matriz de enfrentamiento para la micro localización.

**Tabla 3.22***Matriz de enfrentamiento para la micro localización*

	SG	DA	DT	DE	FC	Total	Peso
SG		1	1	0	1	3	0.21
DA	1		1	0	1	2	0.14
DT	1	1		0	1	3	0.21
DE	1	1	1		1	4	0.29
FC	0	0	1	1		2	0.14
						14	



Seguidamente, se presenta el ranking de factores, en este caso se utiliza la misma escala de valorización que se usó en la macro localización.

**Tabla 3.23**

*Ranking de factores para la micro localización*

Factor	Peso - Factor	San Juan de Miraflores		Lurín		Ate Vitarte	
		Puntaje	Ponderado	Puntaje	Ponderado	Puntaje	Ponderado
SG	0,21	5	1,07	5	1,07	3	0,64
DA	0,14	5	0,71	3	0,43	2	0,29
DL	0,21	3	0,64	3	0,64	2	0,43
DE	0,29	3	0,86	3	0,86	4	1,14
FC	0,14	5	0,71	3	0,43	4	0,57
			<b>4,00</b>		<b>3,43</b>		<b>3,07</b>

Con base al estudio realizado tanto en la macro localización y en la micro localización, el lugar más adecuado para iniciar la construcción de la planta de reciclaje es San Juan de Miraflores, ubicado en Lima.

El ranking de factores se muestra a continuación, mediante la tabla 3.24

**Tabla 3.24**

*Ranking de factores*

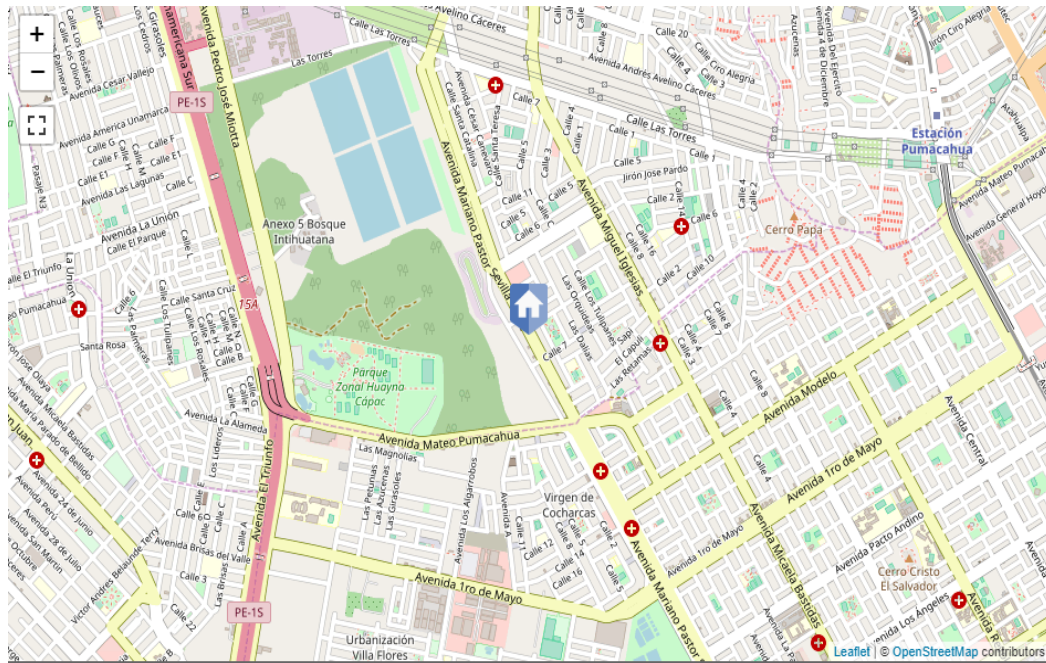
FACTORES	Pond	Av. Mariano Pastor Sevilla, San Juan De Miraflores		Av. Los Héroes		Av. Pedro Miotta	
		Calif	Punt	Calif	Punt	Calif	Punt
A	0,125	4	0,5	7	0,88	8	1
B	0,375	5	1,88	5	1,88	2	0,75
C	0,375	7	2,63	4	1,5	3	1,13
D	0,125	8	1	4	0,5	4	0,5
		Total	<b>6</b>		<b>4,8</b>		<b>3,4</b>

Según el ranking de factores, la mayor valorización la obtuvo la Av. Mariano Pastor Sevilla 493, San Juan de Miraflores. El factor principal es el costo de alquiler comparando con las ubicaciones de las otras calles presentadas, entonces, es la zona seleccionada para establecer la planta de producción del GCR.

Finalmente, se muestra la figura 3.7, la cual muestra el plano de ubicación de la localización elegida.

### Figura 3.7

#### Localización de la planta



Nota. De Google Maps, 2020

## CAPITULO IV: TAMAÑO DE PLANTA

El tamaño de la planta determina la capacidad que se tiene para producir durante el proyecto. Adicional a esto, la demanda del producto y la demanda potencial de la empresa determinan el punto de partida para determinar el tamaño de la planta. Además, existen ciertos factores que afectarán el proyecto, como la cantidad disponible de insumos, tecnología y recursos de producción que son los más importantes.

Cada uno de los factores definidos para limitar la determinación del tamaño de la planta se detalla a continuación.

### 4.1 Relación tamaño-mercado

La principal variable que determina la relación entre el tamaño de la planta y el mercado son las necesidades específicas de la empresa; Como se explicó en el Capítulo 2, proporciona una predicción del crecimiento continuo a lo largo del tiempo. Lo principal es que el tamaño de la planta se puede ampliar de acuerdo con el crecimiento del mercado, que está determinado por el factor del mercado objetivo y los hábitos de uso de partículas de caucho reciclado.

La tabla 4.1 muestra la demanda proyectada de GCR tanto en toneladas de producto como en la presentación final del mismo, sacos x 50 kg.

**Tabla 4.1**

*Venta proyectada del GCR*

AÑO	Demanda <sup>TM</sup>	Demanda (Sacos x 50 kg)
2021	1515	30 297
2022	1853	37 070
2023	2051	41 011
2024	2249	44 983
2025	2457	49 146

## 4.2 Relación tamaño-recursos productivos

El recurso de producción principal para la fabricación del grano de caucho reciclado es el neumático fuera de uso; en este caso lo que se requiere es conocer la disponibilidad de este bien para en base a ello verificar si es, o no es un factor limitante para la elección del tamaño de planta. Para ello primero se recopila la cantidad de vehículos existentes en el parque automotor peruano. Con la información disponible hasta el 2018 según el tipo de vehículo, se proyectan dichas cantidades hasta el 2020, tal como se presenta en la tabla 4.2.

**Tabla 4.2**

*Parque vehicular nacional según tipo de vehículo*

CLASE DE VEHÍCULO	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Automóvil	1 058 075	1 116 226	1 167 041	1 220 121	1 254 803	1 319 354	1 373 525
Station Wagon	340 009	369 554	403 193	436 923	472 955	458 384	477 681
Camioneta Pick Up	266 305	274 153	283 479	293 292	305 855	321 765	333 736
Camioneta Rural	342 645	354 858	365 316	379 895	391 591	436 934	458 732
Camioneta Panel	41 976	42 892	43 387	43 935	44 349	47 494	48 809
Omnibus	77 773	78 579	80 119	82 377	90 315	92 585	96 592
Camión	203 180	208 216	213 155	218 006	217 931	240 951	250 925
Remolcador	39 482	41 514	43 604	45 352	47 074	50 438	52 833
Remolque y Semi-remolque	54 251	58 141	62 425	66 200	69 454	72 806	76 279
<b>TOTAL</b>	<b>2 423 696</b>	<b>2 544 133</b>	<b>2 661 719</b>	<b>2 786 101</b>	<b>2 894 327</b>	<b>3 040 712</b>	<b>3 169 112</b>

*Nota.* Adaptado de *Parque vehicular nacional, 2019*, por Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2019

Con la data proyectada del 2020 del parque automotor existente, considerando la cantidad de neumáticos que utiliza cada vehículo y de acuerdo a Artemio, Gómez y Donoso (2018) donde se establece un 14.5 % como porcentaje de llantas en desuso para reciclaje anual del total del parque automotor existente, se estima la cantidad de neumáticos fuera de uso disponibles para el reciclaje del proyecto.

Adicionalmente considerando el peso de los neumáticos por cada tipo de vehículo, y la relación insumo/producto de los NFU con el grano de caucho reciclado de 1.3 kg NFU/kg GCR, para determinar las toneladas de GCR que se pueden producir con los NFU disponibles.

**Tabla 4.3***GCR posible de fabricar con la disponibilidad de NFU*

<b>CLASE DE VEHÍCULO</b>	<b>Total vehículos 2020</b>	<b>N° llantas x vehículo</b>	<b>Total de llantas</b>	<b>NFU para reciclaje</b>	<b>Peso NFU (kg)</b>	<b>Total NFU (TM)</b>	<b>GCR <sup>TM</sup></b>
Automóvil	1 373 525	4	5 494 099	796 644	7	5,577	4290
Station Wagon	477 681	4	1 910 726	277 055	7	1939	1492
Camioneta Pick Up	333 736	4	1 334 942	193 567	7	1355	1042
Camioneta Rural	458 732	4	1 834 928	266 065	10	2661	2047
Camioneta Panel	48 809	4	195 235	28 309	10	283	218
Bus	96 592	4	386 368	56 023	10	560	431
Camión	250 925	10	2 509 251	363 841	55	20 011	15 393
Remolcador	52 833	10	528 331	76 608	55	4213	3241
Remolque y Semi-remolque	76 279	10	762 795	110 605	55	6083	4679
<b>TOTAL</b>	<b>3 169 112</b>		<b>14 956 675</b>	<b>2 168 718</b>		<b>42 683</b>	<b>32 833</b>

Se concluye que la relación tamaño-recurso productivo no es un limitante, ya que se podrían producir 32,833 TM de GCR.

#### **4.3 Relación tamaño-tecnología**

El tamaño de la fábrica también está en función del mercado de maquinaria y equipo existente, porque la cantidad de gránulos de caucho reciclado producidos para el proyecto está en función de la disponibilidad y capacidad de estos equipos.

El tamaño se define por la capacidad del equipo y la maquinaria para manipular llantas de desecho durante todo el proceso de producción hasta que se completa la fabricación final de GCR.

La tabla 4.4 detalla las capacidades de producción de las maquinarias utilizadas durante todo el proceso para la fabricación del producto final, con esta información se seleccionará la máquina que genere el cuello de botella, para en base a esta restricción establecer el tamaño de planta.

**Tabla 4.4***Capacidad de producción de las maquinarias*

<b>Máquina</b>	<b>Capacidad</b>	<b>Unidad de producción</b>
Cortador neumático	900	kg/hr
Extractor banda acero	1300	kg/hr
Triturador	3000	kg/hr
Molino	800	kg/hr
Tamizador	700	kg/hr
Granulador	700	kg/hr
Empacadora	9000	kg/hr

*Nota. De Alibaba 2021.*

Se aprecia que las operaciones cuello de botella son el tamizador y el granulador con capacidades de producción de 700 kg/hr. Considerando 2 turnos por día, turnos por 8 hrs de trabajo, 6 días a la semana, 52 semanas al año, factores de utilización y eficiencia de 0.875 y 0.95 respectivamente; se determina una capacidad de producir 2,900 toneladas por año de grano de caucho reciclado.

**4.4 Relación tamaño-punto de equilibrio**

El punto de equilibrio viene dado por el número de unidades que se deben producir para que el costo total y los ingresos generados en el proyecto sean iguales. Es decir, es la mínima cantidad que se debe producir y vender para que el proyecto sea rentable, a partir de este momento solo se generará utilidad, porque los ingresos superarán al costo. Esto sucederá siempre que se venda todo lo producido.

Del mismo modo, perderá dinero a niveles inferiores de esta cantidad y el proyecto no sería rentable. El costo total es la suma de los costos fijos más los costos variables; los ingresos totales son el precio unitario de venta establecido, multiplicado por la cantidad de unidades vendidas.

La tabla 4.5 detalla los componentes y su respectiva valorización para poder determinar el punto de equilibrio.

**Tabla 4.5***Punto de equilibrio*

CONCEPTO	VALOR	UNIDAD MEDIDA
Costos fijos	<b>954 813</b>	S/.
Mano obra directa	204 645	S/.
Mano obra indirecta	120 927	S/.
Depreciación fabril	53 848	S/.
Gastos administrativos	412 646	S/.
Gasto de ventas	162 747	S/.
Costos variables	<b>486 045</b>	S/.
Materia prima	210 508	S/.
Materiales indirectos fabricación	71 320	S/.
Energía eléctrica planta	200 136	S/.
Agua planta	4082	S/.
Cantidad producida	1 620 909	Kg
CVu	0,3	S/. / kg
Pto equilibrio	795 585	Kg
Pto equilibrio	796	TM

Se han considerado los valores correspondientes al 1er año de funcionamiento del proyecto.

El precio de venta del grano de caucho reciclado para el año 2021 es de S/. 1,500 la tonelada.

$$Punto\ de\ equilibrio = \frac{Costos\ Fijos}{PVu - CVu}$$

Reemplazando en la ecuación anterior los valores de la tabla 4.5 se obtiene como punto de equilibrio la cantidad de 796 toneladas.

#### 4.5 Selección del tamaño de planta

Para definir el tamaño de planta del proyecto se realiza un comparativo entre los factores limitantes definidos anteriormente, los cuales se muestran en la tabla 4.6

**Tabla 4.6**

*Selección del tamaño de planta*

<b>Factor limitante</b>	<b>GCR (TM/año)</b>
Tamaño - mercado	2457
Tamaño - recursos productivos	32 833
Tamaño - tecnología	2900
Tamaño - punto de equilibrio	796

Finalmente, de la tabla 4.6 se concluye que el tamaño de planta del proyecto es de 2,457 toneladas de grano de caucho reciclado al año.





## CAPITULO V: INGENIERÍA DEL PROYECTO

### 5.1 Definición técnica del producto

Gránulos y polvo de caucho proveniente de la acción de triturar mecánicamente a temperatura ambiente los neumáticos en desuso. Existen estos diferentes tipos de caucho:

**Caucho Estireno Butadieno:** Llamado comúnmente caucho SBR, es un copolímero de estireno y 1,3-butadieno (un polímero elaborado a partir de la polimerización de una combinación de 2 o más monómeros). Este es el caucho sintético más utilizado en el mundo.

**Caucho granulado:** Conseguido gracias al reciclaje de neumáticos usados, no contiene partículas de acero ni fibras, y tiene un diámetro entre 0,6 mm y 2,36 mm. Es un producto atóxico, con formación granular, con un olor suave característico del caucho.

**Caucho natural:** Fluido blanco lechoso que brota de algunas plantas. La nomenclatura proviene de la palabra cautchuc, que es utilizada por los residentes indígenas en Perú para nombrar al árbol de tres hojas, cuyo significado es "árbol llorón".

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

En Perú, el etiquetado de productos que contienen compuestos de alto peso molecular, como el GCR, se rige por la Ley N ° 28405-Ley de etiquetado de productos industriales, el más alto decreto (producción, nd) promulgado en 2005 y emitido en 2008 (Faolex, nd) y Parcialmente actualizado en 2013. Señala los requisitos para los productos industriales, de la siguiente manera:

- Nombre del producto.
- País de elaboración.
- Fecha de Vencimiento / Condiciones a conservar.
- Condición: Re manufacturado, defectuoso, usado, reconstruido.
- Contenido neto, detallado en dimensiones de masa o volumen.
- Si el producto contiene insumos o materias primas que representan un riesgo para los consumidores o usuarios, el producto debe estar declarado.

- Nombre, domicilio legal y RUC del fabricante, importador, envasador o distribuidor.
- Advertencia de los riesgos o peligros que puedan producirse de la naturaleza del producto, así como de su uso.

**Tabla 5.1**

*Especificaciones técnicas de calidad*

Nombre del material:	Granulo de Caucho Reciclado		Desarrollado por:	Iván Alexander Rojas Caballero	
Funcionalidad:	Alimentaria		Verificado por:		
Tamaño y Apariencia:	Sacos de 90 cm de altura y 26 cm de diámetro		Autorizado por:		
Insumos:	Caucho, contenido de metales no ferrosos		Fecha:		
Costo del material:					
Características del producto	Tipo	V.N. ± Tol	Medio de control	Técnica	NCA
Humedad	Max 0,75 % de la masa total de la mezcla.	El GCR debe fluir libremente	Refractómetro	Muestreo	2,00 %
Gravedad específica	1,15 + -0,05			Muestreo	3,3 %
Contenido de metales no ferrosos	No debe haber presencia visible	Contenido de metales ferrosos, en masa	Análisis químico	Muestreo	1,5 %
		Max 0,01%	Análisis químico	Muestro	2,50%
Contenido de fibra en masa  masa: - Para mezclas en caliente - Para riegos	Max 0,5% Max 0,1%	Contenido de polvo mineral (como talco): se suele usar para prevenir que los granos se peguen:	Contenido total de otros elementos extraños, en masa: - Vidrio - Arena - Madera, etc.	Unidad de medida:	Kilogramo (kg), aproximado al kilogramo completo.
		Max 4,0%	Máximo 0,25%		

En cuanto a la composición del producto, el GCR es un material obtenido a partir de neumáticos desechados de vehículos a motor, cuyo destino suele ser poco respetuoso

con el medio ambiente, vertederos, centrales térmicas, vertederos a cielo abierto, etc., con importantes daños ambientales.

Se obtiene triturando llantas viejas para reducir su tamaño, este material se utiliza en diferentes obras civiles como rellenos de terraplenes, envolventes de edificios, pisos para parques, modificadores en mezclas asfálticas, etc. Las partículas de caucho se ablandan y expanden cuando reaccionan con el asfalto. Agregarlo a la mezcla da como resultado un betún más espeso, lo que se asocia con una mayor resistencia a la oxidación y al envejecimiento.

Los neumáticos se componen básicamente de 3 productos: caucho natural/sintético, acero y fibras textiles. El caucho que se utiliza para fabricar neumáticos consta de un grupo de polímeros (compuestos de alta masa molecular) ya sea el poliisopreno sintético, el polibutadieno y, más comúnmente, el estireno-butadieno, todos los cuales se utilizan en hidrocarburos.

Los polímeros se utilizan para modificar las mezclas asfálticas a fin de optimizar sus propiedades para cumplir con los requisitos de los proyectos de calidad, principalmente para mejorar la elasticidad y flexibilidad, la consistencia y la durabilidad, con esto se evita el agrietamiento, la deformación o el desprendimiento de las mezclas asfálticas.

La implementación de asfalto modificado usando polímeros es una tecnología que tiene importantes ventajas en la estructura de mezclas asfálticas para dar a los pavimentos un mejor desempeño una vez que se ven afectados por el tráfico y las condiciones del clima. (Carreño y Reyes. 2015).

El elastómero es un polímero que exhibe un comportamiento elástico. Son materiales que cambian de tamaño cuando se les aplica tensión y vuelven a sus dimensiones originales cuando se les quita dicha tensión, si la fuerza aplicada está dentro del rango de elasticidad que tiene el material. Se han utilizado en aplicaciones tales como neumáticos para automóviles desde el siglo XIX. Existen muchos tipos de materiales elastómeros, entre ellos: caucho sintético, caucho natural, neopreno, caucho de nitrilo, silicona, etc.

El caucho natural, conjuntamente con cauchos sintéticos como SBR y SBS, son las materias primas que componen los neumáticos.

El caucho natural es un polímero de características elásticas producido a partir de una emulsión de una sustancia blanca y opaca denominada látex en la savia de ciertas especies vegetales.

El caucho sintético se considera como el más importante y es el que más se utiliza gracias a su bajo costo y a sus excelentes propiedades. Esta clase de elastómero es un material con propiedades mecánicas como la capacidad de soportar una mayor deformación elástica bajo estrés que otros materiales y aun así volver a sus dimensiones originales sin deformación permanente. Se utiliza como sustituto del caucho natural, especialmente cuando existe la necesidad de mejorar las propiedades del material. El caucho SBR presenta una mayor resistencia a la abrasión y una mayor acumulación de calor. (Carreño y Reyes. 2015).

**Tabla 5.2**

*Composición de los neumáticos según el tipo de vehículo*

<b>Automóviles y camionetas</b>		<b>Camiones y Microbuses</b>	
Caucho natural	14%	Caucho natural	27%
Caucho sintético	27%	Caucho sintético	14%
Negro de humo	28%	Carbón negro	28%
Acero	14 - 15 %	Acero	14 - 15 %
Fibra textil, antioxidantes.	16 - 17%	Fibra textil, antioxidantes.	16 - 17%
Peso prom.	8,6 kg	Peso prom.	45,4 kg
Volumen	0,06 m3	Volumen	0,36 m3

*Nota.* De “Castro & Díaz, 2017”.

Al provenir el gránulo de caucho del reciclaje de los neumáticos fuera de uso, éste posee ciertos componentes que contribuyen a un mejor desempeño del asfalto modificado; estos son:

- Negro de humo: Este material posee una especial acción sobre el desgaste de los neumáticos en contacto con la superficie de la carretera, lo que permite un aumento en la durabilidad de las llantas de los vehículos a motor. En mezclas asfálticas, se ha demostrado que aumenta las propiedades para reforzar el cemento asfáltico y contribuye a reducir el envejecimiento.
- Antioxidantes: Retrasar el deterioro del caucho debido a la oxidación.
- Aminas: Evitar que el caucho se endurezca gradualmente, aumentando su fragilidad y perdiendo su elasticidad.

- Aceites aromáticos: Prolongar la vida útil de la mezcla asfáltica modificada con GCR.

En la figura 5.1 se aprecia el producto final elaborado y a comercializar, polvo de caucho provenientes del reciclaje de neumáticos fuera de uso.

### **Figura 5.1**

*Polvo granulado de caucho reciclado*



*Nota.* De “Cauchos especiales Malaca SAS”, 2021

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

La norma ASTM D8-88 define el proceso por vía húmeda de los granos de caucho reciclado con el asfalto convencional, produciendo una mezcla modificada llamada asfalto-caucho, que es utilizada de similar forma al de un ligante que ha sufrido alguna modificación.

La tabla 5.3 muestra las características y especificaciones que debe de tener el polvo de caucho.

**Tabla 5.3***Cuadro de regulaciones del producto*

<b>Características</b>	<b>Descripción</b>
Peso Neto	Es de 50 Kg
Color	Normal negro
Materiales	Materiales textiles (%) Contenido de polímeros NR/SR (%)70/30 – 60/40
Textura	Polvos y partículas de caucho vulcanizado debido a la trituración mecánica de neumáticos usados en el entorno circundante.
Almacenamiento	- Mantenerse en lugares frescos y fuera de la luz solar. - Usar envases en óptimas condiciones
Información del rotulado	Incluye: - Nombres, razón social y marca de productor. - Peso N. aprox. especificado en gramos. - Lote y fecha de fabricación - Detalle sobre info. nutricional
Información del envase	Sacos

**5.2 Tecnologías existentes y procesos de producción****5.2.1 Naturaleza de la tecnología requerida**

Para la generación del GCR se requiere de ciertos procesos que conviertan los neumáticos desechados en un modificador de asfaltos convencionales, en este caso el polvo de caucho.

Así mismo estos procesos requieren de maquinarias y tecnologías específicas para contribuir con la elaboración del producto final en cada etapa del proceso de producción; básicamente las tecnologías y métodos existentes para convertir los neumáticos fuera de uso en grano de caucho se clasifican en 2 grupos: tratamientos mecánicos y térmicos.

**Descripción de las tecnologías existentes**

Los tratamientos mecánicos se realizan mediante la trituración y el molido de los neumáticos para generar el polvo de caucho reciclado. Se presentan 2 alternativas:

- **Tratamiento mecánico a temperatura ambiente:** Este es una operación de molido netamente mecánico a temperatura ambiente, mediante el cual se tritura el caucho mediante molinos y luego se reduce el tamaño de las tiras de

caucho mediante granuladoras, para posteriormente reducir la granulometría del caucho mediante tamices. Al ser un tratamiento netamente mecánico da como resultado un producto limpio y libre de impurezas.

- **Trituración criogénica:** Mediante este tratamiento la trituración del neumático se realiza luego de que los neumáticos hayan sido enfriados mediante un túnel de refrigeración a temperatura de  $-100^{\circ}\text{C}$  aproximadamente; con esto lo que se logra es que el caucho se vuelva más frágil y se pueda pasar a la etapa de trituración utilizando menos energía para la reducción a granos de caucho. El fluido refrigerante utilizado en la etapa de enfriamiento es el nitrógeno líquido.

Entre la tecnología existente para los tratamientos térmicos se tiene.

- **Pirolisis:** Este proceso de reducción a granos de caucho es poco utilizado a nivel industrial. Se trata de transferir calor en ausencia del oxígeno, a temperaturas sobre los  $400^{\circ}\text{C}$ , el caucho del neumático se degrada a través de las paredes del reactor las cuales transfieren el calor indirectamente hacia el material interno. Los productos finales generados por acción de este tratamiento térmico son gases condensables y no condensables, y negro de humo, que es el residuo sólido.
- **Incineración:** Es el tratamiento térmico más sencillo de realizar, pero a la vez es el más perjudicial y contaminante para el medio ambiente y para el ser humano. Consiste en la quema de los neumáticos con el fin de aprovechar su potencial calorífico, con esto a altas temperaturas se produce la combustión del caucho del neumático; las cementeras son conocidas por aprovechar la incineración de las llantas como una fuente a ser usada como combustible.
- **Gasificación:** Es un proceso mediante el cual se produce una reacción de calentamiento del neumático para obtener gases y combustibles gaseosos; a diferencia de la pirolisis para la reacción si se realiza en presencia de oxígeno, o hidrogeno.

### **Selección de la tecnología**

Por ser la tecnología más limpia y menos costosa se elige la trituración mecánica.

**Tabla 5.4***Selección de la tecnología*

<b>Operación</b>	<b>Tecnología elegida</b>	<b>Sustentación</b>
Cortador de Neumático	Cortadora de Llantas	La máquina está equipada con una plataforma giratoria para hacer el proceso de procesamiento más fácil y eficiente. El sistema hidráulico tiene una excelente tecnología y bajo nivel de ruido. Corta la llanta en aproximadamente 6 partes, con alta presión y buena estabilidad. "Compuesto por un sistema hidráulico acompañado de bomba de pistones y complementado por acumulador conectado al gato hidráulico que permite extraer mediante un gancho los dos anillos de acero que están ubicados en los aros y punta del talón de las llantas. Esto reduce significativamente la cantidad de acero antes de proceder al corte y evitar el deterioro anticipado de las herramientas de disco del triturador".
Extractor de banda de acero	Destalonadora de Llantas	Consta de una tolva de 2 ejes, la cámara interna dispone de 20 cuchillas trabajando a baja velocidad, además cuenta con una membrana para filtrar el material, es de acero y tiene una capacidad de 1 ton/hr.
Trituradora	Trituradora de Llantas	Tiene una velocidad de rotación media y dispone de 2 motores. El molino está especialmente diseñado para realizar el reciclado de neumáticos.
Triturador de goma doble del rodillo	Molino Doble Rodillo para Caucho (Triturador de goma doble del rodillo).	Se encarga de asegurar la continuidad del flujo de material al molino.
	Alimentador TBF	Es responsable de asegurar el flujo continuo de materiales a la granuladora, aumentando así su capacidad de producción.
	SILO V4	Tiene un rotor a alta velocidad usado en la primera etapa de granulación. Este equipo permite que hasta el 50% de los textiles se desprendan de los neumáticos.
	GRANULADORA 1	Se encarga de separar el textil que es extraído.
	CLASIFICADOR PC10	Rotor con una alta velocidad en la etapa final de granulación. El acero restante y los textiles, si los hay, se liberan en este lugar mediante el uso de imanes para extraer el acero.
	GRANULADOR 2	Sirve para extraer un 40% de material textil.
	CLASIFICADOR PC15	Sirve para asegurar la distribución final de las partículas y de extraer los tejidos remanentes con la finalidad de generar un producto de alta calidad, y de una pureza del 99,9%.
	ASPIRADOR	

**5.2.2 Procesos de producción**

De entre todas las tecnologías existentes con sus respectivos procesos de producción para reducir el caucho que proviene de los neumáticos en desuso y generar GCR se selecciona el proceso de trituración mecánica, ya que al ser un proceso básicamente mecánico los materiales que resultan son limpios y no presentan peligrosidad ni toxicidad.



Los procesos de producción con la trituración mecánica a temperatura ambiente al ser los más utilizados industrialmente, son los que mejor se pueden desarrollar y adaptar a las necesidades del mercado; como consecuencia de esto el nivel de inversión de los equipos es menor si lo comparamos con los otros procesos detallados anteriormente. Adicionalmente con este proceso se da un mejor aprovechamiento de los materiales componentes de los neumáticos desechados, logrando obtener polvo de caucho, acero y fibra textil.

### **Descripción del proceso**

El elaborar el grano de caucho implica que el neumático pase por diversos procesos para obtener el producto final. Entonces, se detallan los procesos de producción.

El proceso se inicia con la limpieza y lavado de los neumáticos que son recuperados del almacén de MP. Luego de la limpieza de los neumáticos, antes de pasar por los procesos de trituración, molienda y granulado se realiza el proceso de destalonado de las llantas, en el cual se procede a retirar los alambres de metal que poseen los neumáticos en su estructura interna (representa en promedio entre 12% a 15% del peso del neumático). Es primordial realizar este proceso previo a los siguientes para facilitar y mejorar el rendimiento de los otros procesos, debido a la dureza del anillo metálico.

Luego se procede a realizar el corte de las bandas de rodamiento, mediante una máquina cortadora, la cual reduce a trozos el neumático para posteriormente mediante una faja transportadora ser llevado a un molino grande donde se lleva a cabo el proceso de triturado del caucho. Luego de esta operación se obtienen trozos de caucho de 150 mm.

Continuando con la reducción de los trozos de caucho, es que se prosigue con el proceso de granulado. En este proceso se utiliza una máquina granuladora, que tiene como objetivo reducir el volumen del caucho tras la pre trituración; es entonces que se generan granos de caucho con un espesor aproximado de 10 a 16 mm. Mediante un clasificador se establece los trozos de caucho que pasarán al siguiente proceso, y los que serán enviados para ser reprocesados nuevamente por la máquina granuladora.

Después del granulado del caucho se procede a retirar el material ferromagnético que todavía disponen las partículas de caucho mediante el proceso de desmetalizado. Esta separación se realiza vía un separador magnético, el cual extrae el acero de forma

magnética, mediante imanes. A través de una faja transportadora este material extraído es separado y almacenado para un futuro uso, llámese venta, remate o desecho.

Posteriormente los fragmentos de los neumáticos generados son conducidos hasta un separador ciclónico donde se procede a separar la fibra textil existente del resto del producto, para esto se utiliza un separador de fibra. Al igual que el material ferromagnético, la fibra textil succionada es separada y almacenada para un futuro uso.

Siguiendo con la reducción de los granos de caucho, el material pasa por otro proceso de granulado, en esta ocasión es derivado a un molino granulador secundario calibrados para obtener partículas de entre 1 a 3 mm de granulometría. Mediante un clasificador se establece los granos de caucho que pasarán al siguiente proceso, y los que serán enviados para ser reprocesados nuevamente en el molino granulador.

Al contener todavía los gránulos de caucho generados hasta esta etapa material ferromagnético, se vuelve a pasar por otra vez por un separador magnético para extraer los últimos restos de acero que pudieran todavía estar presentes en la composición de los granos de caucho.

Continuando con el proceso, los gránulos del caucho pasan por un proceso de tamizado; para lo cual, mediante el uso de una malla metálica, se filtra el material de polvo de caucho requerido, es decir con espesores de 0.5 a 0.7 mm. Mediante un clasificador se establece los granos de caucho que están aptos para ser empacados, y los que serán enviados para pasar de nuevo por el proceso de tamizado.

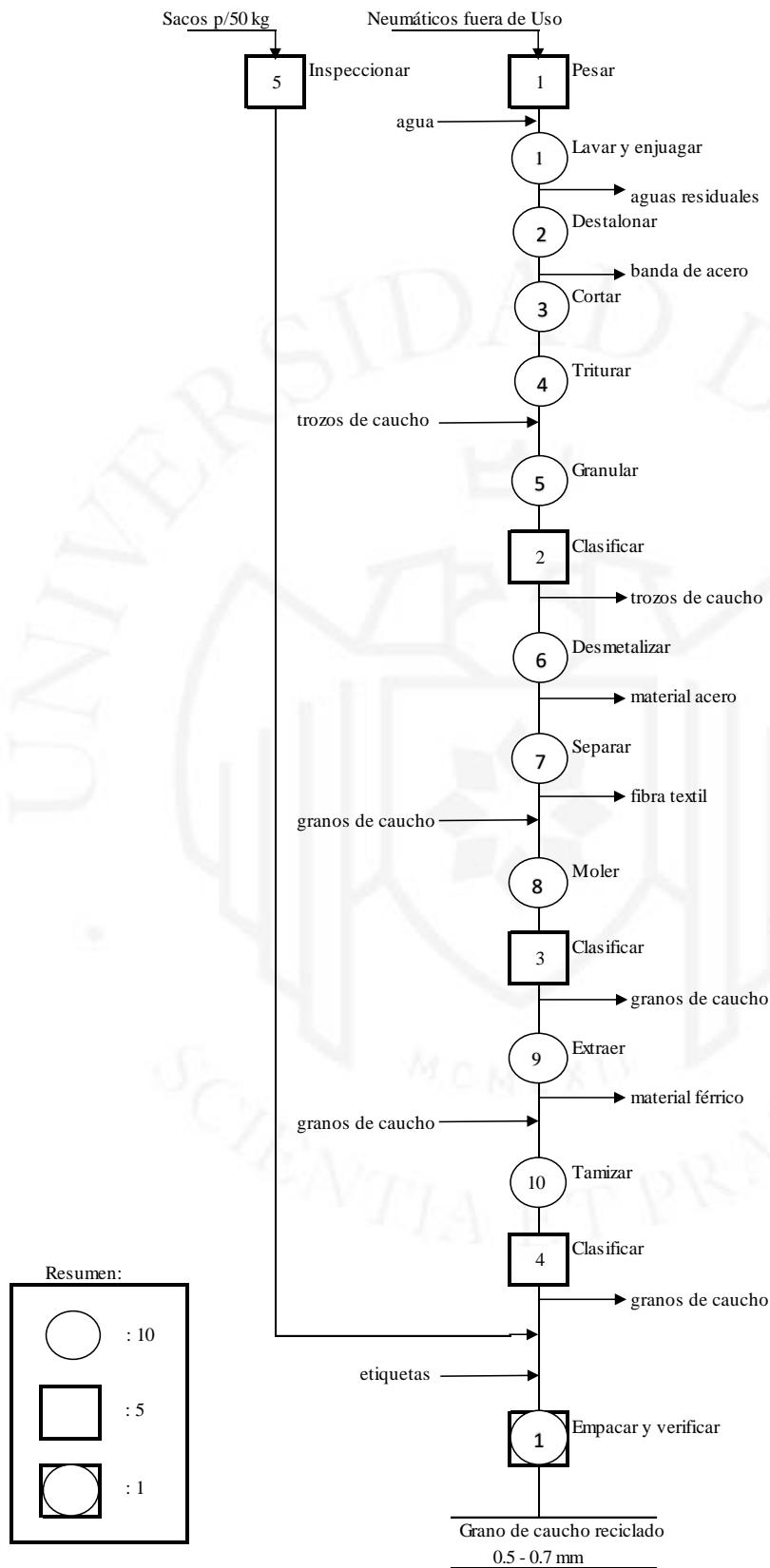
Finalmente, el polvo de caucho obtenido es derivado a una inspección de calidad del mismo para corroborar que se cumpla con las especificaciones requeridas del producto final. Terminado con el proceso el polvo de caucho es empacado en sacos de polipropileno de 50 kg de capacidad; y estos sacos son finalmente etiquetados.

### **Diagrama de proceso: DOP**

En la figura 5.2 se muestra del diagrama de operaciones del proceso.

**Figura 5.2**

*Diagrama de proceso (DOP)*

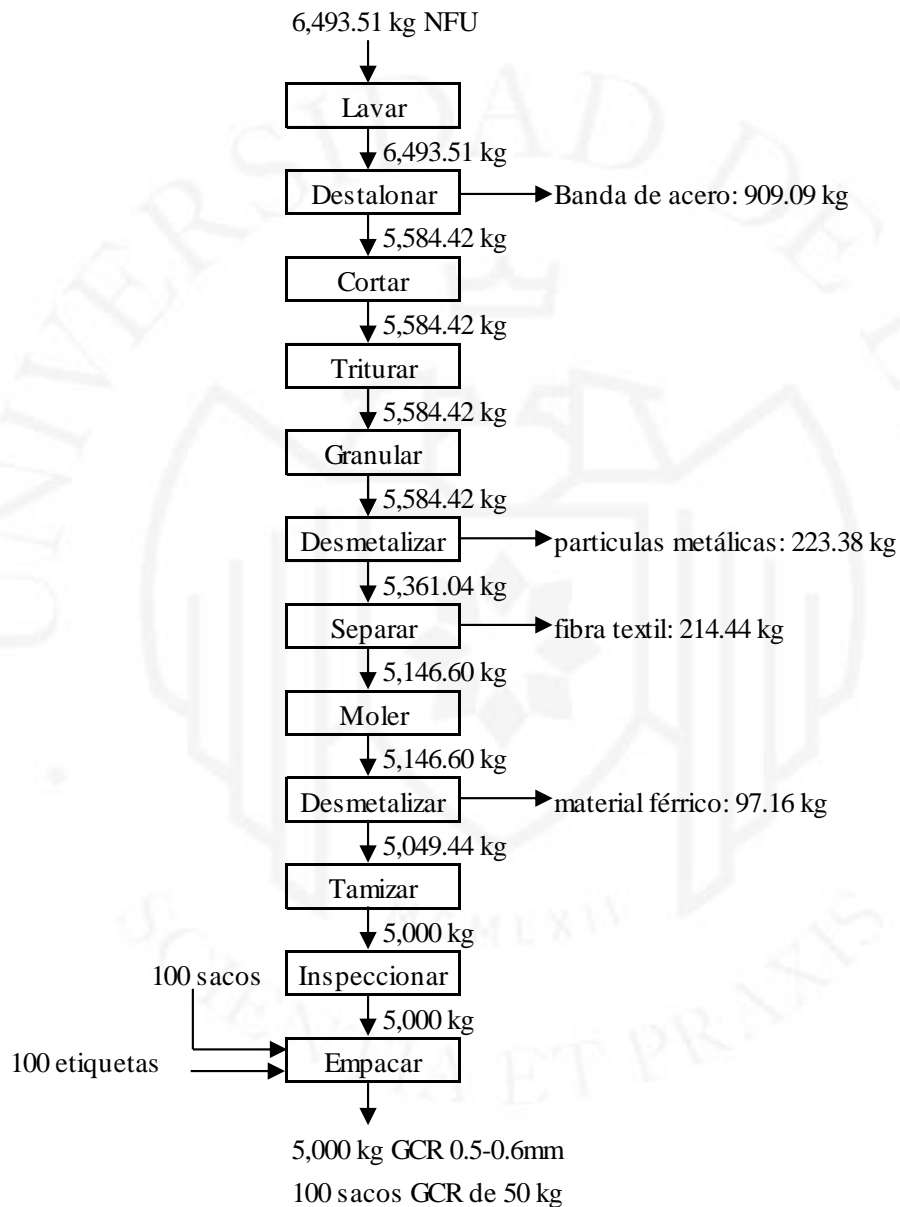


### Balance de materia

La figura 5.3 grafica el balance de materia realizado para la producción de un lote de 100 sacos conteniendo 5,000 kg de GCR.

**Figura 5.3**

*Balance de materia*



### 5.3 Características de las instalaciones y equipos

#### 5.3.1 Selección de la maquinaria y equipos

Se presenta la relación de maquinaria y equipos requeridos para la planta de producción, tanto los principales equipos como los auxiliares.

**Tabla 5.5**

*Relación de maquinaria y equipos principales*

<b>Operación</b>	<b>Maquinarias y Equipos</b>
Destalonar anillos de acero	Máquina destalonadora
Cortar neumáticos	Máquina cortadora
Triturar trozos de neumático	Máquina trituradora
Granular caucho	Máquina granuladora
Separar material metálico	Separador magnético
Extraer fibra textil	Separador de fibra
Pulverizar granos de caucho	Molino granulador
Tamizar polvo de caucho	Tamiz de tambor giratorio

**Tabla 5.6**

*Relación de maquinaria y equipos auxiliares*

<b>Actividad</b>	<b>Maquinarias y Equipos</b>
Pesar saco conteniendo GCR	Bascula de pesaje
Traslado del producto entre operaciones	Faja transportadora
Cargar y trasladar productos	Montacargas
Acomodar y almacenar	Parihuelas
Realizar trabajos varios	Juego completo de herramientas
Realizar trabajos varios	Mesa metálica de trabajo
Transportar neumáticos	Carguero

#### 5.3.2 Especificaciones de la maquinaria

Para este acápite, se detalla las especificaciones de cada una de las maquinarias a utilizar en el proyecto.

**Tabla 5.7***Máquina destalonadora*

<b>Máquina Destalonadora</b>	
<b>Marca:</b> Yingchuan	
<b>Modelo:</b> LSL-1200	
<b>Capacidad:</b> 40 unidades/hr	
<b>Dimensiones:</b> 4100 x 1300 x 1750 mm	
<b>Peso:</b> 1.56 TM	
<b>Consumo:</b> 7500 W	
<b>Precio:</b> US\$ 2,000	

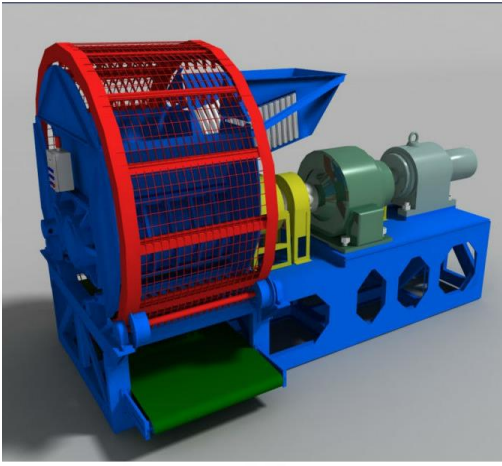
*Nota.* De “Alibaba, 2021” ([https://spanish.alibaba.com/product-detail/waste-tire-steel-wire-debender-wire-drawing-machine-60066789319.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal\\_offer.d\\_title.275c3d94O5YkDx](https://spanish.alibaba.com/product-detail/waste-tire-steel-wire-debender-wire-drawing-machine-60066789319.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.275c3d94O5YkDx)).

**Tabla 5.8***Máquina cortadora de neumáticos*

<b>Máquina Cortadora</b>	
<b>Marca:</b> Ouli	
<b>Modelo:</b> ZPS-900	
<b>Capacidad:</b> 2000 kg/hr	
<b>Dimensiones:</b> 3800×2030×3300 mm	
<b>Peso:</b> 6 TM	
<b>Consumo:</b> 55000 W	
<b>Precio:</b> US\$ 5,000	


*Nota.* De “Alibaba, 2021” ([https://spanish.alibaba.com/product-detail/reliable-performance-whole-used-tyre-side-wall-cutting-machine-60835972838.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal\\_offer.d\\_title.46d05c14iGd9ed&s=p](https://spanish.alibaba.com/product-detail/reliable-performance-whole-used-tyre-side-wall-cutting-machine-60835972838.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.46d05c14iGd9ed&s=p))

**Tabla 5.9***Máquina trituradora*

<b>Máquina Trituradora</b>	
<b>Marca:</b> XD	
<b>Modelo:</b> ZPS-900	
<b>Capacidad:</b> 3000 kg/hr	
<b>Dimensiones:</b> 2200x2000x3500 mm	
<b>Peso:</b> 6.8 TM	
<b>Consumo:</b> 34000 W	
<b>Precio:</b> US\$ 20,000	

*Nota.* De “Alibaba, 2021” ([https://spanish.alibaba.com/product-detail/1200mm-tire-shredding-tyre-shredder-machine-for-sale-60262655754.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal\\_offer.d\\_title.f6ac1010rtZhT9](https://spanish.alibaba.com/product-detail/1200mm-tire-shredding-tyre-shredder-machine-for-sale-60262655754.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.f6ac1010rtZhT9)).

**Tabla 5.10***Máquina granuladora*

<b>Maquina granuladora</b>	
<b>Marca:</b> Shuguang	
<b>Modelo:</b> TG-26	
<b>Capacidad:</b> 1000 kg/hr	
<b>Dimensiones:</b>	
<b>Peso:</b> 1 TM	
<b>Consumo:</b> 15000 W	
<b>Precio:</b> US\$	

*Nota.* De “Alibaba, 2021” ([https://spanish.alibaba.com/product-detail/scrap-tire-recycled-rubber-powder-product-granules-making-machinery-62308527152.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal\\_offer.d\\_title.3100620a1wEFDX](https://spanish.alibaba.com/product-detail/scrap-tire-recycled-rubber-powder-product-granules-making-machinery-62308527152.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.3100620a1wEFDX)).

**Tabla 5.11***Separador de fibra*

<b>Separador de fibra</b>	
<b>Marca:</b> Yingchuan	
<b>Modelo:</b> FX-1200	
<b>Capacidad:</b> 1000 kg/hr	
<b>Dimensiones:</b> 1300 x 1300 x 3500 mm	
<b>Peso:</b> 1.50 TM	
<b>Consumo:</b> 7500 W	
<b>Precio:</b> US\$ 5,750	

*Nota.* De “Alibaba, 2021” ([https://spanish.alibaba.com/product-detail/waste-tire-granulate-fiber-separator-factory-offer-directly-60474015366.html?spm=a2700.shop\\_plgr.41413.30.4fef19d92VpJ4K](https://spanish.alibaba.com/product-detail/waste-tire-granulate-fiber-separator-factory-offer-directly-60474015366.html?spm=a2700.shop_plgr.41413.30.4fef19d92VpJ4K)).

**Tabla 5.12***Molino granulador*

<b>Molino Granulador</b>	
<b>Marca:</b> Honghesheng	
<b>Modelo:</b> XFJ-280	
<b>Capacidad:</b> 500 kg/hr	
<b>Dimensiones:</b> 1560x1500x1400 mm	
<b>Peso:</b> 2 TM	
<b>Consumo:</b> 22000 W	
<b>Precio:</b> US\$ 9,000	

*Nota.* De “Alibaba, 2021” ([https://spanish.alibaba.com/product-detail/tyre-grinding-miller-tyre-granule-machine-80mesh-rubber-mill-powder-fine-rubber-grinder-60352658491.html?spm=a2700.7724857.normal\\_offer.d\\_title.635c6ba5PRW0dp](https://spanish.alibaba.com/product-detail/tyre-grinding-miller-tyre-granule-machine-80mesh-rubber-mill-powder-fine-rubber-grinder-60352658491.html?spm=a2700.7724857.normal_offer.d_title.635c6ba5PRW0dp)).



**Tabla 5.13***Tamiz de tambor giratorio*

<b>Tamiz de tambor</b>	
<b>Marca:</b> Qingli	
<b>Modelo:</b> GT0510	
<b>Capacidad:</b> 5000 kg/hr	
<b>Dimensiones:</b> 1800x1020x1500 mm	
<b>Peso:</b> 1 TM	
<b>Consumo:</b> 1500 W	
<b>Precio:</b> US\$ 1,000	

*Nota.* De “Alibaba, 2021” ([https://spanish.alibaba.com/product-detail/tumbler-sieve-rotating-sieve-rotary-soil-sieve-for-soil-separation-62586163583.html?spm=a2700.shop\\_index.106930.13.50ea3f42djF2IH](https://spanish.alibaba.com/product-detail/tumbler-sieve-rotating-sieve-rotary-soil-sieve-for-soil-separation-62586163583.html?spm=a2700.shop_index.106930.13.50ea3f42djF2IH)).

## 5.4 Capacidad instalada

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

Seguidamente, se definirá el nro. de maquinaria requerida por proceso para poder satisfacer la demanda de producción del GCR. Para esto se debe tener en consideración ciertos parámetros para el cálculo detallado del mismo.

**Tabla 5.14***Parámetros y factores a utilizar*

<b>Concepto</b>	<b>Valor</b>
Horas disponibles	4992
Factor Utilización	0,875
Factor Eficiencia	0,95

Para poder establecer las horas disponibles, se considera 2 turnos de trabajo por día de 8 hrs cada uno, se considera 1 hora de refrigerio; 6 días de trabajo a la semana (lunes - sábado) y 52 semanas en todo un año.

Con esta información y estableciendo los tiempos estándar de fabricación de las máquinas a partir de su capacidad de producir, se determina el número de máquinas que se requiere.

**Tabla 5.15**

*Numero de máquinas requeridas*

Maquinaria	Cantidad a procesar (kg)	Tiempo Estándar(Hr/kg)	Horas disponibles (Hr)	U	E	N° Maq	N° Maq
Máquina destalonadora	3 330 062	0,000555556	4992	0,875	0,95	0,45	1
Máquina cortadora	2 863 853	0,0005	4992	0,875	0,95	0,35	1
Máquina trituradora	2 863 853	0,000333333	4992	0,875	0,95	0,23	1
Máquina granuladora	2 863 853	0,001	4992	0,875	0,95	0,69	1
Separador magnético	2 863 853	0,001428571	4992	0,875	0,95	0,99	1
Separador de fibra	2 749 299	0,001	4992	0,875	0,95	0,66	1
Molino granulador	2 639 327	0,002	4992	0,875	0,95	1,27	2
Tamiz de tambor	2 589 502	0,0002	4992	0,875	0,95	0,12	1

Luego de haber calculado el número de maquinaria requerida por proceso, se define el número de operarios requeridos para poder lograr la ejecución de los procesos. Para ello hay ciertas actividades que se realizan manualmente, para estas actividades se calculará la cantidad de operarios requeridos según la siguiente fórmula (Díaz Garay y Noriega, 2007):

$$\text{Nro. de Operarios} = \frac{\text{H-H requeridas por período}}{\text{H-H disponibles por período}}$$

Donde:

H-H requeridas por período= (H-H x unidad) x (Requerimiento de fabricación por período)

**Tabla 5.16**

*Numero de operarios actividades manuales*

Operación	Cantidad a procesar (kg)	Tiempo Estándar(Hr/kg)	Horas disponibles (Hr)	E	Nro. Operar	Nro. Operar
Limpieza llanta	3 330 062	0,00125	4992	0,95	0,88	1
Empacado y etiquetado	2 589 502	0,00067	4992	0,95	0,36	1

Mientras que para cada una de las maquinas anteriormente definidas, se establece que serán asignados cierta cantidad de operario distribuidos para que sean los encargados de su funcionamiento y control, quedando la distribución de la siguiente manera.

**Tabla 5.17**

*Numero de operarios para ejecución de las máquinas*

<b>Operación</b>	<b>N° Operarios</b>
Destalonado	1
Corte	1
Triturado	1
Granulado	
Separación	1
Extracción	
Pulverizado	1

#### **5.4.2 Cálculo de la capacidad instalada**

Este cálculo depende de cierta data previamente definida; en este caso se considerará igualmente para el tiempo disponible 2 turnos de trabajo de 8 hrs diarias cada uno, 6 días por semana y 52 semanas por año.

Se utilizará igualmente los factores de utilización y eficiencia previamente definidos de 0.875 y 0.95 respectivamente.

Se considera la capacidad de producción de cada máquina de acuerdo a las especificaciones detalladas en el subcapítulo 5.3.2 y se utiliza el nro. de máquinas u operarios establecidos previamente, dependiendo del caso.

La tabla 5.18 muestra en detalle el cálculo de la capacidad instalada del proyecto, la cual dependerá de la capacidad de producción del proceso denominado cuello de botella.

**Tabla 5.18**

*Cálculo de la capacidad instalada*

Operación	QE		P Prod./hora de máquinas u operarios	M Número de máquinas o personas	D/S Días/s em	H/T Hrs reales/ turno	T Turno s/Día	Semana s al año	U Factor Utilización	E Factor Eficiencia	Cap. Prod. en unidades según balance por c/operación	F/Q Factor de Conversión	CO X F/Q Cap. Prod. en unidades de PT para c/operación
	Cant. entrante según BM (kg)	Unidad de medida según entrada											
Lavar	3 330 062	kg/hr	900	1	6	8	2	52	0,875	0,95	3 734 640	0,77	2 875 672,8
Destalonar	3 330 062	kg/hr	1800	1	6	8	2	52	0,875	0,95	7 469 280	0,77	5 751 345,6
Cortar	2 863 853	kg/hr	2000	1	6	8	2	52	0,875	0,95	8 299 200	0,9	7 430 679,07
Triturar	2 863 853	kg/hr	3000	1	6	8	2	52	0,875	0,95	12 448 800	0,9	11 146 018,6
Granular	2 863 853	kg/hr	1000	1	6	8	2	52	0,875	0,95	4 149 600	0,9	3 715 339,53
Desmetalizar	2 863 853	kg/hr	700	1	6	8	2	52	0,875	0,95	2 904 720	0,9	2 600 737,67
Separar	2 749 299	kg/hr	1000	1	6	8	2	52	0,875	0,95	4 149 600	0,93	3 870 145,35
Moler	2 639 327	kg/hr	500	2	6	8	2	52	0,875	0,95	4 149 600	0,97	4 031 401,41
Desmetalizar	2 639 327	kg/hr	700	1	6	8	2	52	0,875	0,95	2 904 720	0,97	2 821 980,98
Tamizar	2 589 502	kg/hr	5000	1	6	8	2	52	0,875	0,95	20 748 000	0,99	20 544 852,76
Empacar	2 564 148	kg/hr	1500	1	6	8	2	52	0,875	0,95	6 224 400	1	6 224 400
P.T - GCR (Kg)	2 564 148												
P.T - Sacos de	51 283												
Cap. de Prod. (Kg)			2 600 738										
Cap. de Prod. (TN)			2601										
Cap. Prod. - Sacos 50 Kg (Unid)			52 015										

De acuerdo a la Tabla 5.18 se aprecia que la capacidad instalada de acuerdo a la operación limitante que es la del desmetalizado de partículas metálicas, es de 2,601 toneladas de grano de caucho reciclado al año, o su equivalente a 52,015 sacos de granos de caucho x 50 kg.

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

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

El poder entregar productos de calidad, en este caso el polvo de caucho granulado es un principio fundamental, para poder proporcionar un producto aceptado en el mercado y que conlleve un crecimiento sostenido en el tiempo.

Para ello el control de la calidad debe llevarse a cabo a lo largo de todo el proceso productivo, desde el ingreso de materiales, materias primas insumos, pasando por los procesos de producción, hasta la entrega del producto final con una calidad específica a los consumidores.

#### **Materia Prima**

El material directo principal utilizado son los neumáticos en desuso que son recuperados para elaborar el grano de caucho.

Es por ello que a pesar de ser un producto que ya no va a servir y no va a tener la funcionalidad para la que fue elaborado, si es importante que éste todavía disponga de las características requeridas para servir de materia prima en el proceso de producción de los granos de caucho.

Es entonces que a los neumáticos fuera de uso al llegar al almacén de materias primas de la planta, se les realizará una inspección visual, con el fin de corroborar que todavía se encuentran en un estado óptimo para empezar con la producción de los granos de caucho.

Entre los requisitos a establecer para decidir por la utilización o no de cada neumático, se tienen el que no presente quemaduras en su estructura, la no presencia de clavos, vidrios; y el que no presente organismos infecciosos.

## **Insumos**

Como insumos requeridos para elaborar el GCR se requiere de sacos de polipropileno con capacidad para 50 kg de producto y de etiquetas a ser colocadas en los sacos para la presentación del producto final.

Para garantizar la calidad de estos productos, se debe de realizar la homologación de proveedores de ambos productos con las características y especificaciones establecidas para asegurar la calidad de ambos insumos.

## **Proceso**

Para poder mantener la calidad en los procesos de la organización es que se plantea el establecer un enfoque basado en procesos, basándose en la norma ISO 9001: 2015, la que establece la gestión por procesos como un principio básico en los que se sustenta la gestión de la calidad.

Para la implementación de este modelo de gestión se requiere del compromiso de toda la organización, en especial de los cargos directivos y la alta gerencia, ya que serán los encargados de motivar al personal y comprometerlos en lograr juntos los resultados esperados.

Para la adopción de este enfoque se consideran 4 fases, las cuales se detallan a continuación:

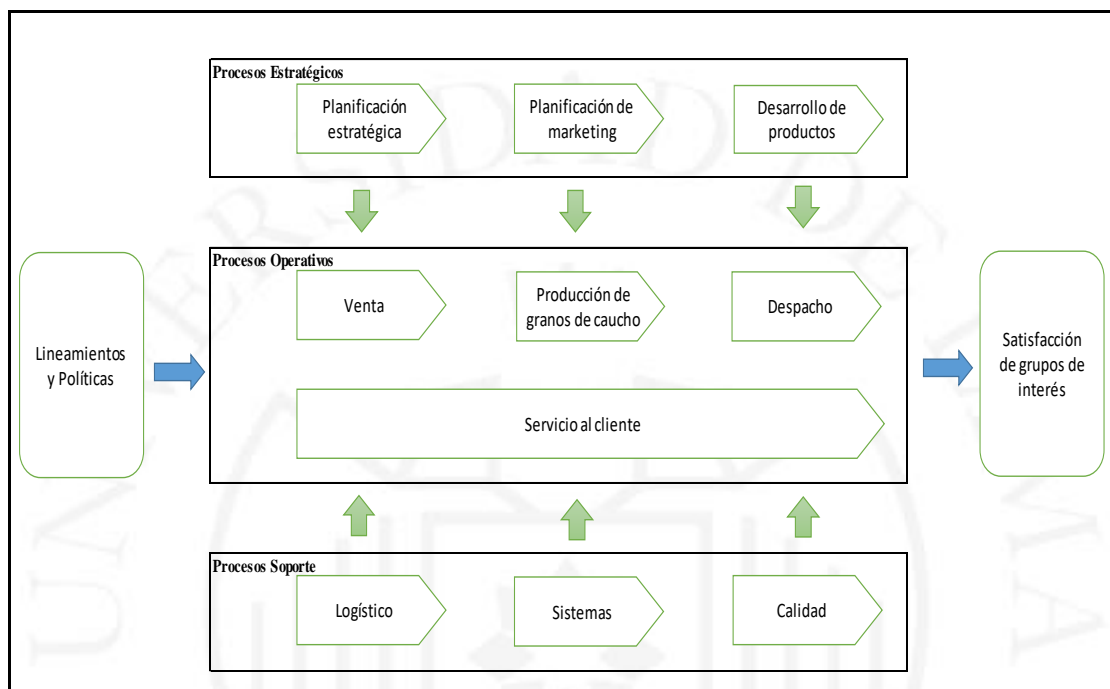
- **Identificar y secuenciar cada uno de los procesos:** Lo primordial en esta etapa es identificar los procesos más significativos que formen parte de la estructura de la organización. Estos procesos pueden ser de acuerdo a su relevancia de carácter estratégico, operativo y de apoyo; se tiene que identificar cada uno de estos procesos y seleccionar a los más significativos de acuerdo al valor agregado que brinden a la organización.

Luego de haber identificado cada uno de los procesos, se procederá a secuenciar los procesos en su conjunto con el objetivo de poder apreciar con claridad los elementos de entrada y salida de cada proceso, así como la interrelación entre ellos. Es a través de un mapa de procesos donde se reflejan los diversos procesos que constituyen el sistema de gestión de la empresa y se muestra, además las interacciones que existen entre las actividades y los procesos. Se deberá elegir para cada proceso establecido un responsable, y

definir las funciones que realizará cada integrante dentro del mismo. Otro punto importante es definir los recursos necesarios para cada una de las actividades que conforman cada proceso.

**Figura 5.4**

*Mapa de proceso*



- **Describir y documentar los procesos:** El siguiente paso consiste en la descripción y la documentación de cada uno de los procesos, para esto es importante detallar las actividades que conforman cada proceso y las características principales.

Toda esta información se puede plasmar de manera gráfica, mediante diagramas de flujo donde se muestre las relaciones que existen entre los procesos; y también se puede plasmar esta información por medio de fichas de procesos, detallando la información requerida para el control de los procesos.

Entre la información que deben tener estas fichas de procesos, se tiene data relativa al objetivo del proceso, el alcance del mismo, quien es la persona

responsable, los recursos necesarios por proceso, y establecer los indicadores y métricas a analizar.

- **Seguir y medir los procesos de los resultados:** Luego de haber descrito y documentado los procesos, el siguiente paso es realizarles un seguimiento de éstos con el fin de medir los resultados obtenidos en base a los indicadores establecidos con anterioridad.

Con esto lo que se logra es disponer de información relevante que permita establecer posibles mejoras a realizar en los procesos detallados; como lo es el poder optimizar los recursos disponibles por proceso, eliminar tareas que no agreguen valor.

- **Mejorar los procesos continuamente:** Con los resultados obtenidos lo que se requiere es poder verificar la eficacia de los procesos. El personal encargado es el responsable de valorar en base a la información obtenida si se alcanzaron los resultados esperados y si es posible mejóralos.

Ya sea que los resultados hayan sido los esperados o no, siempre está latente la posibilidad de mejorar continuamente los procesos, con el fin de mejorar la eficacia del mismo.

### **Producto**

Es primordial realizar controles de calidad al finalizar el proceso de producción, obteniendo el producto final, el cual debe cumplir con las especificaciones previamente establecidas. A continuación, se detallan los requerimientos técnicos del producto final, granos de caucho reciclado con granulometría de 0.5 a 0.6 mm, las cuales se muestran en la tabla 5.19.



**Tabla 5.19***Especificaciones técnicas del producto*

<b>DETALLE DE LAS ESPECIFICACIONES</b>	
<b>Descripción del producto</b>	
Grano y/o polvo de caucho reciclado proveniente de la molienda mecánica a temperatura ambiente, de neumáticos en desuso.	
<b>Composición/Componente</b>	<b>Descripción</b>
Caucho vulcanizado (%)	
Material ferromagnético (%)	< 0,01 para cauchos menores o iguales a 0,80 mm
Material textil (%)	< 0,05
Otros elementos (%)	< 0,05
<b>Campos de aplicación</b>	
Asfaltos modificados	
<b>Propiedades físicas</b>	
Estructura	Sólidos forma de granulados y polvo
Coloración	Negro
Olor	Caucho
Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	0,40 - 0,50
Peso específico	1,15 - 1,27
Porcentaje de humedad (%)	< 0,75
Punto de combustión (°C)	300 - 450
<b>Propiedades químicas</b>	
<b>Descripción</b>	
Extracto cetónico (%)	5,0 - 22,0
Cenizas (%)	7,0 - 11,0
Polímeros NR/SR (%)	70/30 - 60/40
Negro humo (%)	26,0 - 38,0
Caucho natural (%)	10,0 - 35,0
Cantidad hidrocarburo de caucho (%)	57,0 - 58,0
Azufre (%)	1,0 - 7,0
PH (25°C)	8,12 - 8,20
Solubilidad	Insoluble en agua, parcialmente soluble en acetona
<b>Granulometría</b>	
<b>Clasificación</b>	
(mm)	<b>Según ASTM D 5603</b>
0,0 - 0,6	Clase 40 / Grado 1
0,0 - 0,8	Clase 30 / Grado 1

*Nota.* De “Renacal, 2013”.

## 5.6 Estudio de impacto ambiental

La evaluación del posible impacto ambiental del proyecto adopta la matriz de Leopold, a través de la cual se realiza sistemáticamente la relación entre las acciones a producir en la ejecución del proyecto y el posible impacto sobre los factores ambientales.



Para poder elaborar de la matriz de Leopold, se ha considerado analizar 2 etapas que abarca la elaboración del proyecto; una etapa pre operativa, que abarca el montaje de la planta en sí, desde el movimiento de tierras del terreno, pasando por el movimiento de los materiales para la construcción de la estructura de la planta, hasta la instalación de la maquinaria y equipos.

Mientras que la segunda etapa, abarca las operaciones que se realizan para poder disponer del producto final. Para esta etapa se considera las siguientes operaciones: abastecimiento de MP, almacenamiento de materia prima, lavado de las llantas en desuso, destalonado de las llantas, corte de los neumáticos, triturado, granulado, desmetalizado de las partículas ferromagnéticas, extracción de la fibra de hilo, molido, tamizado, y empacado del producto final.

Se ha considerado la evaluación de 3 factores ambientales: factor físico y químico, factor biológico, y el factor socio económico. Cada uno de estos factores están divididos en elementos ambientales, los cuales son valorados de acuerdo al impacto que reciben por parte de las operaciones detalladas previamente.

Para la puntuación de cada casillero se consideran 2 variables a ponderar; la primera, ubicada en el extremo superior izquierdo mide la magnitud, que es una calificación cuantitativa del trastorno que ejerce esa acción operativa en el factor evaluado. Mientras que la segunda variable ubicada en el extremo inferior derecho mide la importancia, que es una interpretación cualitativa.

Con los resultados generados de la valuación de la matriz de Leopold, se logra identificar las operaciones y/o acciones que mitigan de manera negativa en los factores ambientales. Para ello se plantea mediante la matriz de aspectos e impactos ambientales y medidas correctivas las acciones correctivas a realizar para disminuir el impacto negativo que las operaciones del proceso pudieran presentar.

Seguidamente se plantea la tabla 5.21, matriz de aspectos ambientales y medidas correctivas.

**Tabla 5.21**

*Matriz de aspectos e impactos ambientales y medidas correctivas*

<b>Etapas del proceso</b>	<b>Salidas</b>	<b>Aspecto ambiental</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medidas correctivas</b>
Abastecimiento	*Residuos / material adjunto a los NFU	*Residuos externos que puedan llegar con los NFU	*Posible contaminación del suelo, atmósfera	*Segregación y almacenamiento de los materiales en envases adecuados para su posterior tratamiento
	*Residuos	*Uso de agua	*Contaminación del suelo	*Contratar a una empresa para que realice el tratamiento de efluentes
Lavado			*Aumento en la demanda de recursos naturales	*Poner en marcha un programa para la reutilización de aguas residuales y reducir el uso de agua
Destalonado	*Residuos	*Alambres de acero	*Potencial contaminación del suelo	*Reutilizar / Venta aros de acero
	*NFU sin aro	*Generación de partículas de polvo	*Deterioro en la calidad de vida de los vecinos por las partículas atmosféricas en el aire	*Sistema de filtros de aire en las instalaciones de la planta
	*Residuos	*Tiras de caucho	*Contaminación del suelo	*Reutilizar desechos recuperables al proceso
Corte	*NFU en trozos	*Generación de partículas de polvo	*Deterioro en la calidad de vida de los vecinos por las partículas atmosféricas en el ambiente	*Sistema de filtros de aire en las instalaciones de la planta
	*Caucho triturado	*Consumo de energía eléctrica	*Agotamiento de los recursos naturales	*Implementar un programa para utilizar eficientemente energía eléctrica
Triturado	*Caucho triturado	*Generación de partículas de polvo	*Deterioro en la calidad de vida de los vecinos por las partículas atmosféricas en el ambiente	*Sistema de filtros de aire en las instalaciones de la planta

(continúa)

(continuación)

<b>Etapas del proceso</b>	<b>Salidas</b>	<b>Aspecto ambiental</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medidas correctivas</b>
Granulado	*Caucho granulado	*Consumo de energía eléctrica	*Reducción de los recursos naturales	*Implementar un programa para utilizar eficientemente energía eléctrica *Segregar los
Desmetalizado	*Residuos	*Material ferromagnético	*Potencial polución del suelo	residuos en envases adecuados para su posterior tratamiento
Extracción	*Residuos	*Fibra textil	*Potencial polución del suelo	*Reutilizar / Venta para su reutilización
Molido	*Granos de caucho	*Consumo de energía eléctrica	*Reducción de los recursos naturales	*Implementar un programa para utilizar eficientemente energía eléctrica
	*Granos de caucho	*Generación de partículas de polvo	*Deterioro en la calidad de vida de los vecinos por las partículas atmosféricas en el ambiente	*Sistema de filtros de aire en las instalaciones de la planta
Tamizado	*Residuos	*Sobrantes de caucho	*Contaminación del suelo	*Reprocesamiento del grano de caucho
Envasado	*Sacos de polipropileno	*Sacos defectuosos	*Posible contaminación del suelo	*Reutilización de sacos para uso interno

### **Gestión y manejo de residuos sólidos**

Se establece las bases para una correcta gestión y manejo de los residuos sólidos en concordancia con el decreto legislativo N° 1278, que aprueba la ley de gestión integral de residuos sólidos (GIRS), y su reglamento mediante el decreto supremo N° 014-2017-MINAM, promulgada en el mes de abril del año 2017. El principio fundamental de esta ley es prevenir o reducir la generación de residuos sólidos en la fuente, antes que cualquier otra alternativa. Se plantean los siguientes aspectos a especificar para la gestión y manejo de los residuos sólidos ocasionados en la industria.

#### Estudio de caracterización

Mediante este estudio de caracterización, se obtiene información primaria acerca de la composición, tipo, cantidad, volumen, humedad, densidad, y frecuencia de emisión de los residuos sólidos generados.

Esta herramienta permite poder planificar y proyectar la cantidad de residuos sólidos que se emitirán durante el proyecto, pudiéndose distinguir el porcentaje de residuos generados por área de trabajo o por proceso productivo.

Así mismo permite evaluar los riesgos a la salud y al ambiente que se pudiesen producir; así como para poder dimensionar los equipos requeridos, cantidad de recursos necesarios, cantidad de envases a disponer (contenedores, cilindros), área requerida, entre otros aspectos.

#### Plan de minimización y manejo de los residuos sólidos

Es un documento de planificación que todo generador de residuos sólidos no municipales debe disponer y ejecutar con el fin de poder minimizar y realizar una gestión adecuada de los residuos sólidos; garantizando un manejo apropiado del medio ambiente. Este plan debe estar incluido dentro del instrumento de gestión ambiental (estudio de impacto ambiental).

Dentro del plan de manejo de residuos sólidos no municipales se considera los siguientes enfoques.

#### ***Minimización***

Hace referencia a la prevención o a minimizar el generar residuos sólidos en el origen.

La premisa es plasmar al mínimo posible la emisión de estos residuos, promoviendo la regla de las 3 R: reducir, reusar, reciclar. Para esto se tendría que evaluar mejoras en los procesos, aplicar buenas prácticas de manufactura (BPM), nuevas tecnologías que reduzcan el material de descarte.

#### ***Segregación***

La segregación de los residuos sólidos debe realizarse en la fuente, es decir en el origen. Esto permite el cumplimiento de la normatividad legal actual en el marco del manejo de residuos, además que conlleva a una reducción de costos en la posterior recolección de los residuos sólidos.

Es muy importante establecer un plan de concientización en los trabajadores para que cada uno de los colaboradores de la empresa se comprometan en segregar en sus respectivos puestos de trabajo los residuos sólidos que generen en sus actividades;

mediante por ejemplo las charlas de 5 minutos, las cuales se pueden dar al inicio diario de las operaciones de trabajo.

### ***Almacenamiento***

El almacenamiento de los residuos sólidos generados en el ámbito no municipal debe realizarse de manera también segregada; en espacios exclusivamente acondicionados para tal fin.

Existe una codificación de colores para la segregación y almacenamiento de los residuos sólidos generados, ya sea un almacenamiento primario (cerca de la fuente); o dentro del almacenamiento central. Estos códigos de colores se basan en la NTP 900.058-2019, los cuales se detallan a continuación.

### **Figura 5.5**

*Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos*



*Nota.* De “Norma técnica peruana 900.058-2019: Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos” por INACAL, 2019

Estos envases deben de estar debidamente rotulados, y disponer de una tapa de seguridad. Los residuos sólidos no podrán estar almacenados en el almacenamiento central del emisor por un período mayor a 12 meses.

### ***Transporte***

El recojo y transporte de los residuos sólidos no municipales debe de ser realizado por una empresa prestadora de servicios de residuos sólidos, más conocidas como EPS-RS.

Para ello la empresa generadora debe de contratar a una EPS-RS, que se encuentre debidamente inscrita en el registro autoritativo de empresas operadoras de residuos sólidos gestionado por el MINAM para que se encargue de disponer los residuos ya sea en una planta de tratamiento para su valoración o llevarlo a una disposición final.

### ***Tratamiento***

Hace referencia a los procesos posteriores que se efectúan sobre los residuos sólidos generados en la planta para poder lograr darles algún uso; propiciando así una economía circular, manteniendo un valor en los materiales, productos y recursos en la economía del país el mayor tiempo posible. Estos tratamientos son gestionados por las empresas prestadoras de servicios de residuos sólidos; las que luego del recojo de los materiales en la planta, los derivarán a sus plantas de tratamiento, o espacios acondicionados para realizar estas valoraciones.

### ***Comercialización***

El principal y más apreciable residuo sólido que genera la planta para la generación del GCR es el aro de acero, que se extrae del neumático fuera de uso en el proceso de destalonado. Al ser este aro de acero, un residuo sólido no peligroso, permite poder comercializar directamente este material a empresas chatarreras o a las que les sirve como insumo para darle algún tratamiento, sin necesidad de una EPS-RS. El precio de compra de este material es de S/. 350 por tonelada (Ecoglobo SAC); la tabla 5.22 detalla los ingresos que generaría la venta del total de aros de acero recuperados.

**Tabla 5.22**

#### *Ventas de aro de acero*

	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>
Kg acero	252 609	299 631	330 378	362 271	395 743
TM acero	252,61	299,63	330,38	362,27	395,74
Precio x TM	350	350	350	350	350
Ventas acero S/.	88 413	104 871	115 632	126 795	138 510

### ***Disposición final***

Los residuos sólidos que no puedan ser aprovechados, son llevados directamente por las EPS-RS a los rellenos sanitarios (residuos no peligrosos), o a algún relleno de seguridad (residuos peligrosos) como destino final.



## **5.7 Seguridad y salud ocupacional**

Este acápite trata la seguridad y salud en el trabajo como un aspecto esencial para el buen funcionamiento de todas las operaciones y actividades, protegiendo el principal recurso que posee, los trabajadores de la empresa.

Es por esto que se está comprometido con el cumplimiento del reglamento de seguridad y salud en el Trabajo DS N° 009-2005-TR para garantizar el bienestar de los trabajadores. De conformidad con la legislación vigente del país, y de conformidad con lo establecido en la Ley N° 29783, ley de seguridad y salud en el trabajo, de conformidad con el decreto supremo N° 005-2012-TR, que tiene por objeto la promoción de la prevención de los riesgos en el país sobre la base del cumplimiento del deber patronal de cultura preventiva, el rol de vigilancia y control estatal, y la colaboración de los trabajadores y sus sindicatos. Para ello, el plan integral de seguridad tiene presente lo siguiente:

### Gestión de la seguridad y salud en el trabajo (SST)

La Dirección liderará la gestión de seguridad y salud en el trabajo y promoverá el compromiso y la participación del personal de la empresa. Para esto, se ha cultivado una política de prevención de riesgos en la planta de reciclaje y, en caso de ser necesario, se organizará un equipo de emergencia, incendio y terremoto, que desarrollará planes de emergencia para cada situación.

### Reglamento interno de SST (RISST)

Documento del sistema de gestión de SST, de carácter obligatorio para toda empresa con más de 20 trabajadores, de acuerdo a lo previsto en el artículo 74° del Reglamento de la ley de SST; para el presente proyecto por ser una empresa con menos de 20 trabajadores, su elaboración es facultativa.

El objetivo de este RISST es que se constituya en una herramienta que promueva el instaurar una cultura de prevención de riesgos laborales. Este RISST será entregado con obligatoriedad a todos los trabajadores, de acuerdo al artículo 75° del reglamento de SST; ya sea vía un medio físico o digital. Este documento será entregado con su respectivo cargo. Este RISST debe ser elaborado con la participación de los trabajadores, y es aprobado por el comité de SST, quien se encargará de su cumplimiento por parte de todos los trabajadores, así mismo se encargará de su revisión periódica.

### Planeamiento y aplicación

Los estudios de línea de base están diseñados para proporcionar un diagnóstico participativo de las condiciones de salud y seguridad en el trabajo, lo que lleva al desarrollo de un plan de seguridad inicial, seguido de reuniones frecuentes con la gerencia, informando los accidentes e incidentes más comunes y haciendo recomendaciones para las siguientes situaciones.

### Capacitaciones

Se realizarán capacitaciones al personal sobre:

- Percepción de seguridad laboral del personal
- Capacitación teórica y práctica anual para el personal activo
- Entrenamiento de uso de extintores

Dependiendo de la necesidad, estas capacitaciones se realizan con el apoyo de algunas entidades.

### Preparación y respuestas para las emergencias

Se plantea tomar las siguientes acciones:

- Implementar planes de contingencia para minimizar posibles impactos negativos y proteger la integridad de las personas, la carga y al ambiente.
- Realizar 2 simulacros de evacuaciones al año.
- Desarrollar planes de contingencia para problemas sociales como huelgas, protestas, ataques y desastres naturales.

La salud y seguridad física y mental de los trabajadores se considera como el factor más importante, por lo que para el mejor desarrollo del negocio se consideran los siguientes factores.

### El ambiente de trabajo

Para el desarrollo de las funciones del día a día, se debe alentar a los empleados a crear un ambiente de trabajo solidario y dejar que cada uno sea responsable de su propio trabajo y del trabajo de sus compañeros, para lograr los objetivos de la empresa. Para ello, los trabajadores deben estar motivados a través de charlas, actividades y bonificaciones económicas.

### La temperatura

El ambiente de trabajo se realiza prácticamente al aire libre, siendo el clima de la zona el responsable de las condiciones de temperatura de la planta. Para ello, los trabajadores deben contar con 2 tipos de indumentaria, una que sea liviana y otra más abrigadora, dependiendo de la estación.

### Seguridad física

Todos los operadores cuentan con un equipo de seguridad personal, conocido también como EPP (equipo de protección personal) para proteger su integridad física; se detallan.

**Tabla 5.23**

#### *Elementos de protección personal*

<b>Equipo protección personal</b>	<b>Utilización</b>
Casco	Para proteger la cabeza, ya que el personal puede ser golpeado por algún objeto.
Guantes	para operar y verificar cada proceso que interviene en la reducción de neumáticos.
Botas de seguridad	El operador lo utiliza en todo momento para evitar cualquier accidentes por eventuales caídas de herramientas.
Lentes de seguridad	Se utiliza para evitar cualquier posible contacto con partículas. Que afecte la visión del operador
Respiradores	Utilizados para proteger de partículas, polvos, que se puedan generar durante la producción
Uniformes	Utilizado para la protección integral del cuerpo del operario, Deben contar con reflectores
Barbijos	Utilizados para cubrir boca y nariz e impedir la transmisión de las micro gotas respiratorias entre el personal

### **Matriz de identificación de peligros, evaluación riesgos y medidas de control (IPER-C)**

De acuerdo a la Resolución Ministerial N° 050-2013-TR, se propone la matriz IPER-C, la cual nos permite identificar los factores de riesgo dentro del ámbito laboral, evaluar los riesgos y sus consecuencias, implementar medidas de control y evitarlos.

**Tabla 5.24**

*Matriz de IPER-C*

Actividad	PELIGRO	RIESGO	CONSECUENCIA	VALORACION DEL RIESGO INICIAL								CONTROLES A IMPLEMENTAR		
		Evento Peligroso	Daño a la Salud / integridad Física	PROBABILIDAD				IP: Índice Probab. IP= (a+b+c+d)	IS: Índice Severidad	Valor del Riesgo IR= IP*IS	Nivel de riesgo	Controles de Ingeniería, reorganización del trabajo	Controles Administrativos / Señalizaciones/ Formación	EPP
				a) Personas expuestas	b) Proceds. Existentes	c) Capacitación	d) Exposición al Riesgo							
Destalonado	Maquina en funcionamiento	Golpes, corte, extremidades atrapadas	Pérdida, lesiones en extremidades	1	1	1	3	6	2	12	Moderado		Capacitar en seguridad industrial	Mascarillas, guantes, lentes seguridad, careta facial, orejeras
	Ruido	Daño en la capacidad auditiva	Perdida de la capacidad auditiva	1	1	1	3	6	1	6	Tolerable			
	Aro de acero	Cortes varios en el cuerpo	Lesiones, heridas, infecciones	1	1	1	3	6	2	12	Moderado		Capacitación del personal operativo	
	Contacto con elementos y equipos contaminados con Sars-Cov2	Exposición (Inhalación y/o contacto: mano-ojos, mano-boca)	COVID-19	1	2	2	3	8	3	24	Importante	Instalar un área de limpieza y desinfección antes de ingresar a las áreas comunes o al centro de trabajo	Educación al personal en la prevención del COVID-19 en el centro de trabajo	
Corte	Maquina en funcionamiento	Golpes, corte, extremidades atrapadas	Pérdida, lesiones en extremidades	1	1	1	3	6	2	12	Moderado		Capacitar en seguridad industrial	Mascarillas, guantes, lentes seguridad, careta facial, orejeras
	Polvo	Exposición e inhalación del polvo	Enfermedades en vías respiratorias	1	1	1	3	6	2	12	Moderado	Ventilación adecuada		
	Contacto con elementos y equipos contaminados con Sars-Cov2	Exposición (Inhalación y/o contacto: mano-ojos, mano-boca)	COVID-19	1	2	2	3	8	3	24	Importante	Instalar un área de limpieza y desinfección antes de ingresar a las áreas comunes o al centro de trabajo	Educación al personal en la prevención del COVID-19 en el centro de trabajo	

(continúa)

Triturado	Maquina en funcionamiento	Golpes, corte, extremidades atrapadas	Pérdida, lesiones en extremidades	1	1	1	3	6	3	18	Importante		Capacitar en seguridad industrial	Mascarillas, guantes, lentes seguridad, careta facial, orejeras
	Ruido	Daño en la capacidad auditiva	Perdida de la capacidad auditiva	1	1	1	3	6	1	6	Tolerable			
	Contacto con elementos y equipos contaminados con Sars-Cov2	Exposición (Inhalación y/o contacto: mano-ojos, mano-boca)	COVID-19	1	2	2	3	8	3	24	Importante	Instalar un área de limpieza y desinfección antes de ingresar a las áreas comunes o al centro de trabajo	Educación al personal en la prevención del COVID-19 en el centro de trabajo	
Granulado	Maquina en funcionamiento	Golpes, corte, atrapamiento de extremidades	Pérdida, lesiones de extremidades	1	1	1	3	6	3	18	Importante		Capacitación en seguridad industrial	Mascarillas, guantes, lentes seguridad, careta facial, orejeras
	Ruido	Daño en la capacidad auditiva	Perdida de la capacidad auditiva	1	1	1	3	6	1	6	Tolerable			
	Contacto con elementos y equipos contaminados con Sars-Cov2	Exposición (Inhalación y/o contacto: mano-ojos, mano-boca)	COVID-19	1	2	2	3	8	3	24	Importante	Instalar un área de limpieza y desinfección antes de ingresar a las áreas comunes o al centro de trabajo	Educación al personal en la prevención del COVID-19 en el centro de trabajo	
Desmetalizado	Partículas metálicas	Exposición, inhalación	Fiebre de los humos metálicos	1	1	1	2	5	2	10	Moderado		Capacitación del personal operativo	Mascarillas, guantes, lentes seguridad, careta facial, orejeras
	Contacto con equipos, materiales y/u objetos contaminados con Sars-Cov2	Exposición (Inhalación y/o contacto: mano-ojos, mano-boca)	COVID-19	1	2	2	3	8	3	24	Importante	Instalar un área de limpieza y desinfección antes de ingresar a las áreas comunes o al centro de trabajo	Educación al personal en la prevención del COVID-19 en el centro de trabajo	

(continúa)

Extracción	Partículas de polvo	Exposición, inhalación	Infección en las vías respiratorias	1	1	1	3	6	2	12	Moderado		Capacitación del personal operativo	Mascarillas, guantes, lentes seguridad, careta facial, orejeras
	Contacto con elementos y equipos contaminados con Sars-Cov2	Exposición (Inhalación y/o contacto: mano-ojos, mano-boca)	COVID-19	1	2	2	3	8	3	24	Importante	Instalar un área de limpieza y desinfección antes de ingresar a las áreas comunes o al centro de trabajo	Educación al personal en la prevención del COVID-19 en el centro de trabajo	
Molido	Maquina en funcionamiento	Golpes, corte, atrapamiento	Pérdida, lesiones de extremidades	1	1	1	3	6	2	12	Moderado		Capacitación en seguridad	Mascarillas, guantes, lentes seguridad, careta facial, orejeras
	Contacto con elementos y equipos contaminados con Sars-Cov2	Exposición (Inhalación y/o contacto: mano-ojos, mano-boca)	COVID-19	1	2	2	3	8	3	24	Importante	Instalar un área de limpieza y desinfección antes de ingresar a las áreas comunes o al centro de trabajo	Educación al personal en la prevención del COVID-19 en el centro de trabajo	
Tamizado	Contacto con elementos y equipos contaminados con Sars-Cov2	Exposición (Inhalación y/o contacto: mano-ojos, mano-boca)	COVID-19	1	2	2	3	8	3	24	Importante	Instalar un área de limpieza y desinfección antes de ingresar a las áreas comunes o al centro de trabajo	Educación al personal en COVID-19 y la prevención del contagio en el centro de trabajo	Mascarillas, guantes, lentes seguridad, careta facial, orejeras
Envasado	Sobrecarga y esfuerzo	ergonómicos	Lesiones en la columna	1	1	1	3	6	2	12	Moderado		Capacitación en seguridad	Mascarillas, guantes, lentes seguridad, careta facial, orejeras
	Contacto con elementos y equipos contaminados con Sars-Cov2	Exposición (Inhalación y/o contacto: mano-ojos, mano-boca)	COVID-19	1	2	2	3	8	3	24	Importante	Instalar un área de limpieza y desinfección antes de ingresar a las áreas comunes o al centro de trabajo	Educación al personal en COVID-19 y la prevención del contagio en el centro de trabajo	

## 5.8 Sistema de mantenimiento

El poder disponer de maquinarias y equipos en óptimas condiciones que permitan tener una disponibilidad de las mismas durante su utilización en todas las etapas de los procesos de producción es un factor muy importante y necesario para asegurar la correcta operatividad de la planta.

Es por ello que se plantea la realización de 2 tipos de mantenimiento de los equipos, uno preventivo, y el otro de tipo reactivo; esto con el fin de poder maximizar la disponibilidad y confiabilidad de la maquinaria y equipos.

### Mantenimiento preventivo

Este mantenimiento a realizar en el proyecto, es de una alta importancia, ya que el objetivo principal de este mantenimiento es el de maximizar la disponibilidad y la fiabilidad de la maquinaria y equipos, al mismo tiempo el de garantizar una adecuada vida útil de las instalaciones en la totalidad, por lo menos durante el periodo de amortización de la planta.

Seguidamente, se plasma el programa de mantenimiento anual, detallado en la tabla 5.25.

**Tabla 5.25**

*Plan de mantenimiento anual*

Máquina	Mantenimiento Preventivo			Mantenimiento Correctivo
	Inspección	Limpieza	Lubricación	Reparación de fallas
Destalonadora	Quincenal	Diario	Quincenal	Cuando se dé
Cortadora	Semanal	Diario	Semanal	Cuando se dé
Trituradora	2 veces/sem	Diario	Semanal	Cuando se dé
Granuladora	Semanal	Diario	Semanal	Cuando se dé
Separador magnético	Semanal	Diario	Semanal	Cuando se dé
Separador de fibra	2 veces/sem	Diario	Semanal	Cuando se dé
Molino granulador	2 veces/sem	Diario	Semanal	Cuando se dé
Tamiz de tambor	Semanal	Diario	Semanal	Cuando se dé
Montacargas	Mensual	Diario	Trimestral	Cuando se dé
Balanza Industrial	Quincenal	Diario	Semanal	Cuando se dé

## **Mantenimiento reactivo**

Este tipo de mantenimiento, comúnmente también llamado mantenimiento correctivo es un mantenimiento no planificado y su ocurrencia está dada cuando se presenta una falla o avería en alguno de los equipos. Es decir, las acciones de reparación y mantenimiento recién se realizan al momento de presentarse el desperfecto del equipo o maquinaria.

El personal que se encarga de realizar el mantenimiento preventivo, está preparado para ejecutar este otro tipo de mantenimiento cuando se presente. La idea es que realización de este tipo de mantenimiento sea mínima ya que paradas no planificadas de las maquinarias perjudican enormemente con la atención de los requerimientos de producción. Es por ello que una correcta planificación y ejecución del mantenimiento preventivo es crucial para el óptimo desarrollo de la operatividad de la empresa.

### **5.9 Diseño de la cadena de suministro**

Una cadena de suministro se define como “una red de las entidades dentro y fuera de las empresas involucradas en la producción, transporte y distribución de productos. Cada entidad es un eslabón en el movimiento de un producto desde su etapa de materia prima hasta el consumo por parte del cliente. Una típica cadena de suministro incluye a los proveedores del fabricante, las empresas fabricantes, transporte y logística, centros de distribución y clientes”, Christopher (2013).

Una cadena de suministro clásica sólo incluirá 3 entidades: la entidad en estudio, los proveedores inmediatos y los clientes inmediatos. Mientras que una cadena de suministro extendida incluye 2 entidades más: el proveedor del proveedor más próximo y el cliente del cliente inmediato. Todos vinculados por el flujo de materiales, servicios financieros y flujos de información.

Por lo tanto, una cadena de suministro en su totalidad debe incluir los eslabones hacia atrás (empezando por el productor inicial) y hacia adelante (hasta el consumidor final), considerando los procesos que correspondan. En cuanto a los proyectos, la cadena de suministro se ubica en tres ejes básicos: proveedores, fábricas y clientes.



**Figura 5.6**

*Modelo de la cadena de suministro*



Las etapas que se han considerado para el aprovisionamiento de la planta de reciclaje de neumáticos son las siguientes:

1. Recogida y almacenamiento de llantas usadas: El punto de recolección debe contar con los requisitos necesarios, para que los directores de la empresa se mantengan en contacto con los recicladores y puedan abastecer a la fábrica, y la recepción de llantas se realizará diariamente.

2. Clasificación de los neumáticos: los neumáticos deben clasificarse correctamente, es decir, por tipo de neumático. Los neumáticos usados se descargan y clasifican según su uso o condiciones fuera de servicio. Continúan vendiendo neumáticos de segunda mano, recauchutados y al final de su vida útil (NFU), y luego transfieren estos neumáticos a un centro de conversión para su recuperación y reciclaje.

3. Transporte de los neumáticos: La materia prima debe ser ubicada en el almacén de la planta.

4. Transformación: La materia prima entra al área de producción, donde sufre el proceso de destalonado, cortado, triturado, granulado, molido y tamizado final poder obtener el producto final GCR.

5. Producto terminado: Se realizan las pruebas de ensayos para determinar el nivel de granulometría exigido por el ente de calidad.

## 5.10 Programa de producción

El programa de producción está determinado por la duración del proyecto y se ve afectado por el tiempo de producción diario, la capacidad de producción del equipo y los recursos de personal operativo. Suponiendo que las ventas sean consistentes con las estimaciones calculadas en el Capítulo 2.

A través de la información y el análisis predictivo, se delimita que la capacidad instalada de la planta puede proporcionar suficientes equipos y personal para satisfacer la demanda de los próximos 5 años.

El jefe de producción es responsable del correcto funcionamiento del proceso de control, y su principal responsabilidad es ejecutar los planes de producción diarios y el control de inventarios de materias primas y productos terminados.

La Tabla 5.26 detalla el plan de producción anual durante el período de análisis; considerar mantener el 4% del inventario final y considerar el 2% para las pruebas y producción de muestras requeridas por el área de ventas.

**Tabla 5.26**

*Plan de producción anual (2021 – 2025)*

	%	2021	2022	2023	2024	2025
Demanda de GCR (kg)		1 514 868	1 853 484	2 050 530	2 249 152	2 457 308
Para marketing - Muestras - Ensayos	2%	30 297	37 070	41 011	44 983	49 146
Merma	1%	15 149	18 535	20 505	22 492	24 573
Inventario Final	4%	60 595	74 139	82 021	89 966	98 292
Inventario Inicial		0	60 595	74 139	82 021	89 966
Producción (kg)		1 620 909	1 922 633	2 119 928	2 324 572	2 539 354
Producción (TM)		1621	1923	2120	2325	2539
Producción (sacos x 50 kg)		32 419	38 453	42 399	46 492	50 788

La planta presenta una capacidad para fabricar 2,601 TM. de grano de caucho reciclado al año, lo que representan 52,015 sacos de 50 kg cada uno. Con esta información, a continuación, se presenta el porcentaje de utilización de la planta; en base a la relación entre la cantidad de producción requerida por año y la capacidad instalada, regida por la operación cuello de botella.

**Tabla 5.27***Capacidad de planta utilizada*

<b>Año</b>	<b>Producción</b>	<b>Capacidad instalada</b>	<b>% Utilización</b>
2021	1621	2601	62,3%
2022	1923	2601	73,9%
2023	2120	2601	81,5%
2024	2325	2601	89,4%
2025	2539	2601	97,6%

**5.11 Requerimiento de insumos, servicios y personal indirecto****5.11.1 Materia prima, insumos y otros materiales**

La materia prima primordial para la elaboración de los GCR son los neumáticos en desuso, los cuales se obtendrán mediante la recolección de los mismos.

Otros materiales e insumos a considerar para la elaboración del producto final son los sacos de polipropileno y las etiquetas que serán colocadas en la presentación final del producto, sacos x 50 kg de GCR.

La tabla 5.28 muestra la proporción de los materiales requeridos para la producción de una unidad de producto terminado: 1 kg de grano de caucho.

**Tabla 5.28***Materiales a usar para preparar 1 kg producto*

<b>Insumo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>UM</b>
Caucho (Neumático)	Kg	1.3
Etiqueta (Saco de 50Kg)	Unid	0,02
Sacos de polipropileno (Envasar 50 kg)	Unid	0,02

Considerando esta relación, se detalla a continuación la tabla 5.29, la cual presenta las cantidades a comprar de cada uno de los insumos para cada uno de los años que dura el proyecto.

**Tabla 5.29***Requerimiento de materia prima e insumos*

Materia prima o insumo	UM	Año				
		2021	2022	2023	2024	2025
Caucho (neumático)	Kg	2 105 076	2 496 926	2 753 153	3 018 924	3 297 862
Etiqueta (saco de 50 kg)	Unid	32 418	38 453	42 399	46 491	50 787
Sacos de polipropileno (x 50 kg)	Unid	32 418	38 453	42 399	46 491	50 787

**5.11.2 Servicios: energía eléctrica, agua, vapor, combustible, etc****Energía eléctrica**

El servicio de energía eléctrica es uno de los más importantes y representativos debido a que se origina a partir del consumo de energía, el cual en su mayoría está representado por la cantidad consumida de energía eléctrica generada por la maquinaria y equipos de las fábricas. El servicio es prestado por la empresa Luz del Sur S.A.A, la cual se encarga del suministro de energía eléctrica en el distrito de San Juan de Miraflores.

La Tabla 5.30 muestra el consumo (en KW-h) para la producción de las máquinas utilizadas para procesar el producto final.

**Tabla 5.30***Consumo de energía eléctrica – producción*

Maquinaria	Potencia eléctrica		N° Maquinas	Consumo (KW-h)	Consumo (KW- h/mes)	Consumo (KW- h/año)
	Watts	Kilowatts				
Destalonadora	7500	7,5	1	7,5	2520	30 240
Cortadora	55 000	55	1	55	18 480	221 760
Trituradora	34 000	34	1	34	11 424	137 088
Granuladora	22 000	22	1	22	7392	88 704
Separador magnético	2200	2,2	1	2,2	739	8870
Separador de fibra	7500	7,5	1	7,5	2520	30 240
Molino granulador	22 000	22	2	44	14 784	177 408
Tamiz de tambor	1500	1,5	1	1,5	504	6048
				<b>Total</b>	<b>58 363</b>	<b>700 358</b>

A continuación, se presenta el consumo de energía eléctrica para el área de administración, detallado en la tabla 5.31.

**Tabla 5.31**

*Consumo de energía eléctrica – administración*

Equipo	Potencia eléctrica		N° Equipos	Consumo (KW-h)	Consumo (KW-h/mes)	Consumo (KW-h/año)
	Watts	KiloWatts				
Laptop 15"	200	0,2	10	2	672	8064
Impresora	150	0,15	4	0,6	201,6	2419
Microondas	1000	1	1	1	336	4032
Proyector más Ecran	210	0,2	1	0,21	70,56	847
Televisor Smart 55"	175	0,2	1	0,175	58,8	706
Fotocopiadora	200	0,2	1	0,2	67,2	806
				<b>Total</b>	<b>1406</b>	<b>16 874</b>

Según el tarifario de Luz del Sur S.A.A. (2021) se aplica una tasa para clientes de media tensión de S/. 0.2857 por KW-h consumida. La tabla 5.32 muestra el costo ocasionado por el consumo de la energía eléctrica en el proyecto.

**Tabla 5.32**

*Costo de energía eléctrica*

Concepto	Costo mensual S/.	Costo anual S/.
Planta	16 678	200 136
Administración	402	4822
Total	17 080	204 958

### **Agua potable**

El agua potable es un insumo utilizado en la etapa inicial del proceso, que es el lavado de los neumáticos fuera de uso, para esta actividad se considera un consumo promedio de 5 lt de agua por neumático. Adicionalmente se considera aparte de la utilización de agua durante la producción del GCR, un consumo promedio de 45 lt por cada persona que labora en la empresa, según un informe del 2015 del programa mundial de los recursos hídricos coordinado por la UNESCO (2015). El detalle de los consumos en m<sup>3</sup> se detalla en las siguientes tablas.

**Tabla 5.33***Consumo de agua en el proceso de lavado de NFU*

Concepto	2021	2022	2023	2024	2025
kg llantas a procesar	2 105 076	2 496 926	2 753 153	3 018 924	3 297 862
m3 agua x llanta	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Cantidad llantas	87 712	104 039	114 715	125 789	137 411
m3 agua al año	439	520	574	629	687

Seguidamente, se detalla el consumo de agua en general de acuerdo al número de personas que laboran en la empresa.

**Tabla 5.34***Consumo de agua por cantidad de personal*

Concepto	m3/ persona	Cantidad personal	m3/día	m3/año
Consumo agua	0,045	28	1,26	393

La tabla 5.35 detalla la valorización de los consumos anuales de agua potable.

**Tabla 5.35***Costo de agua potable*

Concepto	Rango m3	S/ m3 unitario	Año				
			2021	2022	2023	2024	2025
m3/año			832	913	967	1,022	1,080
Agua potable S/.	0--más	6,204	5160	5666	5997	6341	6701
Alcantarillado S/.	0--más	2,956	2458	2700	2858	3021	3193
Cargo fijo S/.	0--más	5,36	64	64	64	64	64
<b>Total</b>			<b>7683</b>	<b>8430</b>	<b>8919</b>	<b>9426</b>	<b>9959</b>

### 5.11.3 Determinación del número de trabajadores indirectos

Los trabajadores indirectos que forman parte de la empresa, son los que no asisten de forma directa a la producción de un bien o servicio, en este caso la generación del GCR.

En la tabla 5.36, la cual se presenta en la siguiente página, muestra el número de trabajadores indirectos considerados para el correcto funcionamiento del negocio.

**Tabla 5.36***Relación del personal indirecto*

<b>Puesto</b>	<b>Cantidad</b>
Gerente general	1
Jefe de administración y finanzas	1
Jefe de producción	1
Jefe de ventas	1
Ejecutivo ventas	2
Encargado Logística	1
Encargado facturación y cobranzas	1
Encargado almacén	1
Encargado recursos humanos	1
Supervisor planta	1
Encargado TI	1
Contador	1
Técnico laboratorista	1
Mecánico eléctrico	1
Operador montacargas	1
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>

**5.11.4 Servicio de terceros**

Para un correcto funcionamiento de las operaciones en general de la empresa, se requiere de contratar los servicios de empresas para la gestión de actividades que no son el core business del negocio.

Entre los servicios a contratar se detallan los siguientes:

- Servicio de limpieza y desinfección: Se requiere contratar los servicios de una empresa que brinde los servicios de limpieza y desinfección de las instalaciones de forma periódica. Esta empresa debe de tener todos los lineamientos establecidos para una correcta desinfección de los ambientes contra el covid-19. Debe de contar con procedimientos que estén basados en la norma sanitaria para los servicios de desinfección de ambientes, desinsectación y desratización.
- Servicio de vigilancia: Se requiere contratar una empresa que brinde el servicio de vigilancia y seguridad en la empresa; esto con el fin de salvaguardar los activos del negocio. Este servicio debe ser atendido las 24 horas del día por personal de seguridad de la empresa contratada.

- Servicios legales: Necesidad de contratar a un abogado para que brinde servicios en asuntos legales y tributarios. Esta persona actuará como intermediario entre la empresa y la entidad pública, para que las licencias, permisos y demás trámites requeridos estén en conformidad con la ley.
- Servicio de transporte: Se requiere contratar los servicios de una empresa de transporte, para que brinde el servicio de traslado tanto de la materia prima hacia la planta, así como el envío de los sacos conteniendo GCR hacia los clientes finales.

## **5.12 Disposición de planta**

### **5.12.1 Características físicas del proyecto**

#### **Factor edificio**

En referencia al factor edificio para definir las características de la estructura de la planta, se detallan las siguientes consideraciones:

- Niveles y pisos de la edificación: Se considera para la instalación y operatividad de la planta, que esta sea de un solo nivel, ya que de esta manera se facilita y se flexibiliza la continuidad de las operaciones. El piso a utilizar en la planta debe ser uniforme, llano, liso, de un material homogéneo, consistente; no debe ser resbaladizo y no susceptible de serlo con el pasar del tiempo. El material más idóneo es que el piso sea de cemento en las áreas operativas, mientras que para las oficinas administrativas se considera colocar porcelanato, lo que facilitaría su limpieza.
- Vías de circulación: Deben estar señalizadas y dimensionadas de forma adecuada con el fin que el personal de la empresa y los medios de acarreo se puedan movilizar de una manera fluida y segura. El ancho mínimo que deben tener estas vías de circulación es de 0.80 metros.
- Puertas de acceso y salida: Las puertas de acceso y salida tienen la funcionalidad de poder conectar los distintos ambientes y espacios de la planta. Para esto se debe tener en cuenta ciertas consideraciones como el ancho mínimo que deben tener estas puertas de acceso, y es de 0.90 metros para puertas de oficinas y de 1.20 metros para la puerta exterior; en este caso



esta puerta es la ubicada en la entrada de la planta, para el flujo de movimientos del personal tanto cuando ingrese y como cuando se retire. Interiormente las puertas de acceso a las oficinas son las de uso normal, con bisagras que se abren para afuera.

- Techos: El techo requerido para la planta deberá tener una altura mínima de 3 mts medidos empezando del nivel del piso; tendrá una estructura del tipo nave industrial, lo que permite obtener una adecuada ventilación e iluminación. El techo para las áreas de producción y almacenes será de hormigón, mientras que para las áreas administrativas será de material noble.

### **Factor servicio**

Es importante analizar el factor servicio en 3 aspectos: relativos al hombre, al material y a la maquinaria.

#### Servicios relativos al personal

- Vías de acceso: La ruta de ingreso se da de acuerdo a las normas dadas por INDECI para el adecuado tránsito de personas y equipos. Estos caminos están completamente señalizados y con áreas de espera.
- Instalaciones sanitarias: Las instalaciones sanitarias deben mantenerse en condiciones óptimas, para salvaguardar la limpieza y salud del personal de la empresa; deben de mantenerse limpios, iluminados y con buena ventilación. La puerta de ingreso a los sanitarios debe de tener un mínimo de 0.90 metros de ancho. Según especificaciones de OSHA el número de sanitarios requeridos para la planta es de 2 unidades (lo cual se aplica para el rango comprendido entre 16 a 35 empleados).
- Iluminación: El tener los distintos ambientes de la planta es un factor importante a tener en cuenta, ya que influye en la calidad de vida de los trabajadores, así también determina las condiciones de trabajo a la que están expuestos los trabajadores. Para el área de operaciones el nivel mínimo de luminosidad debe ser de 300 luxes sobre el plano de trabajo.

### Servicios relativos al material

Para asegurar la elaboración de un producto de calidad con las especificaciones requeridas, es necesario contar con procesos que converjan hacia el logro de estos objetivos. Es por ello que, para lograrlo, se requiere disponer de los recursos necesarios, en este caso disponer de un área específica para el análisis, control del producto durante todas las etapas del proceso productivo.

En este caso se dispondrá de una oficina de control de calidad que cuente con los suministros e instrumentos de laboratorio adecuados.

### Servicios relativos a la maquinaria

Se requiere contar con un área destinada a realizar los mantenimientos de las máquinas y equipos, para asegurar el funcionamiento adecuado de estos recursos. Esta zona debe de contar además con depósito donde almacenar las herramientas, suministros necesarios para realizar los tipos de mantenimiento de las maquinarias, ya explicados en sub capítulos anteriores.

Con el fin de salvaguardar y prevenir la integridad del personal y de las instalaciones de la planta, es que se requiere contar con extintores; los cuales estarán colocados en lugares adecuados y correctamente señalizados.

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

El primer paso a realizar para una correcta distribución de planta es definir las áreas o zonas que conformarán la estructura de la planta en su totalidad. A continuación, se presenta las zonas físicas requeridas.

- Almacén de materia prima e insumos
- Almacén de productos terminados
- Área de producción
- Área de mantenimiento
- Control de calidad
- Patio de maniobras
- Servicios higiénicos de planta
- Servicios higiénicos para oficinas

- Oficinas de administración y ventas
- Comedor

### 5.12.3 Cálculo de áreas para cada zona

A continuación, se detalla el área requerida para cada una de las áreas físicas identificadas anteriormente.

#### Almacén de materia prima

El almacén de MP será utilizado básicamente para el almacenamiento de los neumáticos fuera de uso que son recolectados y almacenados temporalmente para su utilización en el proceso de elaboración del GCR.

La unidad de almacenamiento de los neumáticos fuera de uso, serán racks para almacenamiento de llantas; con una capacidad de almacenamiento de 63 neumáticos, distribuidos en 9 pilas de 7 unidades cada una, considerando 3 pilas por nivel.

**Tabla 5.37**

*Medidas de racks de almacenamiento*

Dimensiones	Medidas	U.M.
Largo	1,83	Mt
Ancho	1,27	Mt
Altura	1,75	Mt
Área	2,32	m2
Capacidad	63	NFU

*Nota. Adaptado de Martins Industries, 2021.*

Previo a establecer el área total requerida para el almacenamiento de los neumáticos fuera de uso, por política de inventario de la empresa se establece disponer un inventario de 1 semana; con esta información se muestra a continuación en la tabla 5.30 el área requerida hallada para el almacenamiento de materias primas.

Continuando con el detalle, la tabla 5.38 detalla el área requerida para almacenar la MP.

**Tabla 5.38***Cálculo del área requerida para materia prima*

	2021	2022	2023	2024	2025
Kg de NFU requeridos (anual)	2 105 076	2 496 926	2 753 153	3 018 924	3 297 862
Nro. NFU requeridos (anual)	87 712	104 039	114 715	125 789	137 411
Nro. NFU requeridos (mensual)	7310	8670	9560	10 483	11 451
Nro. NFU requeridos (semanal)	1687	2001	2207	2420	2643
Racks requeridos (semanal)	27	32	36	39	42
Área requerida total (m2)	62,71	74,32	83,61	90,58	97,55

Con la información mostrada en la tabla anterior, dando un margen para los pasillos, se establece un área para el almacenamiento de materia prima de 150 m2.

**Almacén de productos terminados**

Por política de inventarios para se ha establecido mantener un inventario de producto terminado de 2 semanas. Con esto se calcula la cantidad de unidades de almacenamiento requeridas, lo que se traduce en establecer el área requerida para almacenar el producto terminado, sacos conteniendo 50 kg de grano de caucho reciclado.

**Tabla 5.39***Cálculo del área requerida para producto terminado*

	2021	2022	2023	2024	2025
Kg de GCR requeridos (anual)	1 514 868	1 853 484	2 050 530	2 249 152	2 457 308
Sacos GCR x 50 kg (anual)	30 297	37 069	41 010	44 983	49 146
Sacos GCR x 50 kg (mensual)	2524	3089	3417	3748	4095
Sacos GCR x 50 kg (semanal)	582	712	788	865	945
Parihuelas requeridas (2 semanas)	60	72	80	88	96
Unidad de almacenamiento	20	24	27	30	32
Área requerida total (m2)	24	28,8	32,4	36	38,4

Con la información mostrada en la tabla anterior, redondeando se establece un área para el almacenamiento de producto terminado de 40 m2.

**Área de producción**

Para encontrar el área requerida de la zona de operaciones, se utiliza el método Guerchet. Mediante este método se considera 2 tipos de elementos: estáticos (equipo con puesto de

trabajo fijo) y elementos móviles (operador, carretilla elevadora). Para obtener el cálculo del área total de cada elemento, se deben sumar tres áreas locales de acuerdo con la ecuación detallada:

$$St = n (Ss + Sg + Se)$$

Donde:

St = Superficie total

Ss = Superficie estática

Sg = Superficie de gravitación

Se = Superficie de evolución

n = nro. de elementos móviles o estáticos

**Tabla 5.40**

*Análisis de Guerchet*

Elementos fijos	L	A	h	N	n	Ss	Sg	Se	St	$\frac{Ss \times n}{x h}$	Ss x n	
Destalonadora	4,1	1,3	1,75	1	1	5,33	5,33	2,67	13,33	9,33	5,33	
Cortadora	3,8	2,03	3,3	1	1	7,71	7,71	3,86	19,29	25,46	7,71	
Trituradora	2,2	2	3,5	1	1	4,4	4,4	2,2	11	15,4	4,4	
Granuladora	1,9	1,25	2,8	1	1	2,38	2,38	1,19	5,94	6,65	2,38	
Separador magnético	1	1	0,25	1	1	1	1	0,5	2,5	0,25	1	
Separador ciclónico	1,3	1,3	3,5	1	1	1,69	1,69	0,85	4,23	5,92	1,69	
Molino granulador	1,56	1,5	1,4	1	2	2,34	2,34	1,17	11,7	6,55	4,68	
Tamiz giratorio	1,8	1,02	1,5	1	1	1,84	1,84	0,92	4,59	2,75	1,84	
Cinta transportadora	4,15	1,15	2,41	1	1	4,77	4,77	2,39	11,93	11,5	4,77	
Mesa trabajo	2,65	1,35	2,1	2	1	3,58	7,16	2,68	13,42	7,51	3,58	
									<b>Total</b>	<b>97,91</b>	<b>91,32</b>	<b>37,38</b>
Elementos móviles	L	A	h	N	n	Ss	Sg	Se	St	$\frac{Ss \times n}{x h}$	Ss x n	
Operarios			1,65		5	0,5				4,13	2,5	
Montacargas	2,6	1,15	2,1		1	2,99				6,28	2,99	
Carretilla de carga	1,32	0,69	1,2		2	0,9108				2,19	1,82	

De acuerdo al análisis de Guerchet, se requiere para producción un área mínima de 97.91 m<sup>2</sup>; sin embargo, para un facilitar el desplazamiento de los operarios y de los materiales se considera incrementar el área requerida a 162 m<sup>2</sup> (18 m largo x 9 m de ancho).

### Servicios higiénicos y vestuario – operarios

Los parámetros utilizados por Fred E. Meyers y Matthew P. Stephens (2006) se utilizan para encontrar el área requerida para los baños y los vestuarios de los trabajadores. Para diseñar instalaciones de fabricación y manejo de materiales, los detalles son los siguientes.

**Tabla 5.41**

*Cálculo del área de SSHH y vestuario*

Elemento	m2/UM	Cantidad	Área (m2)
Retrete	1,39	1	1,39
Lavaderos	1,39	1	1,39
Urinario	0,84	1	0,84
Vestíbulo	1,39	9	12,54
Total			16,17
<b>Total (150%)</b>			<b>24,25</b>

*Nota.* Adaptado de *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*, 2006 por Meyers y Stephens.

Se considera entonces para el personal operativo dos baños de 25 m<sup>2</sup> cada uno; uno para varones y otro para mujeres.

### Patio de maniobras

Se considera una zona donde un camión con medidas de 9.10 m de largo y 2.60 m de ancho pueda estacionarse y disponer de un radio de giro para realizar con holgura la carga y descarga de los materiales que fluyen en la entrada y salida en la planta.

Para este caso se considera un patio de maniobra con un área de 80 m<sup>2</sup>.

### Oficinas administrativas

Para determinar el área correspondiente a las oficinas administrativas, se utiliza la técnica del nivel en la organización según detallan Meyers y Stephens en su libro “Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales”.

La tabla 5.42 detalla los requerimientos de área según el rango requerido en la organización.

**Tabla 5.42***Área requerida según nivel en la organización*

<b>Empleados</b>	<b>Pies cuadrados</b>	<b>Metros cuadrados</b>
Gerentes generales y altos ejecutivos	200 - 300	19 a 28
Gerentes generales y altos ejecutivos	150 - 250	14 a 23
Supervisores	100 - 200	9 a 19
Contadores	75 - 150	7 a 14
Ingenieros	100 - 150	9 a 14
Encargados	75 - 100	7 a 9

*Nota.* Adaptado de *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*, 2006 por Meyers y Stephens.

Con esta información y considerando el personal establecido por cada puesto de trabajo, se presenta el área requerida para las zonas administrativas.

**Tabla 5.43***Dimensionamiento de oficinas*

<b>Personal</b>	<b>Departamento</b>	<b>Nro. Empleados</b>	<b>Área promedio</b>	<b>Área total requerida</b>
Gerente general	Gerencia	1	24	24
Jefe administración y finanzas	Administración y finanzas	1	18	18
Jefe producción	Operaciones	1	18	18
Jefe ventas	Ventas	1	18	18
Encargado logística	Operaciones	1	14	14
Encargado facturación y cobranzas	Ventas	1	14	14
Encargado de recursos humanos	Administración y finanzas	1	14	14
Encargado de TI	Administración y finanzas	1	14	14
Contador	Administración y finanzas	1	10	10
Ejecutivo de ventas	Ventas	2	7	14
			<b>Total</b>	<b>158</b>

De acuerdo a la tabla 5.43, se considera un área para la zona de oficinas administrativas de 160 m<sup>2</sup>.

### **Otras áreas**

Existen otras zonas de la planta, que son necesarias establecer; la tabla 5.44 muestra las dimensiones de cada una de estas áreas.

**Tabla 5.44**

*Dimensionamiento de otras zonas de la planta*

<b>Detalle de la zona</b>	<b>Área (m2)</b>
Calidad - Laboratorio	14
Mantenimiento	20
SSHH - Oficinas Varones	10
SSHH - Oficinas Damas	10
Comedor	30

**Resumen áreas totales**

Finalmente, se presenta la tabla 5.45, la cual resume los requerimientos de espacio físico por zona.

**Tabla 5.45**

*Dimensionamiento de la planta total*

<b>Detalle de la zona</b>	<b>Área (m2)</b>
Almacén MP	150
Almacén PT	40
Área de producción	162
SSHH y vestuarios	50
Patio de maniobras	80
Oficinas administrativas	160
Calidad - Laboratorio	14
Mantenimiento	20
SSHH personal administrativo	20
Comedor	30
<b>Total</b>	<b>726</b>

El área total calculada para toda la planta es de 726 m<sup>2</sup>, dimensión que se redondea a un área de 750 m<sup>2</sup>.

**5.12.4 Dispositivos de seguridad industrial y señalización**

Se requiere disponer de ciertos dispositivos de seguridad industrial y señalización para poder salvaguardar la integridad de los trabajadores durante el ejercicio de las operaciones dentro de las instalaciones.

A continuación, se muestran los más significativos.



## **Seguridad en máquinas**

Se aplican dispositivos para proteger y prevenir de lesiones a los trabajadores por un posible contacto con alguna de las maquinarias en movimiento existentes en producción.

Se considera los siguientes elementos:

- **Guarda de protección:** dispositivo diseñado para ser usado como una barrera material para la protección tanto para los trabajadores, como para los componentes del equipo.
- **Botón de parada de emergencia:** son interruptores de control a prueba de fallos y se utilizan para detener una máquina cuando ocurra algún contacto con el personal que opera los equipos. Se caracterizan por ser de color rojo, con un fondo en la base de color amarillo.

## **Protección contra riesgos eléctricos**

Con el fin de reducir los riesgos eléctricos existentes, se considera:

- **Puesta a tierra para equipos e instalaciones:** utilizados para conducir hacia la tierra las corrientes eléctricas, impidiendo que el personal reciba alguna descarga eléctrica.
- **Interruptor diferencial:** dispositivo electromecánico, utilizado como un sistema de protección automático en caso de fallas en el circuito eléctrico, protegiendo la integridad de las personas, ya que corta la corriente en el momento de detectar una falla o fuga en el circuito.

## **Protección contra incendios**

En referencia a la protección contra posibles incendios, se considera los siguientes equipos:

- **Extintores:** Se considera la colocación de extintores PQS (polvo químico seco) dentro de las instalaciones de la planta, haciendo especial hincapié en disponerlos en los almacenes de materias primas, producto terminado y en producción. Ya que al ser el caucho un producto combustible, los extintores PQS combaten efectivamente el fuego tipo ABC, específicamente la clase A, que son los sólidos comunes (caucho).

- Detectores de humo: Se instalará un sistema de detectores de humo en la zona del almacén de MP y PT, con el fin de detectar automáticamente un incendio en su inicio, es decir la presencia de humo en el aire, emitiendo una señal acústica y/o visual.

### **Equipos de protección personal (EPP)**

Estos equipos son implementos destinados a ser usados por el trabajador con el fin de protegerlo de posibles riesgos inherentes a sus actividades, que amenacen su seguridad, integridad o salud en el trabajo.

Estos equipos son una opción previa y complementaria a las medidas preventivas de carácter corporativo.

Se presentan los siguientes EPP.

- Equipo de protección de la cabeza: cascos
- Equipo de protección para ojos: gafas de seguridad
- Equipo de protección para oídos: tapón para oídos
- Equipo de protección de manos: guantes
- Equipo de protección de pies: botas de seguridad
- Equipo de protección biológico: Mascarillas o respiradores

### **Señalización**

Se utilizará señales industriales con el objetivo de llamar la atención de todo el personal de los riesgos existentes en la planta con el fin de que no se materialicen en accidentes.

De acuerdo a la norma técnica peruana NTP 399.010-1 en su última actualización del 2015, se muestra las siguientes señaléticas requeridas.

**Figura 5.7**

*Señales de prohibición*



*Nota.* De “Norma técnica peruana 399.010-1: Señales de seguridad” por INDECOPI, 2015

**Figura 5.8**

*Señales de advertencia*



*Nota.* De “Norma técnica peruana 399.010-1: Señales de seguridad” por INDECOPI, 2015



**Figura 5.11**

*Señales de prevención COVID-19*



*Nota.* De “Señalizaciones COVID-19” por CCIMA señalizaciones, 2020

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

Con el fin de poder plantear la disposición final que tendrá la planta, un paso previo es poder hallar el diagrama relacional de actividades; mediante esta técnica se detalla gráficamente las actividades y áreas definidas y como están relacionadas unas con otras de acuerdo con su grado de valor o proximidad entre ellos.

Previamente se requiere elaborar una tabla relacional de actividades, con el fin de poder establecer las relaciones existentes de cercanía entre las actividades establecidas a distribuir.

Esta tabla relacional, se apoya en una codificación definida para evaluar el grado de importancia a la proximidad de las actividades. A continuación, se muestra la escala de valores y la lista de motivos asignados.

**Tabla 5.46**

*Escala de valores*

<b>Código</b>	<b>Valor de proximidad</b>
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Normal u ordinario
U	Sin importancia
X	No recomendable

*Nota.* De *Disposición de planta, 2014*, por Díaz, Jarufe y Noriega.

**Tabla 5.47**

*Lista de motivos*

<b>Código</b>	<b>Motivo</b>
1	Secuencia de operaciones
2	Flujo de materiales y PT
3	Control
4	Ruido y polvo
5	Complementación de área
6	No es necesario

Establecida la codificación tanto de escala de valores como para la lista de motivos, se plantea la tabla relacional de actividades.



Considerando las relaciones de proximidad más importantes, como lo son los valores de proximidad A, E y X; se muestran las relaciones de proximidad halladas.

**Tabla 5.49**

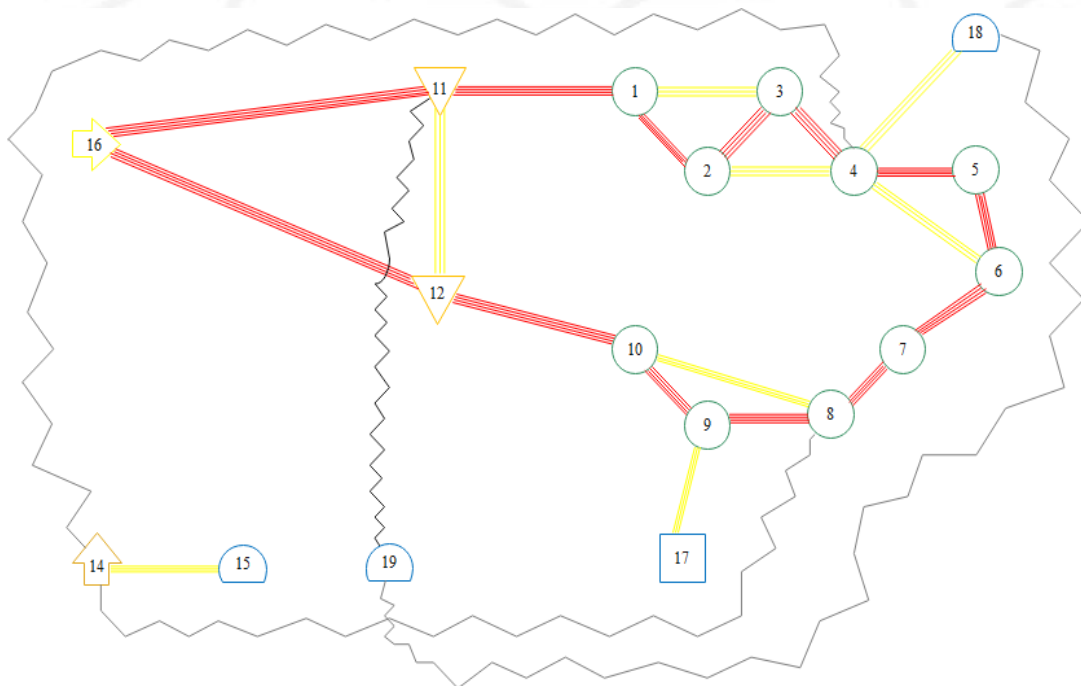
*Detalle de las relaciones de proximidad*

A		E		X	
1 - 2	7 - 8	1 - 3	11 - 12	4 - 14	
2 - 3	8 - 9	2 - 4	9 - 17	8 - 14	
3 - 4	9 - 10	3 - 5	14 - 15	11 - 19	
4 - 5	10 - 12	4 - 6	4 - 18	18 - 19	
5 - 6	11 - 16	5 - 7			
1 - 11	12 - 16	2 - 11			
6 - 7		8 - 10			

Con estos datos disponibles, se presenta el diagrama relacional de actividades.

**Figura 5.12**

*Diagrama relacional de actividades*



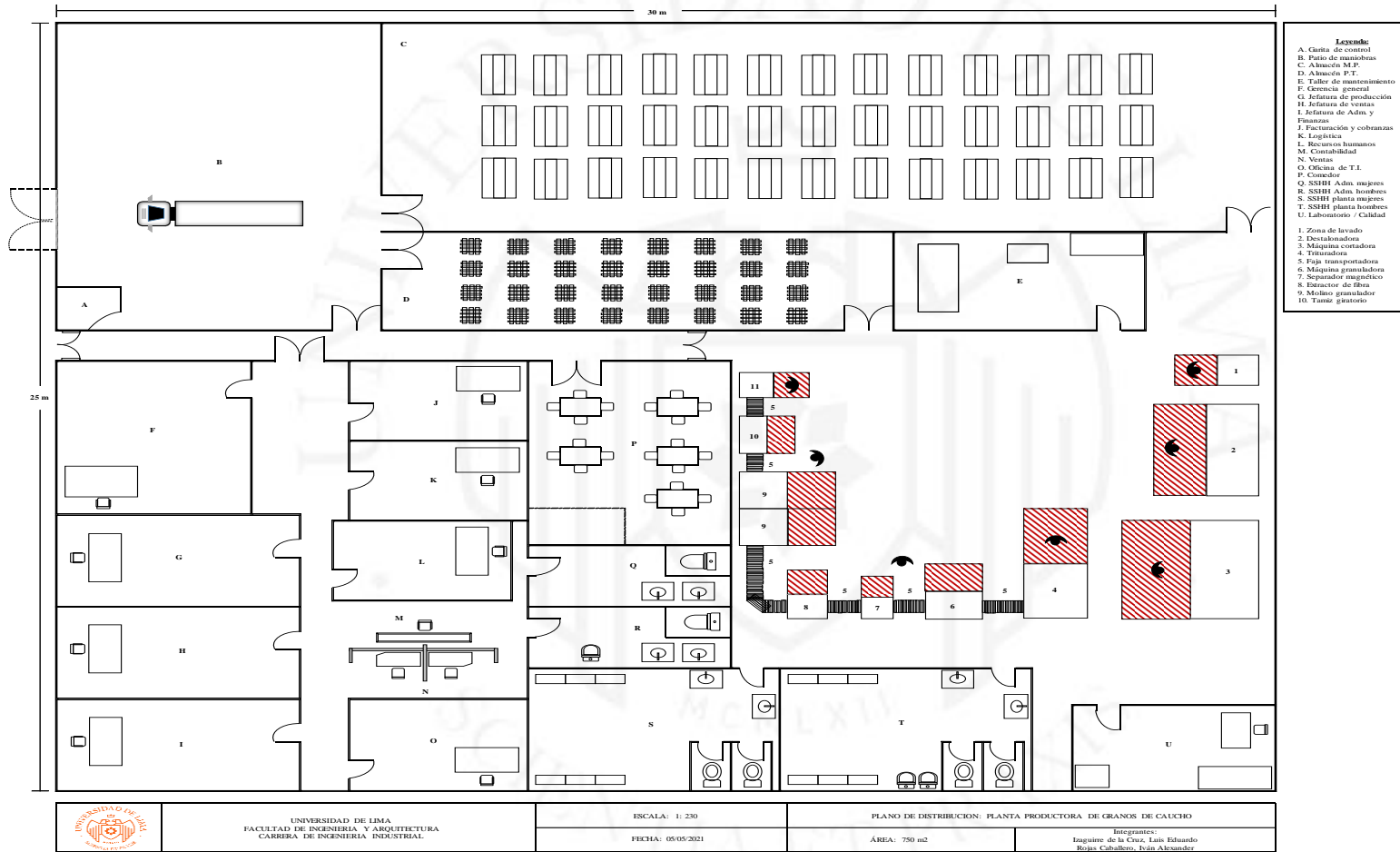
### 5.12.6 Disposición general

Concluyendo, en la figura 5.13 se muestra la disposición general de la planta.



**Figura 5.13**

*Plano detallado de la planta*



### 5.13 Cronograma de implementación del proyecto

A continuación, en la tabla 5.50 se presenta un cronograma de actividades correspondiente a la implementación del proyecto.

**Tabla 5.50**

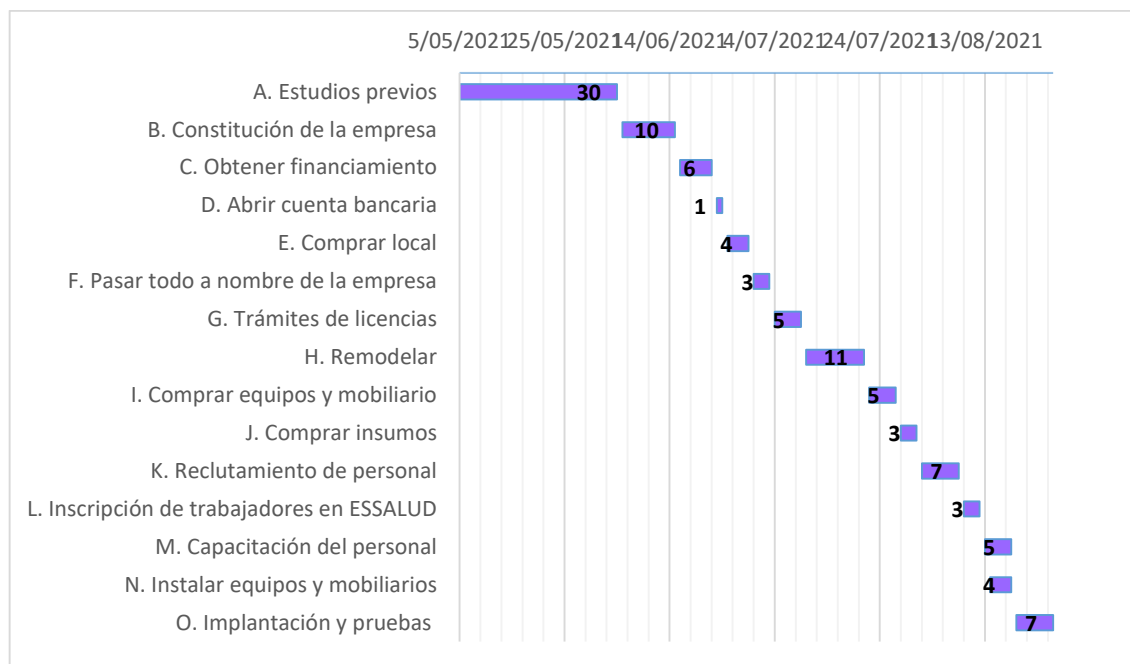
*Cronograma de implementación del proyecto*

Actividades	Predecesora	Tiempo (días)				Fecha inicio	Fecha final
		Tiempo optimista	Tiempo probable	Tiempo pesimista	Tiempo esperado		
A. Estudios previos	-	20	30	40	30	5/05/2021	4/06/2021
B. Constitución de la empresa	A	8	10	12	10	5/06/2021	15/06/2021
C. Obtener financiamiento	B	3	6	9	6	16/06/2021	22/06/2021
D. Abrir cuenta bancaria	C	0,5	1	1,5	1	23/06/2021	24/06/2021
E. Comprar local	C	2	4	6	4	25/06/2021	29/06/2021
F. Pasar todo a nombre de la empresa	E	1	3	5	3	30/06/2021	3/07/2021
G. Trámites de licencias	F	3	5	7	5	4/07/2021	9/07/2021
H. Remodelar	G	7	12	14	11	10/07/2021	21/07/2021
I. Comprar equipos y mobiliario	C	3	5	7	5	22/07/2021	27/07/2021
J. Comprar insumos	D	2	3	4	3	28/07/2021	31/07/2021
K. Reclutamiento de personal	G	5	7	9	7	1/08/2021	8/08/2021
L. Inscripción de trabajadores en ESSALUD	K	1	3	5	3	9/08/2021	12/08/2021
M. Capacitación del personal	K	3	5	7	5	13/08/2021	18/08/2021
N. Instalar equipos y mobiliarios	H, I	2	4	6	4	14/08/2021	18/08/2021
O. Implantación y pruebas	J, M, N	5	7	9	7	19/08/2021	26/08/2021
<b>Total, Días</b>		<b>65,5</b>	<b>105</b>	<b>141,5</b>	<b>104</b>		

Se observa que el tiempo que tomará la implementación del proyecto es de 104 días, y con la información obtenida de la tabla, se procede a detallar el diagrama de Gantt; el cual se muestra a continuación en la figura 5.14.

**Figura 5.14**

*Diagrama de Gantt*



# CAPITULO VI: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

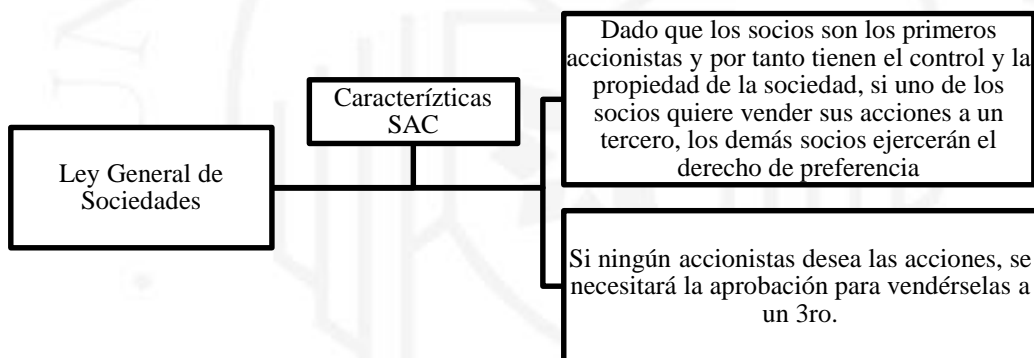
## 6.1 Formación de la organización empresarial

### 6.1.1 Sociedad

La empresa participará en la recolección y reciclaje local de llantas de desecho. Por tanto, los empleados de la empresa se dividen en dos categorías: laboral directo e indirecto y personal para áreas administrativas. Para el personal directo e indirecto, no es necesario definir un organigrama, pero se debe recalcar que deben ser asistidos por el supervisor de fábrica y el jefe de producción.

#### Figura 6.1

*Características SAC De acuerdo con la Ley General de Sociedades*



*Nota.* Elaborado en base a Proinversión, 2017. Una vez constituida la sociedad, se presentará ante notario quien la elevará a escritura pública para poder inscribirla en el registro público.

La empresa, de acuerdo con la Ley, se ha conformado como una Sociedad Anónima Cerrada SAC<sup>1</sup>, con participación absoluta del accionista mayoritario. El capital social es de

<sup>1</sup> Se examinan distintas maneras de sociedad y de acuerdo con los intereses del proyecto se constituye una Sociedad Anónima Cerrada, denominada Planta de Reciclaje de Neumáticos IARC SAC, conformada por 1 accionista. Para constituir la empresa se enmarca al marco legal peruano, es decir, seguir las normas y procedimientos que señala la Ley General de Sociedades 26887. “Para que la sociedad se constituya y empiece a funcionar, es fundamental formalizar la entrega del capital propio que se integrará por las aportaciones de los accionistas de la empresa en constitución” (Ley General de Sociedades (Ley N° 26887 de 1997), 2017). Para el caso de IARC SAC, el socio mayoritario aporta una cantidad determinada de dinero y

S/. 826,902.<sup>00</sup> (Ochocientos veinte y seis mil novecientos dos con 00/100 soles), representado por 10,000 acciones nominales con derecho a voto de un valor nominal de s/. 1.00 (Un y 00/100 soles) cada una suscrita y pagadas en partes iguales en su totalidad.

### **6.1.2 Licencias y autorizaciones**

Para obtener una licencia, es necesario cumplir con los requisitos del municipio para obtener una licencia y comenzar un negocio (Anexo 3), lo que le permite a la empresa desarrollarse en el mercado nacional e ingresar a un nicho de mercado en el futuro.

En el diario El Peruano se indica que “La Ley N°28976 Marco de Licencia de Funcionamiento, de acuerdo a esta ley se debe tener las siguientes consideraciones para obtener la licencia correspondiente para el funcionamiento” de IARC SAC en el distrito de San Juan de Miraflores:

Compatibilidad de uso: Una evaluación realizada por la municipalidad de San Juan de Miraflores para verificar si el tipo de actividad económica que realizará el interesado es consistente con la clasificación geoespacial establecida en la zonificación actual.

Para poder otorgar de la licencia de funcionamiento, la municipalidad de SJM solicita lo siguiente:

- Zonificación y compatibilidad de uso. (Conglomerado de N.T. urbanísticas que rigen el uso del suelo).
- Condiciones de Seguridad en Defensa Civil, si es que esta evaluación constituye un análisis.

Ordenanza No 145 que regula el otorgamiento de licencias de funcionamiento. Ordenanza 218-2010-MDI, que modifica el TUPA en lo concerniente a licencia de funcionamiento aprobada con Ordenanza 212-2010-MDI. Decreto Supremo 066-2007-PCM,

---

se suscribirán íntegramente en acciones al momento de otorgar la escritura pública. “La sociedad anónima puede ajustarse al régimen de la sociedad anónima cerrada, cuando tiene no más de 20 accionistas y no tiene inscritas en el registro público del mercado de valores. No se puede solicitar la inscripción en dicho registro de las acciones de una sociedad anónima cerrada” (Proinversión, 2017).

aprueba nuevo reglamento para inspección técnica de seguridad y defensa civil (El Peruano, 2017).

### **6.1.3 Régimen laboral**

Para determinar el régimen laboral más conveniente para la empresa se ha tenido en cuenta el número de trabajadores y las ventas anuales al inicio de operaciones de la empresa. El número total de empleados es de 28: 13 operarios, 04 supervisores y técnicos de fábrica, y 11 administrativos. Además, existen servicios tercerizados para la seguridad y limpieza de la fábrica. 28 de los empleados de la empresa estarán en nómina.

Se estima que las ventas mínimas del primer año son de S/. S / 2,272,302.00 equivale a 516 UIT. En nombre de la "pequeña empresa", la empresa estableció dos estándares mínimos para esta sección de acuerdo con el Decreto No. 1086 de 2008, la "Ley para Promover la Competitividad, Regularización y Desarrollo de la Micro y Pequeña Empresa y la Obtención de Empleo Decente". Dada las características de la planta está constituida bajo el régimen normal, la cual cuenta con 3 tipos de contratos laborales: a) De locación de servicio, b) De trabajo indefinido y c) De trabajo de naturaleza temporal.

### **6.1.4 Legislación tributaria**

Dado el monto de sus ventas anuales, la empresa forma parte del régimen general de impuestos que incluye tanto a las personas naturales como jurídicas que generan rentas de 3ra categoría. Este régimen fiscal se puede aplicar a cualquier tipo de empresa de cualquier número o tamaño. Asimismo, se pueden inscribir empresas pequeñas representadas por persona natural o jurídica.

La empresa se regirá por el régimen general, que es un régimen fiscal que abarca tanto a las personas naturales como jurídicas que generan rentas de 3ra categoría. Las pequeñas y microempresas pueden optar por esta opción desde la apertura de su actividad económica. Los impuestos a pagar bajo este sistema son los siguientes:

*Se aplica un impuesto sobre la renta del 28% sobre las ganancias netas y el impuesto anual se paga mensualmente. El impuesto anual sobre la renta se calcula considerando una tasa impositiva del 28% a las ganancias generadas al final de cada año. El cálculo se realiza en la planilla anual de contribución sobre ingresos, la cual se realiza en los primeros 3 meses al año siguiente de acuerdo al cronograma establecido por la SUNAT.*

Cabe señalar que es deber de la empresa realizar declaraciones y el pago mensual en base a los impuestos que se determinarán en la declaración anual.

*Impuesto General a las Ventas (IGV) e Impuesto de Promoción Municipal, 18%. El IGV es un tributo que se paga por una venta o servicio. Tasa de IGV del 18% (incluido el 2% de IPM - Impuesto de Promoción Municipal). Si se realiza una compra relacionada con tu negocio, al IGV que tienes que pagar tú como vendedor se te descontará el IGV que paga la empresa como comprador. A falta de ingresos se declara, "S/. 0.0".*

Documentos complementarios al comprobante de pago, tales como: notas de crédito y débito para sustentar el traslado de mercancías y letras de cambio o una letra de cambio como transportista (si su actividad es el transporte de mercancías). La impresión de recibos de pago, deben efectuarse en imprentas autorizadas conectada al sistema SOL.

### **Tabla 6.1**

#### *Impuestos a utilizar*

<b>Impuestos a aplicar</b>	<b>%</b>
Impuesto a la Renta (Reg. General)	28%
Impuesto General a las Ventas (IGV)	18%

### **6.2 Requerimiento de personal directivo, administrativo y de servicios; y funciones generales de los principales puestos**

Se requiere de cierta cantidad de personal por puesto requerido para poder atender la demanda proyectada del mercado. Se requiere entonces de personal operativo, quienes son los encargados de la elaboración directa del producto a comercializar, en este caso el grano

de caucho reciclado. El área de producción, encabezados por el jefe de producción es la encargada de gestionar los procesos operativos de la planta.

La cabeza de la organización está representada por el gerente general, considerado como personal directivo. Por parte del área administrativa se cuenta con un personal encargado de administrar de los recursos de la empresa.

La tabla 6.2 muestra el detalle.

**Tabla 6.2**

*Requerimiento de personal en la organización*

<b>PUESTO</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Área de producción</b>	<b>19</b>
Jefe de producción	1
Encargado de logística	1
Encargado de almacenes	1
Técnico en mantenimiento	1
Coordinador de calidad	1
Supervisor de planta	1
Operarios	10
Ayudantes de producción	2
Montacarguista	1
<b>Área administrativa</b>	<b>9</b>
Gerente general	1
Jefe de administración y finanzas	1
Encargado de facturación y cobranzas	1
Encargado de recursos humanos	1
Encargado de TI	1
Contador	1
Jefe de ventas	1
Ejecutivo de ventas	2

### **Descripción de puestos de trabajo**

Se presentan las principales funciones que realiza el personal de la empresa considerando los puestos de trabajo que corresponden al organigrama de la empresa.

#### Gerente General

Entre las principales funciones a realizar por parte del Gerente general se mencionan las siguientes:



- Gestionar la empresa en su totalidad
- Dirigir el funcionamiento de la organización
- Negociar contratos y firma de los mismos
- Gestionar las cuentas bancarias y amortización de los préstamos
- Gestionar la captación de nuevos clientes
- Organización y coordinación de rutas
- Coordinar la generación del presupuesto maestro
- Evaluar el desempeño de las distintas áreas
- Diseñar y mejorar las políticas, y objetivos principales de la organización
- Buscar alternativas para ampliar las líneas del negocio

#### Jefe de administración y finanzas

Entre las principales funciones a realizar por parte del Jefe de administración y finanzas se presentan las siguientes:

- Monitorear la asistencia del personal
- Programar planes de fidelización del cliente
- Gestionar las finanzas de la empresa
- Coordinar las condiciones de pago con los proveedores y el pago de los mismos
- Establecer programas de capacitación
- Gestionar las adquisiciones de materiales y servicios
- Gestionar las obligaciones tributarias
- Efectuar el registro contable
- Elaborar los estados financieros
- Coordinar y desarrollar el presupuesto maestro de la empresa

#### Jefe de producción

Entre las principales funciones a realizar por parte del Jefe de producción se muestran las siguientes:

- Gestionar el programa de producción
- Capacitar al personal en BPM

- Verificar el cumplimiento de procedimientos en la organización
- Validar la calidad del producto
- Programar las rutas para el despacho de los productos
- Coordinar el mantenimiento de las máquinas y equipos
- Definir las políticas de inventarios para los productos
- Gestionar el presupuesto de operaciones
- Homologación de proveedores
- Buscar nuevas alternativas para el abastecimiento de materiales

#### Ejecutivos de ventas

Entre las principales funciones a realizar por parte de los ejecutivos de ventas se mencionan las siguientes:

- Gestionar los pedidos de los clientes
- Prospectar la apertura de nuevos mercados
- Introducir el producto en mercados establecidos
- Programar y ejecutar estrategias de marketing
- Ejecutar presupuestos de ventas

#### Operarios

Entre las principales funciones a realizar por parte de los operarios se mencionan las siguientes:

- Cumplir con el programa de producción diario
- Mantener su puesto de trabajo en condiciones operativas óptimas
- Velar por mantener la calidad de los productos
- Cumplir con los procedimientos establecidos

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

Las empresas se organizan según organigramas de tipo funcional, que detallan las funciones asignadas a cada unidad, muestran cómo se relacionan entre sí y muestran jerarquías.

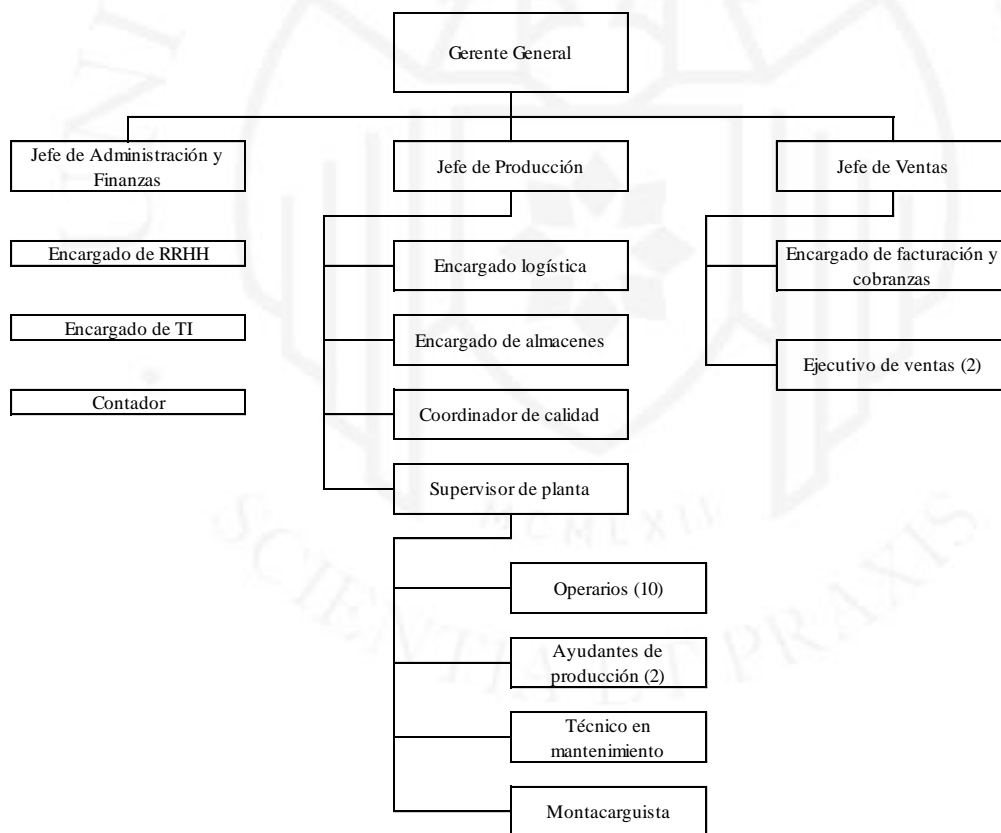
Una entidad puede organizarse de muchas formas y estilos diferentes, según estén establecidos sus objetivos, contexto y recursos con los que cuenta. La estructura de una entidad determina cómo opera en el mercado y lo que puede lograr, especificando para esta planta de reciclaje de llantas, la estructura es la siguiente:

Gerencia general

- ✓ Dpto. de Administración.
- ✓ Dpto. de Producción
- ✓ Dpto. de Ventas y Marketing

**Figura 6.2**

*Estructura organizacional de la empresa*

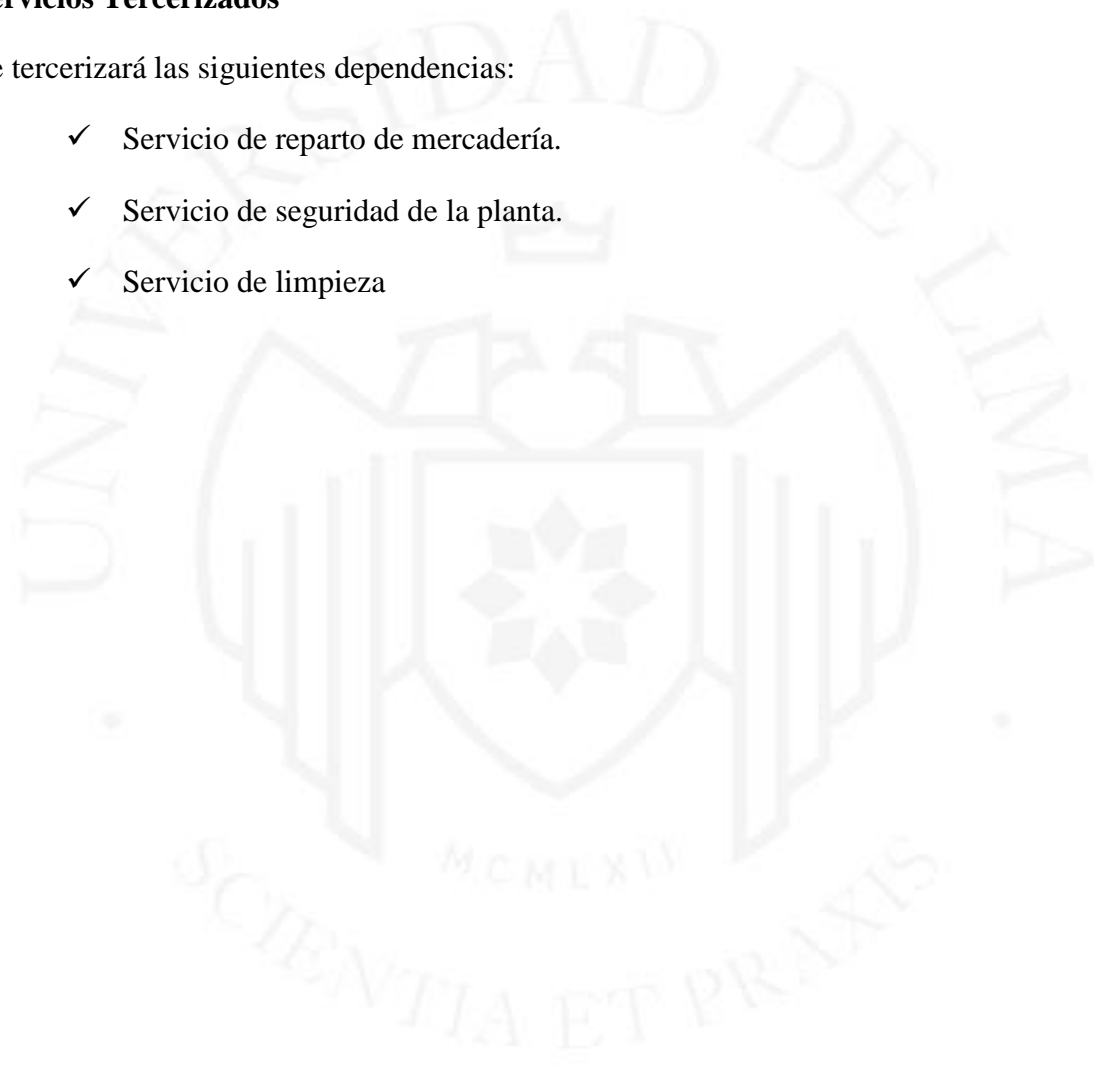


Mediante este organigrama se establece la estructura de la organización como funcional, en la cual se contratará capital humano e incluirá en la nómina, así como la promoción en base a competencias y habilidades. La jornada completa está dentro del sistema general. Por lo tanto, el trabajo El área está en gestión, administración, Definición en producción y ventas.

### **Servicios Tercerizados**

Se tercerizará las siguientes dependencias:

- ✓ Servicio de reparto de mercadería.
- ✓ Servicio de seguridad de la planta.
- ✓ Servicio de limpieza



# **CAPITULO VII: PRESUPUESTO Y EVALUACIÓN DEL PROYECTO**

## **7.1 Inversiones**

La inversión para un proyecto agrupa los costos y gastos que se presentan durante la implementación y ejecución del negocio planteado en un período de tiempo establecido. Se invierte para poder adquirir los recursos tecnológicos, recursos de producción para poner a operar la planta de reciclaje; los cuales a su vez permitirán la generación de un flujo sostenible de beneficios y retorno del capital invertido a través del tiempo.

Es así que una parte de la inversión se destina a la adquisición de bienes (activos tangibles), y otra la de servicios (activos intangibles); con el propósito de hacer crecer el patrimonio de la empresa.

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

Se presenta una estimación de la inversión en recursos necesarios para la implementación y operatividad del proyecto. Estos activos son indispensables para ponerlos a trabajar y poder generar finalmente un retorno esperado a los inversionistas.

La adquisición de estos activos fijos, ya sean los activos tangibles y los intangibles; se realiza antes del inicio de la ejecución del proyecto, es decir son considerados en el año 0 para la evaluación del proyecto.

Los activos fijos tangibles, como lo son las maquinarias, equipos, herramientas, mobiliarios, equipos de informática y la infraestructura de la planta se deprecian anualmente a lo largo de la vida útil del proyecto; mientras que los activos fijos intangibles se amortizan anualmente.

Seguidamente, las próximas tablas detallan la inversión en activos fijos tangibles e intangibles requeridos, expresado en soles.

**Tabla 7.1***Activos fijos tangibles (Detalle)*

<b>MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS</b>	<b>UNID</b>	<b>MARCA</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Máquina destalonadora	1	Yingchuan	7200	7200
Máquina cortadora	1	Ouli	18 000	18 000
Máquina trituradora	1	XD	72 000	72 000
Máquina granuladora	1	Shuguang	28 800	28 800
Separador magnético	1	Eenor	11 520	11 520
Separador de fibra	1	Yingchuan	20 700	20 700
Molino granulador	2	Honghesheng	32 400	64 800
Tamiz de tambor	1	Qingli	3600	3600
Montacargas	1	Caterpillar	37 800	37 800
Juego completo de herramientas	5	Fleischman	400	2000
Mesa Metálica de Trabajo	3	S/M	1500	4500
<b>TOTAL</b>				<b>270 920</b>
<b>EQUIPAMIENTO ALMACENES</b>	<b>UNID</b>	<b>MARCA</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Rack estante de ruedas	42	Martins	1773	74 477
Pallets madera 1 x 1.20	96	S/M	25	2400
<b>TOTAL</b>				<b>76 877</b>
<b>MOBILIARIO PARA OFICINA</b>	<b>UNID</b>	<b>MARCA</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Escritorio 1.00 x 0.60	12	MARLENY	250	3000
Silla	12	MARLENY	60	720
Modulares en Unipiel	4	MARLENY	120	480
Sillón	2	MARLENY	540	1080
<b>TOTAL</b>				<b>5280</b>
<b>EQUIPOS DE INFORMÁTICA</b>	<b>UNID</b>	<b>MARCA</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Laptop 15"	10	HP	2299	22 990
Proyector portátil más Ecran	1	Sony	2299	2299
Televisor Smart 55"	1	Samsung	2199	2199
Microondas	1	Oster	329	329
Fotocopiadora	1	HP	2199	2199
Impresora multifuncional	4	HP	799	3196
<b>TOTAL</b>				<b>33 212</b>

**Tabla 7.2***Activos fijos tangibles (Resumen)*

<b>CONCEPTO</b>	<b>MONTO TOTAL</b>
Maquinaria y herramientas	270 920
Equipamiento almacenes	76 877
Mobiliario para oficina	5280
Equipos de informática	33 212
<b>TOTAL ACTIVOS TANGIBLES</b>	<b>386 289</b>

Los activos intangibles se caracterizan por ser inmateriales, por ser derechos obtenidos y servicios que se necesitan para la evaluación e implementación del proyecto. No se considera que sufran, y además se amortizan anualmente durante el período de duración del proyecto.

Para el presente proyecto de inversión se decide alquilar un local industrial en el distrito de San Juan de Miraflores y hacer las remodelaciones necesarias para ponerlo en marcha. La tabla 7.3 presenta el detalle del costo de alquilar el local industrial.

**Tabla 7.3***Costo de alquiler mensual*

<b>Concepto</b>	<b>Valor</b>
Costo promedio alquiler x m2	16,9
Área total (m2)	750
Costo mensual alquiler S/.	12 712

*Nota.* De Urbana, 2020

Para deducir el costo para la remodelación del local, se considera como fuente el equipo de ingenieros (2018), donde se detalla que el costo de remodelación por m2 asciende a S/. 1,020. La tabla 7.4 muestra el costo de remodelación para el local industrial requerido de 750 m2.

**Tabla 7.4***Costo de remodelación del local industrial*

<b>Concepto</b>	<b>Valor</b>
Costo remodelación x m2	1020
Área total (m2)	750
Costo total remodelación S/.	765 000

*Nota. De equipo de ingenieros 2018.*

Con esta información previa, se detalla la inversión total de activos intangibles.

**Tabla 7.5***Activos fijos intangibles*

<b>ACTIVO INTANGIBLE</b>	<b>Valor de Venta</b>
Adelanto de alquiler del local	12 712
Costo total de remodelación	765 000
Página Web	5500
Investigación de mercado	6500
Otros gastos de investigación	500
Software	15 000
Capacitación	4000
Contingencias	3600
<b>REGISTROS PÚBLICOS:</b>	
Búsqueda mercantil	10
<b>TRÁMITES INDECOPI:</b>	
Búsqueda mercantil de la razón social	12
Búsqueda mercantil del logotipo	40
Inscripción de la patente	360
Costo de publicación Diario El Peruano	95
Costo del aviso en el Diario La República	340
<b>TRÁMITES NOTARIALES:</b>	
Derechos Notariales	1200
Constitución de la empresa	300
<b>TRÁMITES DE LA MUNICIPALIDAD:</b>	
Compatibilidad de uso	224
Licencia de funcionamiento	550
<b>TOTAL ACTIVOS INTANGIBLES</b>	<b>815 943</b>



### **7.1.2 Estimación de las inversiones de corto plazo (capital de trabajo)**

Al estimar el capital de trabajo se consideran los recursos requeridos para que el proyecto participe en la producción y operación comercial de bienes o servicios, y se considera el monto de capital requerido para iniciar el ciclo productivo del proyecto en sus operaciones. Mutuamente.

Esto quiere decir, que es el capital adicional que debe estar disponible cuando el proyecto comience a operar, que es para la financiación de la producción antes de que se generen ingresos.

De hecho, a partir del momento en que se adquieren los insumos o se pagan los salarios, mientras no se deriven ingresos por vender el producto final, se incurre en gastos cubiertos por el capital de trabajo. Luego, este capital de trabajo debe financiar todos los requisitos para que el proyecto produzca el producto o servicio final. Los cuales incluyen:

Costos de producción, que consisten en materias primas, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación. Además, también se deben considerar los gastos administrativos y de venta que requieren salidas de efectivo.

La inversión en capital de trabajo es diferente de la inversión fija y la inversión diferida. Esta última puede recuperarse mediante depreciación y amortización diferidas; por el contrario, debido a la naturaleza del capital de trabajo, el capital de trabajo no se puede recuperar por estos métodos; sin embargo, se puede recuperar. al final del proyecto Recuperación completa en el último año.

Para la determinación del capital de trabajo se utiliza el método del ciclo de caja, para lo cual lo primero que se debe determinar es cuantificar los gastos operativos anuales demandados para el primer año de operación.

Este presupuesto se detalla en la tabla 7.6 presentada seguidamente.

**Tabla 7.6***Gasto operativo anual*

<b>Gasto Operativo anual</b>	<b>Monto</b>
Materia prima	357 863
Mano obra directa	204 645
Materiales indirectos fabricación	72 941
Mano de obra indirecta	120 927
Costo energía eléctrica planta	200 136
Costo agua planta planta	4082
Consumo energía eléctrica administrativos	4822
Consumo agua administrativos	3601
Sueldo personal administrativo	385 001
Telefonía más Internet	875
Sueldo personal ventas	146 747
Publicidad	43 800
Distribución	60 000
<b>Total</b>	<b>1 605 439</b>

Lo siguiente a definir son los días de conversión del efectivo, el cual se establece con la siguiente formula:

$$\text{Ciclo de caja} = \text{PPI} + \text{PPC} - \text{PPP}$$

Donde:

PPI: Período prom. inventario

PPC: Período prom. cobro

PPP: Período prom. pago

La tabla 7.7 define el cálculo del ciclo de caja, expresado en días.

**Tabla 7.7***Ciclo de caja*

<b>Períodos</b>	<b>Días</b>
Período promedio inventario	10
Período promedio cobro	30
Período promedio pago	0
<b>Ciclo de caja</b>	<b>40</b>

Finalmente, utilizando la siguiente fórmula se establece cuánto será el capital de trabajo requerido para el inicio de las operaciones.

$$\text{Capital de trabajo} = \frac{\text{Gasto operativo anual}}{365} * \text{Ciclo de caja}$$

Remplazando los valores hallados en la ecuación para el capital de trabajo, se determina un capital de trabajo requerido de S/. 175,939; siendo este monto la cantidad de recursos monetarios a corto plazo que necesita el proyecto para la operatividad del negocio.

## 7.2 Costos de producción

### 7.2.1 Costos de las materias primas

El material directo principal a utilizar en la fabricación del grano de caucho reciclado son los neumáticos fuera de uso (NFU), los cuales representan básicamente la totalidad de los materiales directos de fabricación.

Como materiales indirectos de fabricación se detallan los sacos de polipropileno requeridos para empacar el producto final, y las etiquetas a colocar en los sacos conteniendo el GCR.

La tabla 7.8 muestra el costo de estos materiales expresado en soles/unidad de medida.

**Tabla 7.8**

*Costo de los materiales*

<b>Material</b>	<b>Costo</b>	<b>UM</b>
Caucho (Neumático)	0,17	Soles/kg
Etiqueta (Saco de 50Kg)	0,25	Soles/unid
Sacos de polipropileno (Envasar 50 kg)	2	Soles/unid

Con esta información, y en base al requerimiento de materias primas presentado en la tabla 5.28, se detalla el costo por año para el requerimiento de materiales directos de fabricación.

**Tabla 7.9***Costo de los materiales directos*

<b>Materia prima</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>
Caucho (NFU)	357 863	424 477	468 036	513 217	560 637

**7.2.2 Costo de la mano de obra directa**

Se considera como MOD la planilla de personal que participan directamente en la transformación del producto final, en este caso el GCR.

Lo que significa que se considera dentro de este costo a los 10 operarios y 2 ayudantes de producción, quienes son los que realizan sus operaciones diariamente y tienen contacto directo con los materiales para la fabricación del producto final.

Seguidamente, se detalla el personal requerido como MOD y su costo asociado.

**Tabla 7.10***Personal MO directa*

<b>Planilla</b>	<b>Cantidad empleados</b>	<b>Total mensual</b>	<b>Remuneración anual</b>	<b>AFP</b>	<b>Neto a recibir</b>	<b>Contribución del empleador</b>
Operarios	10	1000	120 000	15 600	104 400	10 800
Ayudantes de producción	2	930	22 320	2902	19 418	2009

**Tabla 7.11***Costo MO directa*

<b>Personal</b>	<b>Sueldo básico</b>	<b>Gratificación</b>	<b>CTS</b>	<b>Vacaciones</b>	<b>Essalud</b>	<b>Seguro vida</b>	<b>Sub total</b>
Operarios	120 000	20 000	11 666,6	10 000	10 800	50	172 517
Ayudantes de producción	22 320	3720	2170	1860	2009	50	32 129
						<b>Total:</b>	<b>204 645</b>

El costo anual correspondiente a la MOD es de S/. 204,645 para la elaboración del GCR.

### 7.2.3 Costo indirecto de fabricación (materiales indirectos, mano de obra indirecta y costos generales de la planta)

Los costos indirectos de fabricación, son aquellos costos que se deben cubrir para poder producir el producto terminado. Sin embargo, estos costos provienen de actividades que no están ligadas directamente en la cadena de producción, pero que son necesarios.

#### Materiales indirectos

En base a la tabla 7.8, costo anual de materiales; y de acuerdo al requerimiento de materiales establecido previamente en el capítulo 5, se detalla a continuación el importe requerido para asumir el costo de los materiales indirectos de fabricación. Se considera como materiales indirectos de fabricación los sacos de polipropileno y las etiquetas.

**Tabla 7.12**

*Costo de materiales indirectos de fabricación*

<b>Materiales indirectos</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>
Etiqueta (Saco de 50Kg)	8105	9613	10 600	11 623	12 697
Sacos de polipropileno (p/ 50 kg)	64 836	76 905	84 797	92 983	101 574
<b>Total</b>	<b>72 941</b>	<b>86 518</b>	<b>95 397</b>	<b>104 606</b>	<b>114 271</b>

#### Mano de obra indirecta

Se considera como MOI a la planilla de trabajadores dentro del área de producción que están relacionados con las operaciones para lograr la elaboración del producto, pero que no participan directamente en la transformación del producto final. Se considera como personal asignado dentro de este segmento de trabajadores al supervisor de planta, al montacarguista, al técnico de mantenimiento y al coordinador de calidad.

En la tabla 7.13 se presenta el detalle correspondiente, donde se determina un costo anual de mano de obra indirecta de S/. 120,927.

**Tabla 7.13***Personal MO indirecta*

<b>Personal</b>	<b>Sueldo básico</b>	<b>Gratificación</b>	<b>CTS</b>	<b>Vacaciones</b>	<b>Essalud</b>	<b>Seguro vida</b>	<b>Sub total</b>
Supervisor de planta	24 000	4000	2333	2000	2160	50	34 543
Montacarguist	12 000	2000	1167	1000	1080	50	17 297
Técnico en mantenimiento	24 000	4000	2333	2000	2160	50	34 543
Coordinador de calidad	24 000	4000	2333	2000	2160	50	34 543
						<b>Total:</b>	<b>120 927</b>

**Costos generales de planta**

Se considera para el proyecto en estudio como costos generales de planta: la depreciación fabril, los costos por la utilización de energía eléctrica, el consumo de agua potable, y el costo del recojo de la MP.

En la siguiente tabla se aprecia el detalle de la depreciación fabril.

**Tabla 7.14***Depreciación fabril*

<b>Descripción Activo</b>	<b>Importe (S/.)</b>	<b>Deprec. anual %</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>Deprec. total</b>	<b>Valor libros</b>
Máq. destalonadora	7200	10%	720	720	720	720	720	3600	3600
Máq. cortadora	18 000	10%	1800	1800	1800	1800	1800	9000	9000
Máq. trituradora	72 000	10%	7200	7200	7200	7200	7200	36 000	36 000
Máq. granuladora	28 800	10%	2880	2880	2880	2880	2880	14 400	14 400
Separador magnético	11 520	10%	1152	1152	1152	1152	1152	5760	5760
Separador de fibra	20 700	10%	2070	2070	2070	2070	2070	10 350	10 350
Molino granulador	64 800	10%	6480	6480	6480	6480	6480	32 400	32 400
Tamiz de tambor	3600	10%	360	360	360	360	360	1800	1800
Montacargas	37 800	10%	3780	3780	3780	3780	3780	18 900	18 900
Juego completo de herramientas	2000	10%	200	200	200	200	200	1000	1000
Mesa Metálica de Trabajo	4500	10%	450	450	450	450	450	2250	2250
<b>Total fabril</b>	<b>270 920</b>		<b>27 092</b>	<b>27 092</b>	<b>27 092</b>	<b>27 092</b>	<b>27 092</b>	<b>135 460</b>	<b>135 460</b>

Se establece un costo anual por concepto de depreciación fabril de S/. 27,092 para cada año del proyecto.

Con información previamente trabajada y mostrada en la tabla 5.29, donde se estableció un consumo por año por el uso de energía eléctrica de las maquinarias a usar en el proceso de producción de 700,358 KW-h/año, y considerando un costo de S/. 0.2857 por KW-h (Luz del Sur, 2021), se determina un costo por el consumo de energía eléctrica que asciende a S/. 200,136 anuales.

En referencia al consumo del agua potable utilizada en el proceso de lavado de los NFU al inicio del proceso de producción; y con información previamente detallada en el subcapítulo 5.11.2 se presenta el detalle del costo anual correspondiente por dicho concepto.

**Tabla 7.15**

*Costo de agua potable*

Concepto	Rango m <sup>3</sup>	S/ m <sup>3</sup> unitario	Año				
			2021	2022	2023	2024	2025
m <sup>3</sup> /año			439	520	574	629	687
Agua potable S/.	0--más	6,204	2721	3227	3558	3902	4262
Alcantarillado S/.	0--más	2,956	1296	1538	1695	1859	2031
Cargo fijo S/.	0--más	5,36	64	64	64	64	64
<b>Total</b>			<b>4082</b>	<b>4829</b>	<b>5318</b>	<b>5825</b>	<b>6358</b>

*Nota.* De Sedapal, 2021

Para el abastecimiento y recojo de los neumáticos fuera de uso se considera un flete de S/. 40 por tonelada (Inversiones y transportes Carvi SAC, 2021).

Con toda esta información previamente explicada, seguidamente, en la tabla 7.16 se detalla el costo total anual por concepto de costos indirectos de fabricación para todos los años de duración del proyecto.

**Tabla 7.16***Costos indirectos de fabricación*

	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>
Materiales indirectos fabricación	72 941	86 518	95 397	104 606	114 271
Mano de obra indirecta	120 927	120 927	120 927	120 927	120 927
Costo energía eléctrica planta	200 136	200 136	200 136	200 136	200 136
Costo agua planta	4082	4829	5318	5825	6358
Costo recojo NFU	84 203	99 877	110 126	120 757	131 914
Depreciación fabril	27 092	27 092	27 092	27 092	27 092
<b>Total de CIF</b>	<b>509 380</b>	<b>539 380</b>	<b>558 996</b>	<b>579 343</b>	<b>600 698</b>

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

Basándose en el plan de ventas proyectado y a los precios de venta del grano de caucho reciclado previamente establecidos en el capítulo 2, se detalla el presupuesto de ingreso por ventas en la tabla 7.17, mostrada a continuación.

**Tabla 7.17***Ingreso por ventas*

	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>
Demanda <sup>TM</sup>	1515	1853	2051	2249	2457
Precio de venta	1500	1554	1609	1666	1726
Ingreso por ventas	2 272 302	2 879 480	3 299 327	3 748 107	4 241 181

**7.3.2 Presupuesto operativo de costos**

Este presupuesto se refiere a los costos incurridos en el proceso de fabricación para obtener el producto terminado, en este caso el GCR.

Es decir, se presentará el costo de producción total anual, y considerando la cantidad de GCR a elaborar anualmente, se determina el costo unitario de producción.



Para hallar el costo de producción anual de PT, se considera no disponer ni al inicio, ni al final de cada período; de inventarios de productos en proceso.

La tabla 7.18 muestra el desglose de los conceptos que constituyen el costo de producción del producto final, GCR.

**Tabla 7.18**

*Presupuesto de costo de producción*

	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>
Inventar. inicial productos proceso	-	-	-	-	-
Presupuesto de consumo de MP	357 863	424 477	468 036	513 217	560 637
Presupuesto de MOD	204 645	204 645	204 645	204 645	204 645
Presupuesto de CIF	509 380	539 380	558 996	579 343	600 698
Costo de producción anual	1 071 889	1 168 503	1 231 678	1 297 206	1 365 980
Inventario final productos proceso	-	-	-	-	-
<b>Costo de producción de PT</b>	<b>1 071 889</b>	<b>1 168 503</b>	<b>1 231 678</b>	<b>1 297 206</b>	<b>1 365 980</b>
Costo de producción de PT	1 071 889	1 168 503	1 231 678	1 297 206	1 365 980
Kg producidos de PT	1 620 909	1 922 633	2 119 928	2 324 572	2 539 354
Costo unitario de producción	0,66	0,61	0,58	0,56	0,54

Con este costo unitario de producción definido, ya se puede establecer el presupuesto de costo de ventas; información que será utilizada posteriormente para la elaboración del estado de resultados.

**Presupuesto del costo de ventas**

Una vez hallado el costo unitario de producción, se procede a establecer el costo de ventas para cada año que dure el proyecto.

Para ello previamente en el capítulo 5, de acuerdo al plan de producción realizado se establecieron las cantidades a producir anualmente, así como los inventarios iniciales y finales requeridos para cada período.

La tabla 7.19 muestra la cantidad a producir, los inventarios inicial y final de cada año, expresado en kg de producto terminado.

**Tabla 7.19***Requerimientos de producción, inventario inicial y final*

	2021	2022	2023	2024	2025
Plan de producción	1 620	1 922	2 119	2 324	2 539
	909	633	928	572	354
Inventario Inicial	-	60 595	74 139	82 021	89 966
Inventario Final	60 595	74 139	82 021	89 966	98 292

A continuación, se procede a valorizar el plan de producción, los inventarios iniciales y finales con el costo unitario de producción, para poder definir el costo de ventas. El costo de ventas anual será el resultado de la siguiente ecuación:

$$\text{Costo ventas} = \text{Producción} + \text{Inventario inicial} - \text{Inventario final}$$

**Tabla 7.20***Presupuesto del costo de ventas*

	2021	2022	2023	2024	2025
Producción	1 071 889	1 168 503	1 231 678	1 297 206	1 365 980
(+) Inventario Inicial	-	40 071	45 059	47 654	50 205
(-) Inventario Final	40 071	45 059	47 654	50 205	52 874
<b>Costo de ventas</b>	<b>1 031 818</b>	<b>1 163 514</b>	<b>1 229 082</b>	<b>1 294 655</b>	<b>1 363 311</b>

### 7.3.3 Presupuesto operativo de gastos

Para la presentación de este presupuesto, se considera tanto los gastos de administración como los gastos de ventas.

#### Gastos administrativos

Previamente, antes de presentar el cuadro conteniendo el resumen de los gastos administrativos, se detalla la elaboración de algunos gastos pendientes de establecer.

La tabla 7.21 presentada en la siguiente página, detalla el gasto considerado para el personal administrativo.

**Tabla 7.21***Gasto personal administrativo*

<b>Personal</b>	<b>Sueldo básico</b>	<b>Gratificación</b>	<b>CTS</b>	<b>Vacaciones</b>	<b>Essalud</b>	<b>Seguro vida</b>	<b>Sub total</b>
Gerente general	48 000	8000	4666,6	4000	4320	50	69 037
Jefe de admin. y finanzas	36 000	6000	3500	3000	3240	50	51 790
Jefe de producción	36 000	6000	3500	3000	3240	50	51 790
Encargado de logística	30 000	5000	2917	2500	2700	50	43 167
Encargado de RRHH	30 000	5000	2917	2500	2700	50	43 167
Encargado de TI	30 000	5000	2917	2500	2700	50	43 167
Contador	30 000	5000	2917	2500	2700	50	43 167
Encargado de almacenes	27 600	4600	2683	2300	2484	50	39 717
<b>Total:</b>							<b>385 001</b>

De igual forma la tabla 7.22 y la 7.23 muestran la depreciación no fabril y la amortización de intangibles anuales.

**Tabla 7.22***Depreciación no fabril*

<b>Descripción Activo</b>	<b>Importe (S/.)</b>	<b>Deprec. anual %</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>Depreciac. total</b>	<b>Valor libros</b>
Rack estante de ruedas	74 477	10%	7447,7	7447,7	7447,7	7447,7	7447,7	37 238,6	37,239
Pallets 1 x 1.20	2400	10%	240	240	240	240	240	1200	1200
Escritorio 1 x 0.6	3000	10%	300	300	300	300	300	1500	1500
Silla	720	10%	72	72	72	72	72	360	360
Modulares en Unipiel	480	10%	48	48	48	48	48	240	240
Sillón	1080	10%	108	108	108	108	108	540	540
Laptop 15"	22 990	25%	5748	5748	5748	5748		22 990	-
Proyector portatil mas Ecran	2299	10%	230	230	230	230	230	1149,5	1150
Televisor Smart 55"	2199	10%	220	220	220	220	220	1099,5	1100
Microondas	329	10%	33	33	33	33	33	164,5	165
Fotocopiadora	2199	10%	220	220	220	220	220	1099,5	1100
Impresora multif.	3196	25%	799	799	799	799		3196	-
<b>Total no fabril</b>	<b>115 369</b>		<b>15 465</b>	<b>15 465</b>	<b>15 465</b>	<b>15 465</b>	<b>8918</b>	<b>70 778</b>	<b>44 592</b>

Tabla 7.23

*Amortización de intangibles*

Descripción Activo	Importe (S/.)	Amort. anual %	2021	2022	2023	2024	2025	Amortiz. total	Valor libros
Adel. alquiler de local	12 712	20%	2542	2542	2542	2542	2542	12,712	-
Costo tot. remodelación	765 000	20%	153 000	153 000	153 000	153 000	153 000	765,000	-
Página Web	5500	20%	1100	1100	1100	1100	1100	5500	-
Invest mercad	6500	20%	1300	1300	1300	1300	1300	6500	-
Otros gastos en investigación	500	20%	100	100	100	100	100	500	-
Software	15 000	20%	3000	3000	3000	3000	3000	15,000	-
Capacitación	4000	20%	800	800	800	800	800	4000	-
Contingencias	3600		-					-	-
Registros públicos	10	20%	2	2	2	2	2	10	-
Trámites Indecopi	847	20%	169	169	169	169	169	847	-
Trámites notariales	1500	20%	300	300	300	300	300	1500	-
Trámites en la municipalidad	774	20%	155	155	155	155	155	774	-
<b>Total Intangibles</b>	<b>815 943</b>		<b>162 469</b>	<b>162 469</b>	<b>162 469</b>	<b>162 469</b>	<b>162 469</b>	<b>812 343</b>	<b>-</b>

Con la información detallada líneas arriba, se presenta el resumen anual de los gastos administrativos considerados para el proyecto, mediante la tabla 7.24.

Tabla 7.24

*Presupuesto de gastos administrativos*

	2021	2022	2023	2024	2025
Alquiler local	152 542	152 542	152 542	152 542	152 542
Energía eléctrica	4822	4822	4822	4822	4822
Agua	3601	3601	3601	3601	3601
Personal administrativo	385 001	385 001	385 001	385 001	385 001
Telefonía más Internet	875	875	875	875	875
Depreciación no fabril	15 465	15 465	15 465	15 465	15 465
Amortización intangibles	162 469	162 469	162 469	162 469	162 469
Servicio de vigilancia	36 000	36 000	36 000	36 000	36 000
Servicio de limpieza	24 000	24 000	24 000	24 000	24 000
Otros gastos administrativos	12 000	13 200	14 520	15 972	17 569
<b>Total gastos administración</b>	<b>796 774</b>	<b>797 974</b>	<b>799 294</b>	<b>800 746</b>	<b>802 343</b>

## Gastos de ventas

Previamente, antes de presentar el cuadro conteniendo el resumen de los gastos de ventas, se detalla la elaboración de planilla correspondiente al personal de ventas.

**Tabla 7.25**

### *Gasto personal de ventas*

<b>Personal</b>	<b>Sueldo básico</b>	<b>Gratificación</b>	<b>CTS</b>	<b>Vacaciones</b>	<b>Essalud</b>	<b>Seguro vida</b>	<b>Sub total</b>
Jefe de ventas	36 000	6000	3500	3000	3240	50	51 790
Ejecutivo de ventas	36 000	6000	3500	3000	3240	50	51 790
Encargado de facturación y cobranzas	30 000	5000	2916,6	2500	2700	50	43 167
						<b>Total:</b>	<b>146 747</b>

**Tabla 7.26**

### *Presupuesto de gastos de ventas*

	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>
Personal ventas	146 747	146 747	146 747	146 747	146 747
Distribución PT	60 595	74 139	82 021	89 966	98 292
Publicidad	43 800	48 180	52 998	58 298	64 128
Otros gastos de ventas	10 000	10 800	11 664	12 597	13 605
<b>Total gastos de ventas</b>	<b>261 141</b>	<b>279 866</b>	<b>293 430</b>	<b>307 608</b>	<b>322 771</b>

## 7.4 Presupuestos financieros

### 7.4.1 Presupuesto de servicio de deuda

Siendo la inversión total inicial requerida considerando los activos tangibles, intangibles y capital de trabajo por un monto de S/. 1,378,171 se define la estructura financiera para determinar el monto a financiar.

Seguidamente, se plasma la estructura de la inversión, compuesta por la inversión en activos (tangibles e intangibles) y el capital de trabajo.

**Tabla 7.27***Estructura de la inversión*

	<b>TOTAL S/.</b>
INVERSION TOTAL (TANGIBLE+INTANGIBLE)	1 202 232,2
CAPITAL DE TRABAJO	175 938,5
<b>TOTAL</b>	<b>100% 1 378 171</b>

La tabla 7.28 detalla la estructura de las fuentes de financiamiento para la inversión requerida.

**Tabla 7.28***Distribución de las fuentes de capital*

		<b>TOTAL S/.</b>
RECURSOS PROPIOS	60%	826 902
RECURSOS DE TERCEROS - BANCO	40%	551 268
<b>TOTAL</b>		<b>1 378 171</b>

Se establece que el proyecto será financiado en un 40% por los acreedores, en este caso una entidad bancaria. El otro 60% será financiado por el accionista.

Con información obtenida de la Superintendencia de banca, seguros, y AFP (2021), se ha determinado obtener una tasa de interés del 8.39% para un préstamo con el BCP por el monto de S/. 551,268; TEA para microempresas.

El préstamo será por un período de 5 años, realizando el pago de la amortización y de los intereses mediante cuotas constantes (método francés).

La tabla 7.29 presentada a continuación, plasma el presupuesto de servicio de la deuda por el período de 5 años.

**Tabla 7.29***Presupuesto de servicio de deuda*

<b>Concepto</b>	<b>Valor</b>					
Monto del préstamo	551 268					
TEA	8,39%					
Nro años	5					
Cuota	139 491					

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Deuda	551 268	551 268	458 029	356 967	247 425	128 693
Intereses		46 251	38 429	29 950	20 759	10 797
Amortización		93 239	101 062	109 541	118 732	128 693
Cuota		139 491	139 491	139 491	139 491	139 491
Saldo	551 268	458 029	356 967	247 425	128 693	0

**7.4.2 Presupuesto de estado de resultados**

Con base en los resultados del ejercicio por períodos, y utilizando los presupuestos detallados en los incisos anteriores, se presentará el presupuesto proyectado del estado de resultados.

Esta herramienta le permite ver si un proyecto generará una ganancia o pérdida contable; el cálculo se basa en los ingresos y costos proyectados durante la vida del proyecto. Un estado de pérdidas y ganancias, también conocido anteriormente como estado de pérdidas y ganancias, muestra los ingresos de una empresa por la venta de productos producidos y los ingresos pagados por el uso de factores de producción y servicios. Comienza con un informe de los ingresos y gastos generados por el proyecto durante la fase operativa.

Como empresa industrial, el costo de ventas está representado por todos los costos y gastos requeridos para el procesamiento final de los pellets de caucho reciclado, los cuales han sido especificados en los costos de producción.

Utilice una tasa impositiva del 29,5%. Seguidamente, el presupuesto del estado de resultados se ve reflejado en la tabla 7.30.

**Tabla 7.30***Presupuesto de estado de resultados*

	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>
Ventas	2 272 302	2 879 480	3 299 327	3 748 107	4 241 181
Costo de ventas	1 031 818	1 163 514	1 229 082	1 294 655	1 363 311
<b>Utilidad bruta</b>	<b>1 240 484</b>	<b>1 715 966</b>	<b>2 070 244</b>	<b>2 453 452</b>	<b>2 877 870</b>
Gastos de administración	796 774	797 974	799 294	800 746	802 343
Gastos de ventas	261 141	279 866	293 430	307 608	322 771
<b>Utilidad operativa</b>	<b>182 568</b>	<b>638 126</b>	<b>977 520</b>	<b>1 345 098</b>	<b>1 752 755</b>
Gastos financieros	46 251	38 429	29 950	20 759	10 797
<b>Utilidad antes de impuesto a la renta</b>	<b>136 317</b>	<b>599 697</b>	<b>947 571</b>	<b>1 324 339</b>	<b>1 741 957</b>
Impuesto a la renta	40 213	176 911	279 533	390 680	513 877
<b>Utilidad neta</b>	<b>96 103</b>	<b>422 786</b>	<b>668 037</b>	<b>933 659</b>	<b>1 228 080</b>

**7.4.3 Presupuesto de estado de situación financiera**

Se presenta inicialmente el estado de situación financiera de apertura del proyecto, tabla 7.31.

**Tabla 7.31***Presupuesto de estado de situación financiera (Apertura)*

<b>Activo</b>		<b>Pasivo</b>	
<b>Activo corriente</b>		<b>Pasivo corriente</b>	
Caja y bancos	175 939	Deuda a corto plazo	93 239
Cuentas x cobrar	-	<b>Total pasivo corriente</b>	<b>93 239</b>
Inventario	-		
<b>Total activo corriente</b>	<b>175 939</b>	<b>Pasivo no corriente</b>	
		Deuda a largo plazo	458 029
<b>Activo no corriente</b>		<b>Total pasivo no corriente</b>	<b>458 029</b>
Maquinarias y herramientas	270 920		
Equipamiento almacenes	76 877	<b>Total Pasivo</b>	<b>551 268</b>
Mobiliario	5280		
Equipos de informática	33 212	<b>Patrimonio</b>	
(-) Depreciación acumulada	-	Capital social	826 902
Intangibles	815 943	Utilidades acumuladas	-
(-) Amortización acumulada	-		
<b>Total activo no corriente</b>	<b>1 202 232</b>	<b>Total patrimonio</b>	<b>826 902</b>
<b>Total Activos</b>	<b>1 378 171</b>	<b>Total Pasivo y Patrimonio</b>	<b>1 378 171</b>



La tabla 7.31 muestra la estructura del estado de situación financiera al inicio del proyecto, es decir en el año de apertura.

Para poder continuar con la elaboración de los estados de situación financiera de los siguientes años, previamente se tiene que detallar cuál será el valor de la cuenta caja y bancos; y para ello se presenta el flujo de caja del proyecto para los 5 años de operaciones, detallados en la tabla 7.32.

**Tabla 7.32**

*Flujo de caja*

	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>
<b>INGRESOS</b>					
Ingreso Ventas (mismo año)	2 082 943	2 639 524	3 024 383	3 435 765	3 887 749
Ingreso Ventas (del año anterior)		189 358	239 957	274 944	312 342
<b>TOTAL INGRESOS</b>	<b>2 082 943</b>	<b>2 828 882</b>	<b>3 264 339</b>	<b>3 710 709</b>	<b>4 200 091</b>
<b>EGRESOS DE OPERACIÓN</b>					
Materia prima	357 863	424 477	468 036	513 217	560 637
Mano de obra directa	204 645	204 645	204 645	204 645	204 645
Costos indirectos fabricación	509 380	539 380	558 996	579 343	600 698
Gastos de administración	796 774	797 974	799 294	800 746	802 343
Gastos de ventas	261 141	279 866	293 430	307 608	322 771
Gastos financieros	46 251	38 429	29 950	20 759	10 797
Impuesto a la renta	40 213	176 911	279 533	390 680	513 877
(+) Depreciación	42 557	42 557	42 557	42 557	36 010
(+) Amortización	162 469	162 469	162 469	162 469	162 469
<b>Total Egresos de operación</b>	<b>2 011 244</b>	<b>2 256 657</b>	<b>2 428 859</b>	<b>2 611 973</b>	<b>2 817 291</b>
<b>Egresos por Financiamiento</b>					
Amortización del préstamo	93 239	101 062	109 541	118 732	128 693
<b>Total Egresos financiamiento</b>	<b>93 239</b>	<b>101 062</b>	<b>109 541</b>	<b>118 732</b>	<b>128 693</b>
<b>TOTAL EGRESOS</b>	<b>2 104 483</b>	<b>2 357 719</b>	<b>2 538 400</b>	<b>2 730 705</b>	<b>2 945 984</b>
Saldo Neto	-21 540	471 163	725 939	980 004	1 254 107
Saldo Inicial	175 939	154 399	625 562	1 351 501	2 331 504
<b>SALDO DE CAJA</b>	<b>154 399</b>	<b>625 562</b>	<b>1 351 501</b>	<b>2 331 504</b>	<b>3 585 611</b>

El saldo de caja de cada uno de los años hallados en el flujo de caja, será el valor de la cuenta caja y bancos en los siguientes estados de situación financiera mostrados.

Seguidamente, la tabla 7.33 detalla el estado de situación financiera el término del 1er año de operaciones del proyecto.

**Tabla 7.33**

*Presupuesto de ESF (Al 31 de diciembre del 2021)*

<b>Activo</b>		<b>Pasivo</b>	
<b>Activo corriente</b>		<b>Pasivo corriente</b>	
Caja y bancos	154 399	Deuda a corto plazo	101 062
Cuentas x cobrar	189 358	<b>Total pasivo corriente</b>	<b>101 062</b>
Inventario	40 071		
<b>Total activo corriente</b>	<b>383 828</b>	<b>Pasivo no corriente</b>	
		Deuda a largo plazo	356 967
<b>Activo no corriente</b>		<b>Total pasivo no corriente</b>	<b>356 967</b>
Maquinarias y herramientas	270 920		
Equipamiento almacenes	76 877	<b>Total Pasivo</b>	<b>458 029</b>
Mobiliario	5280		
Equipos de informática	33 212	<b>Patrimonio</b>	
(-) Depreciación acumulada	42 557	Capital social	826 902
Intangibles	815 943	Utilidades acumuladas	96 103
(-) Amortización acumulada	162 469		
<b>Total activo no corriente</b>	<b>997 207</b>	<b>Total patrimonio</b>	<b>923 006</b>
<b>Total Activos</b>	<b>1 381 035</b>	<b>Total Pasivo y Patrimonio</b>	<b>1 381 035</b>

Se aprecia que, a partir del término del primer año de operaciones, la empresa empieza a generar utilidades, las cuales serán direccionadas a la cuenta utilidades acumuladas.

Para este primer año de operaciones la utilidad acumulada será igual a la utilidad neta de dicho período; para los siguientes años esta cuenta vendrá a ser la sumatoria de las utilidades netas desde el primer año hasta el año analizado. Las depreciaciones acumuladas y amortizaciones acumuladas empiezan a reflejarse también a partir de este primer año.

Seguidamente, se manifiesta la tabla 7.34, la cual representa el estado de situación financiera al término del proyecto, quiere decir al finalizar el quinto año de operaciones de la empresa.

**Tabla 7.34***Presupuesto de ESF (Al 31 de diciembre del 2025)*

<b>Activo</b>		<b>Pasivo</b>	
<b>Activo corriente</b>		<b>Pasivo corriente</b>	
Caja y bancos	3 585 611	Deuda a corto plazo	-
Cuentas x cobrar	353 432	<b>Total pasivo corriente</b>	-
Inventario	52 874		
<b>Total activo corriente</b>	<b>3 991 917</b>	<b>Pasivo no corriente</b>	
		Deuda a largo plazo	0
<b>Activo no corriente</b>		<b>Total pasivo no corriente</b>	<b>0</b>
Maquinarias y herramientas	270 920		
Equipamiento almacenes	76 877	<b>Total Pasivo</b>	<b>0</b>
Mobiliario	5280		
Equipos de informática	33 212	<b>Patrimonio</b>	
(-) Depreciación acumulada	206 238	Capital social	826 902
Intangibles	815 943	Utilidades acumuladas	3 348 666
(-) Amortización acumulada	812 343		
<b>Total activo no corriente</b>	<b>183 652</b>	<b>Total patrimonio</b>	<b>4 175 569</b>
<b>Total Activos</b>	<b>4 175 569</b>	<b>Total Pasivo y Patrimonio</b>	<b>4 175 569</b>

#### 7.4.4 Flujo de fondos netos

Se procede a presentar el flujo de fondos económico y flujo de fondos financiero; los cuales partirán, de las utilidades que se obtuvieron en el estado de resultados.

#### Flujo de fondos económicos

Este flujo muestra cómo el proyecto obtuvo y utilizó sus recursos; En otras palabras, muestra cómo financió los recursos y a qué los transfirió.

Partiendo de la utilidad neta obtenida en el estado de resultados, es que se elabora el flujo de fondos económicos.

A continuación, la tabla 7.35 detalla el flujo de fondos económico para el horizonte de 5 años de la inversión.

**Tabla 7.35***Flujo de fondos económicos*

	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Utilidad neta		96 103	422 786	668 037	933 659	1 228 080
Depreciación fabril		27 092	27 092	27 092	27 092	27 092
Depreciación no fabril		15 465	15 465	15 465	15 465	8918
Amortización de intangibles		162 469	162 469	162 469	162 469	162 469
Gastos financieros x (1 - IR)		32 607	27 092	21 114	14 635	7612
Recuperación del KW						175 939
Valor en libros						180 052
Inversión total	-1 378 171					
<b>Flujo de fondos económico</b>	<b>-1 378 171</b>	<b>333 736</b>	<b>654 904</b>	<b>894 177</b>	<b>1 153 320</b>	<b>1 790 161</b>

**Flujo de fondos financieros**

Este flujo de fondos financiero sirve para medir la rentabilidad del accionista, a diferencia del flujo de fondos económico, que sirve para medir la rentabilidad del proyecto en sí.

Este flujo de fondos financiero parte también de la utilidad neta obtenida en el estado de resultados; incluirá además descontar la amortización del préstamo adquirido. La tabla 7.36 presenta el detalle del flujo de fondos financieros.

**Tabla 7.36***Flujo de fondos financieros*

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Utilidad neta		96 103	422 786	668 037	933 659	1 228 080
Depreciación fabril		27 092	27 092	27 092	27 092	27 092
Depreciación no fabril		15 465	15 465	15 465	15 465	8918
Amortización de intangibles		162 469	162 469	162 469	162 469	162 469
Amortización del préstamo		-932 39	-101 062	-109 541	-118 732	-128 693
Recuperación del KW						175 939
Valor en libros						180 052
Inversión total	-1 378 171					
Préstamo	551 268					
<b>Flujo de fondos financiero</b>	<b>-826 902</b>	<b>207 889</b>	<b>526 750</b>	<b>763 521</b>	<b>1 019 953</b>	<b>1 653 856</b>
Aporte del accionista	826 902					

## 7.5 Evaluación económica y financiera

Para poder efectuar tanto la evaluación económica como financiera del proyecto, se debe establecer previamente la tasa de descuento a aplicar; esta tasa a aplicar es el denominado costo de oportunidad del capital (COK).

Es así que, para determinar este costo de oportunidad del capital, se utiliza el modelo CAPM (Capital Asset Pricing Model); modelo de valoración de activos financiero, traducido al español.

Esta teoría postula que la rentabilidad de cualquier activo con riesgo, es directamente proporcional al riesgo sistemático de este activo.

La ecuación del CAPM es la siguiente:

$$E(R_i) = R_f + \text{Beta} \times (R_m - R_f) + R_p$$

Donde:

E(R<sub>i</sub>): Rendimiento esperado del activo

R<sub>f</sub>: Rendimiento del activo libre de riesgo

Beta: Medida del riesgo del activo i

R<sub>m</sub>: Es el rendimiento del mercado

R<sub>p</sub>: Es el riesgo país

La Beta mostrada en la ecuación hace referencia a la beta apalancada, de acuerdo a la proporción en que se está financiando el proyecto. Para ello previamente se halla una beta desapalancada, según el sector en que se encuentre la empresa.

La tabla 7.37 muestra en detalle el cálculo del COK

**Tabla 7.37***Cálculo del Costo de oportunidad del accionista*

<b>Concepto</b>	<b>Valor</b>
Rf	0,803%
Beta desapalancado	0,81
Rm	8,25%
Rp	1,32%
Deuda	551 268
Patrimonio	826 902
Total	1 378 171
% Deuda	40,0%
% Patrimonio	60,0%
Kd	5,91%
Beta proyecto apalancado	1,19
COK	11,0%

Una vez hallado el COK, se determina el WACC, denominado también Costo promedio ponderado de capital (CPPC), para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$WACC = (X_i) (K_i) (1 - j) + (X_a) (K_a)$$

Donde:

X<sub>i</sub>: Relación Deuda / (Deuda + Capital)

K<sub>i</sub>: Costo explícito de la deuda

j: Tasa marginal impositiva (29.5%)

X<sub>a</sub>: Relación Capital / (Deuda + Capital)

K<sub>a</sub>: Costo de oportunidad del accionista (COK)

Remplazando los valores hallados en la ecuación para el cálculo del WACC se obtiene el siguiente valor:

$$\text{WACC} = (40\%)*(8.39%)*(1-29.5\%)+(60%)*(11\%)$$

$$\text{WACC} = 8.96\%$$

### 7.5.1 Evaluación económica

Para evaluar económicamente el proyecto, se debe de descontar los flujos hallados en el flujo de fondos económico con el costo de oportunidad del accionista (COK) establecido previamente con un valor del 11% anual.

Esto, con el objetivo de llevarlos a valor presente, esto se aprecia en la tabla 7.38 presentada línea abajo:

**Tabla 7.38**

*Cálculo de indicadores económicos (VAN, TIR, B/C)*

	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Flujo de fondos económico	-1 378 171	333 736	654 904	894 177	1 153 320	1 790 161
Valor presente	-1 378 171	300 675	531 578	653 895	759 851	1 062 591
<b>VAN</b>	<b>1 930 420</b>					
<b>TIR</b>	<b>45%</b>					
<b>B/C</b>	<b>2,4</b>					

Continuando con la elaboración de los indicadores económicos, la tabla 7.39 muestra el cálculo del período de recupero del capital.

**Tabla 7.39***Cálculo de indicadores económicos (PR)*

	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Flujo de fondos económico	-1 378 171	333 736	654 904	894 177	1 153 320	1 790 161
Flujo fondos económico actualizado	-1 378 171	300 675	531 578	653 895	759 851	1 062 591
Flujo fondos económico acumulado	-1 378 171	-1 077 495	-545 917	107 978	867 829	1 930 420
Período de recuperación	<b>2 Año(s) y 11 mes(es)</b>					

La evaluación económica del proyecto muestra la obtención de indicadores positivos; siendo el VAN económico mayor que 0 (positivo), con un valor de S/. 1,930,420 y la TIR económica con un valor de retorno del 45%; siendo este un valor mayor que el costo de oportunidad del accionista.

Además, se aprecia una relación beneficio/costo de 2.40; lo que indica un retorno de 2.40 soles por cada sol invertido en el proyecto.

### 7.5.2 Evaluación financiera

De igual forma para la evaluación financiera se debe descontar los flujos hallados con el costo de oportunidad del accionista (COK); con el objetivo de llevarlos a valor presente, tal como se muestra en la tabla 7.40 presentada seguidamente:

**Tabla 7.40***Cálculo de indicadores financieros (VAN, TIR, B/C)*

	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Flujo de fondos financiero	-826 902	207 889	526 750	763 521	1 019 953	1 653 856
Valor presente	-826 902	187 295	427 557	558 349	671 984	981 683
VAN	<b>1 999 966</b>					
TIR	<b>61%</b>					
B/C	<b>3,42</b>					



Continuando con la elaboración de los indicadores financieros, la tabla 7.41 muestra el cálculo del período de recupero del capital para la evaluación financiera.

**Tabla 7.41**

*Cálculo de indicadores financieros (PR)*

	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Flujo de fondos financiero	-826 902	207 889	526 750	763 521	1 019 953	1 653 856
Flujo fondos financiero actualizado	-826 902	187 295	427 557	558 349	671 984	981 683
Flujo fondos financiero acumulado	-826 902	-639 607	-212 050	346 298	1 018 282	1 999 966
Período de recuperación	<b>2 Año(s) y 5 mes(es)</b>					

La evaluación financiera del accionista muestra la obtención de indicadores positivos; siendo el VAN financiero mayor que 0 (positivo), con un valor de S/. 1,999,966 y la TIR financiera mayor que el costo de oportunidad del accionista (COK), con valor de retorno del 61%.

Además, se aprecia una relación beneficio/costo de 3.42, esto indica un retorno de 3.42 soles por cada sol que invierte el accionista.

Finalmente, el período de recuperación del capital invertido es de 2 años con 5 meses para la evaluación financiera, mientras que para la evaluación económica del proyecto es de 2 años con 11 meses. Se aprecia en el análisis que los indicadores financieros del accionista siempre son mejores que los indicadores económicos del proyecto.

### **7.5.3 Análisis de ratios (liquidez, solvencia, rentabilidad)**

Para el análisis de los ratios, se considera la evolución de los resultados del proyecto durante la vida útil del mismo, es decir desde el primer año de operaciones del proyecto, hasta el quinto año.

Se muestra indicadores de liquidez, solvencia y rentabilidad; los cuales son detallados en la tabla 7.42.

**Tabla 7.42***Ratios financieros*

Ratios de Liquidez		2021	2022	2023	2024	2025	Interpretación
Liquidez corriente:	$\frac{\text{Activo corriente}}{\text{Pasivo corriente}}$	3,8	8,31	14,1	20,93	-	Existe una alta liquidez durante la vida útil del proyecto. La empresa puede hacer frente sin inconvenientes a las deudas que tiene en el corto plazo.
Liquidez acida:	$\frac{\text{Act. Corriente} - \text{Inv.}}{\text{Pasivo corriente}}$	3,4	7,9	13,7	20,54	-	Aun descontando las existencias del activo corriente, el proyecto asegura poder cubrir cada sol de deuda a corto plazo que se tenga.
Liquidez severa:	$\frac{\text{Efectivo}}{\text{Pasivo corriente}}$	1,53	5,71	11,38	18,12	-	A lo largo de la duración del proyecto, se dispone de efectivo líquido disponible cada período para poder cubrir con los pasivos a corto plazo.
Capital de trabajo:	AC - PC	282 766	801 036	1 555 367	2 565 358	3 991 917	Conocido también como fondo de maniobra. Se detalla cuánto es la inversión propia de corto plazo que se tiene anualmente.

(continúa)

(continuación)

Ratios de Solvencia (Endeudamiento)		2021	2022	2023	2024	2025	Interpretación
Solvencia del activo (pasivo)	<u>Pasivo total</u>	0,33	0,21	0,11	0,04	0	El negocio, que se financia en un inicio en un 40%, decrece paulatinamente a lo largo del proyecto hasta que la participación de los acreedores es mínima.
	Activo total						
Solvencia activo (patrimonio)	<u>Patrimonio</u>	0,67	0,79	0,89	0,96	1	Conforme transcurren los años del proyecto, la participación de los accionistas se incrementa, con lo cual se reduce el nivel de endeudamiento del proyecto.
	Activo total						
Solvencia del patrimonio	<u>Pasivo total</u>	0,5	0,27	0,12	0,04	0	Se muestra los compromisos del patrimonio con respecto a sus pasivos totales. En el inicio del proyecto, este indicador es de 0.67, conforme se reduzca el nivel de endeudamiento a través de los años, el indicador tenderá a ser 0.
	Patrimonio						
Cobertura a los gastos financieros	<u>Utilidad operativa</u>	3,95	16,61	32,64	64,8	-	Se aprecia que la palanca financiera para todos los años de operaciones del proyecto es mayor a 1, lo cual es positivo.
	Gastos financieros						

(continúa)

(continuación)

Ratios de Rentabilidad		2021	2022	2023	2024	2025	Interpretación
ROA	<u>Utilidad operativa</u> Activo total	13%	37%	43%	44%	42%	Este indicador muestra la gestión eficiente de los recursos. Se aprecia la rentabilidad que se optiene con el uso de los activos, independientemente del modo en que éstos hayan sido financiados.
ROE	<u>Utilidad neta</u> Patrimonio	10%	31%	33%	32%	29%	Este indicador muestra el retorno de la inversión. En promedio para todos los años de operaciones del proyecto se tiene un ROE del 27%, el cual satisface el costo de oportunidad del accionista.

#### **7.5.4 Análisis de sensibilidad del proyecto**

Para el análisis de sensibilidad del proyecto se tomará en cuenta la evaluación de escenarios; estos serán un escenario alto, escenario bajo, y el moderado.

Previamente, para poder definir cuáles son las variables que se van a evaluar y generarán un mayor impacto en los indicadores de rentabilidad del proyecto de inversión; se debe de realizar un análisis de sensibilidad estático, con el fin de poder identificarlas.

Se aclara que es un análisis de sensibilidad estático, ya que para cada variable al momento del análisis se modifica cada una de ellas por separado, manteniendo las demás variables evaluadas constantes (*Ceteris paribus*).

Para ello, se realiza un análisis de tornado, el cual considera como variables de entrada a tabular las siguientes:

1. Precio de venta del GCR por tonelada en el primer año del proyecto
2. Proporción de la mezcla asfalto-caucho
3. Variación porcentual del PBI en el sector construcción en el primer año del proyecto
4. Valor de la beta desapalancada
5. Porcentaje de aportes propios
6. Área total del local industrial

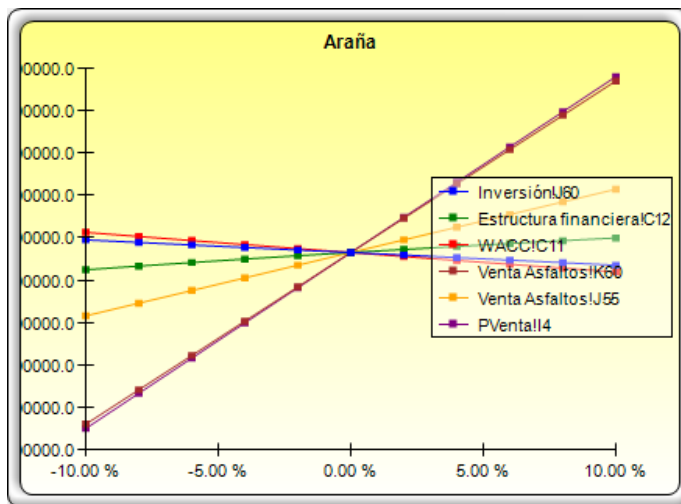
Mediante la herramienta complemento del Excel simulador de riesgo, se corre el modelo para identificar cuál de estas variables presentadas es la que presentará mayor significancia en las variaciones de los indicadores de rentabilidad.

Para este caso específico, la variable de salida, o mejor dicho la variable de interés evaluada es el VAN económico.

A continuación, se muestran la gráfica araña y la gráfica tornado en las figuras 7.1 y 7.2 respectivamente.

**Figura 7.1**

*Gráfico araña*



**Figura 7.2**

*Gráfico tornado*



Mediante el gráfico araña, se aprecia que las variables que tienen una mayor pendiente son en primer lugar el valor del precio de venta del GCR para el 1er año del proyecto (color morado); y en segundo lugar la variable proporción de la mezcla caucho-asfalto (color amarillo).

Ambas variables presentan una correlación positiva con la variable de interés, al tener pendientes positivas.

Mediante el gráfico tornado también se aprecia en un orden de importancia descendente el impacto que generan las variables analizadas; siendo el precio de venta del GCR y la proporción de la mezcla asfalto-caucho las que generan mayor variabilidad en variable de interés.

Una vez definida estas 2 variables de entrada, se definen los valores de los escenarios planteados de acuerdo al resultado del análisis tornado.

La tabla 7.43 presenta los valores para cada escenario de acuerdo a la premisa definida anteriormente.

**Tabla 7.43**

*Valores de las variables en los escenarios*

	<b>Escenario Alto</b>	<b>Escenario Bajo</b>	<b>Escenario Moderado</b>
Precio Venta del GCR	Incremento del 10%	Disminución del 10%	Se mantiene
Proporción caucho-asfalto	Incremento del 10%	Disminución del 10%	Se mantiene
Precio Venta del GCR	1650	1350	1500
Proporción caucho-asfalto	0,11	0,09	0,1

Seguidamente, se presente el estado de resultados obtenido como consecuencia del uso de estas variables y el impacto que se da en cada escenario.

La tabla 7.44 detalla el estado de resultados optimista, la cual se aprecia a continuación.

**Tabla 7.44***Estado de resultados (Escenario optimista)*

	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>
Ventas	2 749 485	3 484 171	3 992 185	4 535 210	5 131 829
Costo ventas	1 031 818	1 163 514	1 229 082	1 294 655	1 363 311
<b>Utilidad bruta</b>	<b>1 717 667</b>	<b>2 320 657</b>	<b>2 763 103</b>	<b>3 240 554</b>	<b>3 768 518</b>
Utilidad operativa	653 692	1 235 403	1 662 177	2 123 204	2 633 574
<b>Utilidad neta</b>	<b>428 246</b>	<b>843 867</b>	<b>1 150 720</b>	<b>1 482 224</b>	<b>1 849 057</b>

La tabla 7.45 detalla el estado de resultados pesimista, la cual se presenta a continuación.

**Tabla 7.45***Estado de resultados (Escenario pesimista)*

	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>
Ventas	1 840 565	2 332 379	2 672 455	3 035 967	3 435 356
Costo ventas	1 031 818	1 163 514	1 229 082	1 294 655	1 363 311
<b>Utilidad bruta</b>	<b>808 746</b>	<b>1 168 865</b>	<b>1 443 372</b>	<b>1 741 312</b>	<b>2 072 045</b>
Utilidad operativa	-243,110	98 438	358 850	641 954	956 760
<b>Utilidad neta</b>	<b>-204,000</b>	<b>42 307</b>	<b>231 875</b>	<b>437 943</b>	<b>666 903</b>

Se aprecia, que solo en el primer año del proyecto se obtiene un resultado negativo para dicho período.

Sin embargo, para los siguientes años de operación del proyecto se logran obtener resultados positivos

A continuación, se presenta como se mueven los flujos de fondos económico y financiero, dependiendo del escenario que se presente.

La tabla 7.46 detalla el flujo de fondos económico para cada uno de los escenarios analizados, la cual se presenta a continuación.



**Tabla 7.46***Flujo de fondos económico*

<b>ESCENARIO</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>
Optimista	-1 378 171	665 878	1 075 984	1 376 860	1 701 884	2 411 138
Moderado	-1 378 171	333 736	654 904	894 177	1 153 320	1 790 161
Pesimista	-1 378 171	33 633	274 424	458 015	657 603	1 228 985

La tabla 7.47 detalla el flujo de fondos financiero para cada uno de los escenarios analizados, la cual se presenta a continuación.

**Tabla 7.47***Flujo de fondos financiero*

<b>ESCENARIO</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>
Optimista	-826 902	540 032	947 830	1 246 204	1 568 517	2 274 833
Moderado	-826 902	207 889	526 750	763 521	1 019 953	1 653 856
Pesimista	-826 902	-92 214	146 270	327 359	524 236	1 092 679

Finalmente, se detalla un resumen de los indicadores financieros dependiendo del escenario elegido.

Para ello, la tabla 7.48 resume los 3 escenarios planteados, resaltando los indicadores obtenidos por cada uno.

**Tabla 7.48***Resumen de escenarios*

<b>VARIABLES</b>	<b>MODERADO</b>	<b>OPTIMISTA</b>	<b>PESIMISTA</b>
PRECIO VENTA <sup>TM</sup>	1500	1650	1350
PROPORCION ASFALTO-CAUCHO	0,1	0,11	0,09
<b>INDICADORES RESULTANTES</b>			
VAN E.	1 930 419	3 654 432	372 561
TIR E.	45%	72%	18%
B/C (E.)	2,4	3,65	1,27
PERIODO RECUP. E.	2 años y 11 meses	1 año y 11 meses	4 años y 6 meses
VAN F.	1 999 965	3 723 978	442 107
TIR F.	61%	101%	23%
B/C (F.)	3,42	5,5	1,53
PERIODO RECUP. F.	2 años y 5 meses	1 año y 6 meses	4 años y 4 meses

Se puede concluir que, considerando las variaciones del precio de venta del producto final, así como las variaciones en la proporción de la mezcla asfalto-caucho; se obtienen resultados e indicadores positivos para los 3 escenarios planteados.

Lo cual muestra lo factible y rentable que sería poner en marcha este proyecto de inversión.

## CAPITULO VIII: EVALUACIÓN SOCIAL DEL PROYECTO

### 8.1 Indicadores sociales

Con el fin de medir el impacto social del proyecto de inversión, se establecen 4 indicadores sociales a medir; los cuales son: Densidad de capital, productividad de la MO, intensidad de capital, y la relación producto – capital.

En primera instancia se hallará el valor agregado del proyecto, para poder establecer los indicadores sociales mencionados anteriormente.

El valor agregado del proyecto se sustenta en la sumatoria de los rubros de sueldos y salarios, gastos financieros, depreciación, y la utilidad antes de impuestos.

La tabla 8.1 muestra el cálculo del valor agregado del proyecto, considerando como tasa de descuento el WACC.

**Tabla 8.1**

*Valor agregado del proyecto*

Concepto	2021	2022	2023	2024	2025
Sueldos y salarios	857 319	857 319	857 319	857 319	857 319
Depreciación	205 025	205 025	205 025	205 025	198 479
Gastos financieros	46 251	38 429	29 950	20 759	10 797
Utilidad antes de impuestos	136 317	599 697	947 571	1 324 339	1 741 957
<b>Valor agregado</b>	<b>1 244 913</b>	<b>1 700 471</b>	<b>2 039 865</b>	<b>2 407 443</b>	<b>2 808 553</b>
Tasa de descuento social	8,96%				
<b>Valor agregado actual</b>	<b>7 687 710</b>				

Se realizará el cálculo de los 4 indicadores sociales mencionados líneas arriba.

### Densidad de capital

Es la relación de la inversión del capital, versus el empleo generado. La tabla 8.2 detalla el indicador hallado.

## Tabla 8.2

### *Densidad de capital*

INDICADOR		VALOR	
Densidad de capital:	<u>Inversión total</u>	<u>1 378 171</u>	S/ 49 220
	Nro. empleos	28	

## Productividad de la mano de obra

Este índice permite analizar cuál es la capacidad de la MO empleada para generar producción para el proyecto. La tabla 8.3 muestra el indicador hallado.

## Tabla 8.3

### *Productividad de MO*

INDICADOR		VALOR	
Productividad de MO:	<u>Valor prom. producción</u>	<u>1 227 051</u>	<b>43 823</b>
	Nro. empleos	28	

## Intensidad de capital

Este indicador muestra la relación entre la inversión total del proyecto versus el valor agregado del mismo. La tabla 8.4 muestra el indicador hallado.

## Tabla 8.4

### *Intensidad de capital*

INDICADOR		VALOR	
Intensidad de capital:	<u>Inversión total</u>	<u>1 378 171</u>	<b>18%</b>
	Valor agregado	7 687 710	

## Relación producto – capital

Es el llamado coeficiente de capital, dimensiona la relación entre el valor agregado generado por el proyecto, versus el monto de la inversión inicial. La tabla 8.5 muestra el indicador hallado.

**Tabla 8.5**

*Relación producto – capital*

<b>INDICADOR</b>		<b>VALOR</b>	
Producto - Capital:	<u>Valor agregado</u>	<u>7 687 710</u>	<b>5,58</b>
	Inversión total	1 378 171	

## **8.2 Interpretación de los indicadores sociales**

En base al cálculo de los indicadores sociales del proyecto, se procede a darle el significado a cada uno de ellos.

En primer lugar, los S/. 7,687,710 como valor agregado del proyecto representa el aporte generado por el proceso de producción para fabricar el producto final, utilizando las materias primas e insumos requeridos. Este valor ha sido actualizado a valor presente utilizando el WACC de 8.96% hallado con anterioridad.

El proyecto genera una densidad de capital de S/. 49,220; lo que significa que este es el monto promedio requerido estimando la inversión necesaria para la creación de un puesto de trabajo.

En cuanto a la productividad de la MO, esta se estima en S/. 43,823; lo que significa que la producción por puesto de trabajo anualmente se valoriza en dicha cantidad; es decir cada puesto de trabajo como un recurso, realiza una producción por el monto indicado.

La intensidad del capital es del orden del 18%. Esta es una razón netamente financiera que permite medir la capacidad que tiene el proyecto para la utilización eficaz de sus activos. Este indicador muestra el monto de inversión en activos fijos requerido durante un período de tiempo establecido.

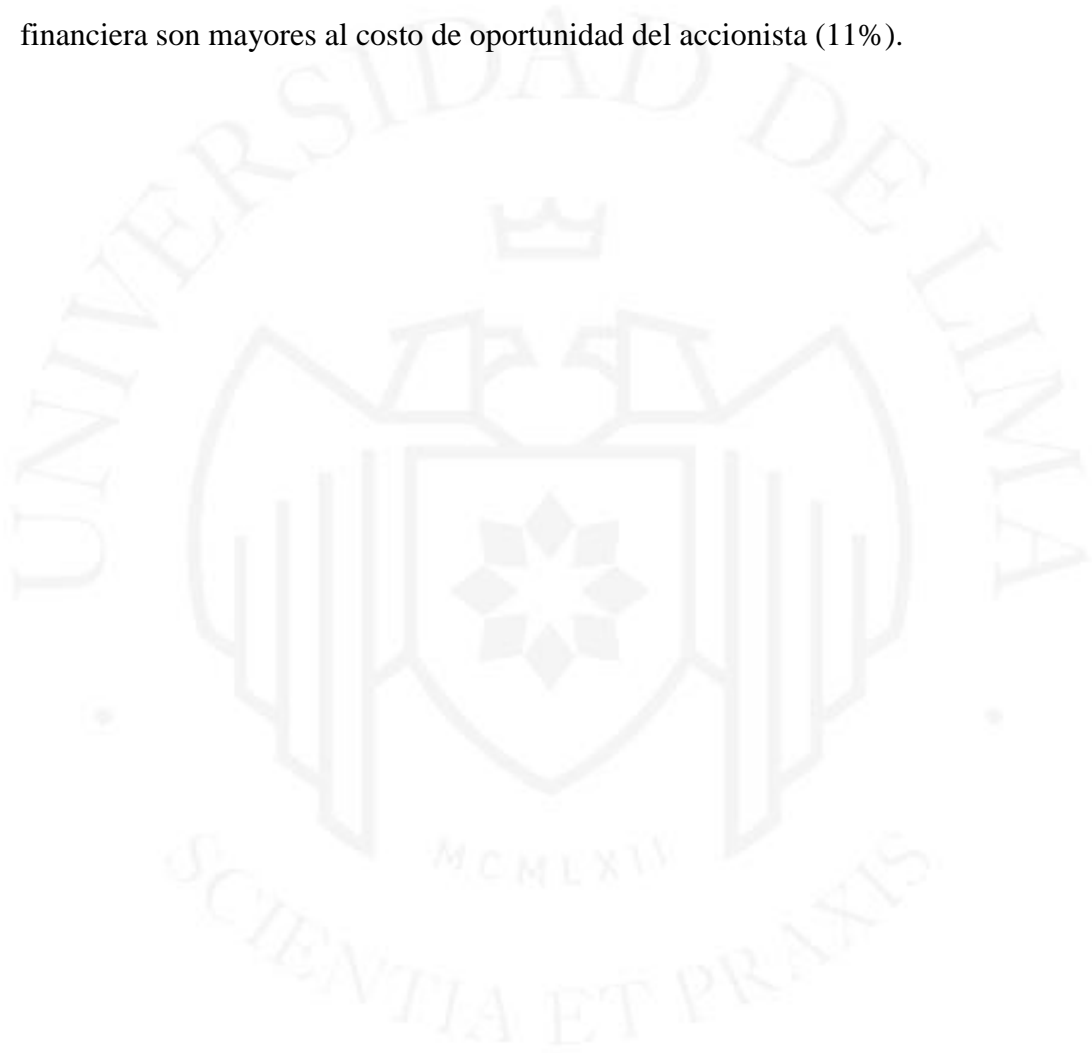
Finalmente, la relación producto-capital, se permite demostrar la viabilidad del proyecto. Para el horizonte de 5 años del proyecto se aprecia la sostenibilidad de 5.6 veces más del capital como respaldo financiero para la inversión.

## CONCLUSIONES

- Durante el análisis de la demanda del mercado de asfaltos, se encontró una oportunidad de negocio, debido a que el producto gránulo de caucho reciclado, es de aceptación dentro del mercado nacional y es visto como una alternativa para las nuevas tendencias de mejora continua de los materiales de construcción de infraestructura vial.
- Es primordial identificar proveedores alternativos de MP como son los neumáticos, para asegurar la continuidad del negocio y evitar quiebres en las operaciones; el abastecimiento se constituye en un factor crítico de éxito (FCE).
- Ingresar primero a Lima metropolitana es estratégico, es de suma importancia penetrar rápidamente a través de dos canales: el institucional y el corporativo, y tener la oportunidad de expandirse a otros mercados dentro del país.
- En el diagnóstico de la demanda se llegó a corroborar que hay un potencial mercado por explorar y se debe aprovechar por parte de los inversionistas, de este modo se podría ampliar a futuro el producir a 3 turnos.
- La inversión del proyecto asciende a S/. 1,378,171; de los cuales S/. 1,202,232 corresponden a la inversión en activos (fijos e intangibles), y el saldo corresponde al capital de trabajo. El proyecto a su vez es financiado en un 40% a través de una entidad bancaria, mientras que el otro 60% por medio de capital propio.
- La localización del proyecto será en el distrito de San Juan de Miraflores, donde se implementará las instalaciones; el lugar es estratégico ya que se necesita de una locación que permita optimizar costos hacia los lugares donde se dará la comercialización del producto.
- Para la planta se establece una capacidad de producción de 2,601 toneladas de producto terminado, trabajando 2 turnos diarios de 8 horas cada uno de lunes a sábado; se considera 52 semanas trabajadas al año.
- Con el aspecto organizacional del proyecto se generarán los puestos necesarios, lo cual ocasiona un impacto social positivo, de este modo se ve favorecida indirectamente la

cadena productiva del sector del reciclaje, ya que se crearán nuevos puestos de trabajo desde el inicio de las operaciones.

- Se concluye que el proyecto es rentable tanto el proyecto por sí mismo, así como desde el punto de vista del inversionista. Obteniéndose un VANE de S/. 1,930,420 con una TIRE del 45%. Mientras que desde el punto de vista del inversionista se obtiene un VANF de S/. 1,999,966 con una TIRF del 61%. Tanto la TIR económica como la TIR financiera son mayores al costo de oportunidad del accionista (11%).



## RECOMENDACIONES

- Para el tema del abastecimiento continuo de los neumáticos fuera de uso, se recomienda la compra directa al acopiador o reciclador para ahorrar un cierto porcentaje en el costo. Además, es necesaria la formación de alianzas estratégicas con los negocios que se dedican al servicio de reencauchadoras o cambios de llantas, empresas comercializadoras de llantas.
- Lograr alianzas estratégicas con entidades del estado como Ministerio del Ambiente, ONGS dedicadas al cuidado y preservación del ambiente, PROMPERU y a futuro poder convertirse en embajadores de Marca Perú, fomentando campañas sobre los beneficios de utilizar productos reutilizados.
- Participar con frecuencia en ferias ecológicas, ferias municipales, ferias del sector construcción, con el fin de mostrar el producto a la sociedad y éste sea cada vez más conocido y publicitado; y así mejorar la participación de mercado.
- Actualmente se ve como tendencia el “cuidado del medio ambiente”; esto enaltece la importancia de realizar esta clase de inversiones, por lo que el director del proyecto tiene que centrarse mucho en esta situación.
- Realizar investigaciones que permitan estudiar el mercado de provincias y del exterior, y de esta forma poder comercializar el GCR fuera de Lima, ya que se establece una necesidad en proyección al uso de materiales que no contaminen.
- Se recomienda estrechar y fortalecer los lazos comerciales con las empresas dedicadas a la producción de asfalto, se les debe mantener informados enviándoles brochures, informativos, trípticos, etc., del producto que se está produciendo.



## REFERENCIAS

- Alibaba. (2021). *Alibaba*. Recuperado de <https://www.alibaba.com/>
- Alvar, M. (29 de Julio de 2015). *Aplicación del caucho reciclado como solución constructiva ecológica*. Valencia. Recuperado el 15 de enero de 2019, de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/55735/MART%C3%8DN%20-%20Aplicaci%C3%B3n%20del%20caucho%20reciclado%20como%20soluci%C3%B3n%20constructiva%20ecol%C3%B3gica.pdf?sequence=1>
- Banco Central de la Reserva del Perú (2020). *Producto bruto interno por sectores*. Lima: BCRP
- Beltre (2011). *Diseño preliminar de una planta recuperadora, para usos alternos, de los materiales constituyentes de neumáticos usados*. Universidad de Oriente Núcleo
- Botero, J. H. (2005). Gomas Trituradas: Estado del Arte, Situación Actual y Posibles Usos como Materia Prima en Puerto Rico. *Rev. Int. de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil*. Vol. 5, No. 1, 69-86, 2005
- Bravin, M., & Voloschin, F. (2012). *Proyecto de inversión planta recicladora de caucho*. Universidad nacional de Cuyo.
- Calderón, N. (12 de enero de 2019). Entrevista realizada al reciclador de neumáticos Nórbel Calderón. (R. Ivan, Entrevistador)
- Carreño, R. (2015). *Mezclas tibias: una tecnología sustentable para pavimentación de carreteras - aplicaciones en asfaltos modificados con polímero*. Bogotá
- Carrizales, J. J. (2015). *Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos flexibles*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero civil, Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de ingeniería y arquitectura, Puno – Perú. Recuperado de [repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1888/Carrizales\\_Apaza\\_Jose\\_%20Javier.pdf?sequence=1&isallowed=y](https://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/1888/Carrizales_Apaza_Jose_%20Javier.pdf?sequence=1&isallowed=y)
- Castro, L., & Díaz, C. (2017). *Implementación del grano de caucho reciclado (GCR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas*. Bogotá: Universidad Santo Tomás. Recuperado el 12 de diciembre de 2018, de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2633/Diazcesar2017.pdf>
- CONMA. (2015). *Diagnostico Fabricación, Importación y Distribución de Neumáticos y manejo de neumáticos fuera de uso*. Santiago de Chile: CONAMA.

- Díaz, B., Jarufe, B., & Noriega, M. T. (2007). *Disposición de Planta* (2ª ed.). Lima: Fondo Editorial Universidad de Lima.
- Francisco Torreblanca. (2018). *Niveles de los canales de distribución*. Recuperado de <https://franciscotorreblanca.es/niveles-de-los-canales-de-distribucion/>
- García, J., & Reyes, A. (2016). *Propuesta de un sistema de logística inversa de llantas inservibles para reducir el impacto ambiental y gasto por consumo de combustible en el servicio de gestión ambiental de Trujillo*. Lima: UPN.
- Guerra, F. (27 de Enero de 2013). *Los expertos en reciclado*. Recuperado el 2019 de Enero de 12, de <https://peru21.pe/opinion/expertos-reciclado-87803>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mcgraw-Hill.
- Hidronor. (13 de Setiembre de 2017). *Gestión de Tratamiento de Residuos*. Recuperado el 14 de enero de 2018, de <https://www.hidronor.cl/afectan-los-residuos-solidos-al-medio-ambiente/>
- INDECOPI (2015). *Norma técnica peruana 399.010-1: Señales de seguridad*. Recuperado de <https://www.ccimasenalizaciones.pe/images/pdf/documentos/ntp-399010-1-2015-senales-de-seguridad.pdf>
- INEI. (2020). *Informe Técnico: Variación de los indicadores de precios de la economía*. Recuperado de <http://www.inei.gob.pe/>
- Kotler, P. & Armstrong, G. (2012). *Marketing* (14ed.). México: Pearson
- Ley N.º 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2017). Recuperado del sitio de Internet del Ministerio de trabajo y promoción del empleo: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/349382/LEY\\_DE\\_SEGURIDAD\\_Y\\_SALUD\\_EN\\_EL\\_TRABAJO.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/349382/LEY_DE_SEGURIDAD_Y_SALUD_EN_EL_TRABAJO.pdf)
- Lui, D. (21 de junio de 2018). *Emulsiones*. Recuperado de Digemid: [http://www.digemid.minsa.gob.pe/Upload/UpLoaded/PDF/EURacMed/TrabSalud/ReuTec/RTM\\_Marzo\\_2009/5\\_DL\\_EMULSIONES.pdf](http://www.digemid.minsa.gob.pe/Upload/UpLoaded/PDF/EURacMed/TrabSalud/ReuTec/RTM_Marzo_2009/5_DL_EMULSIONES.pdf)
- Luz del Sur S.A.A. (2021). Pliego tarifario. Recuperado de [https://www.luzdelsur.com.pe/media/pdf/tarifas/2021/TARIFASLDS\\_ABRIL\\_2021.pdf](https://www.luzdelsur.com.pe/media/pdf/tarifas/2021/TARIFASLDS_ABRIL_2021.pdf)
- Mejía, JC. (2013). *Análisis de sensibilidad de un proyecto de reciclaje de llantas*. Universidad Militar Nueva Granada.
- Mete, M. (2014). Valor Actual Neto y Tasa de Retorno: Su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversión. *Revista Scielo*, 22-34.

- Meyers, F., Stephens, M. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales* (3ª ed.). México: Pearson.
- Ministerio de Economía y Finanzas (2020). *Marco Macroeconómico Multianual 2021-2024*. Lima: MEF
- Ministerio de Economía y Finanzas MEF. (2017). *Parámetros de evaluación social (Anexo N° 11)*. Lima: MEF. Recuperado de [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/anexos/anexo11\\_directiva001\\_2019EF6301.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/anexos/anexo11_directiva001_2019EF6301.pdf)
- Ministerio de Energía y Minas (2018). *Anuario estadístico de electricidad*. Lima: MINEM
- Ministerio de Energía y Minas (2019). *Anuario estadístico hidrocarburos*. Lima: Dirección General de Hidrocarburos – MINEM
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC (2019). *Parque vehicular nacional*. Lima: MTC
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC. (2019). *Plan de Reconstrucción con Cambios*. Lima: MTC
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC. (2020). *Diagnóstico de la situación de las brechas de infraestructura o de acceso a servicios*. Lima: MTC
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2010). *Reglamento nacional de edificaciones*. Lima: MVCS.
- Provías Nacional (2019). *Memoria anual 2019, 2020*. Lima: Provías Nacional – MTC.
- Provías Nacional (2020). *Plan operativo institucional 2020*. Lima: Provías Nacional – MTC.
- Sanit LTDA. (2018). *Caucho reciclado como revestimiento para herramientas*. Investigación, Lima. Recuperado el 31 de enero de 2017, de <https://sanit-ltda.cl/caucho-granulado/caucho-reciclado-como-revestimiento-para-herramientas>
- Scrap, T. (2010). *Neumáticos fuera de uso (NFU)*. California: Sacramento.
- SEDAPAL. (2021). Estructura tarifaria. Recuperado de <https://www.sedapal.com.pe/storage/objects/1-estructura-tarifaria-agua-y-alcantarillado.pdf>
- SENCICO. (2010). *Norma CE. 010 pavimentos Urbanos*. Lima: Sencico.
- Sunat Aduanas. (2021). Importaciones e Importaciones de cauchos. Recuperado de <https://www.sunat.gob.pe/operatividadaduanera/index.html>

Superintendencia de Banca, Seguros y AFP. (2021). Tasa de interés promedio del sistema bancario. Recuperado de <https://www.sbs.gob.pe/app/pp/EstadisticasSAEEPPortal/Paginas/TIActivaTipoCreditoEmpresa.aspx?tip=B>

UNESCO (2015). *Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo*. Recuperado de <https://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556s.pdf>



## BIBLIOGRAFÍA

- Castro, L., & Díaz, C. (2017). *Implementación del grano de caucho reciclado (GCR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas*. Bogotá: Universidad Santo Tomás.  
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2633/Diazcesar2017.pdf>
- Chase, R., Jacobs, R. (2014). *Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministros* (13ª ed.). México: Mc Graw Hill.
- CONMA. (2015). *Diagnostico Fabricación, Importación y Distribución de Neumáticos y manejo de neumáticos fuera de uso*. Santiago de Chile: CONAMA.
- Díaz, B., Jarufe, B., & Noriega, M. T. (2007). *Disposición de Planta* (2ª ed.). Lima: Fondo Editorial Universidad de Lima.
- Fajardo, L., & Vergaray, D. (1 de 31 de 2014). *Efecto de la incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado, como agregado fino en mezclas asfálticas*.  
[http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/1044/1/vergaray\\_da.pdf](http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/1044/1/vergaray_da.pdf)
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mcgraw-Hill.
- Juárez, D.; Balart, R.; Ferrándiz, S. y García, D. (2012). *Estudio, análisis y clasificación de elastómeros termoplásticos*. España
- Louffat, E. (2012). *Administración: Fundamentos del proceso administrativo* (3ª ed.). Buenos Aires: CENGAGE Learning.
- Mete, M. (2014). *Valor Actual Neto y Tasa de Retorno: Su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversión*. Revista Scielo, 22-34.
- Meyers, F., Stephens, M. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales* (3ª ed.). México: Pearson.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC. (2018). *Plan de Reconstrucción con Cambios*. Lima: Ministerio de Transportes y comunicaciones.



**ANEXOS**

## Anexo 1: Formato base de encuesta a empresas

Nombre:

Empresa:

Sector:

Cargo:

1. ¿Cuál es el tipo de modificador con el que trabaja o ha trabajado para la generación de asfaltos modificados con polímeros? (Se puede marcar más de una opción)
  - Elastómeros
  - Plastómeros
  - Caucho reciclado
  - Asfaltita
  - Otros
2. ¿Cuál es la característica más importante que considera debe de tener estos modificadores?
3. Se desea introducir al mercado un grano de caucho reciclado (GCR), elaborado a partir de neumáticos fuera de uso; a ser utilizado como polímero para obtener asfalto modificado. ¿Estaría interesado en utilizar este GCR?
  - a) Si
  - b) No
4. En la siguiente escala (del 0 al 10), evalúe su intensidad de compra del GCR; siendo 0 (no la compraría) y 10 (definitivamente la compraría).
5. A juicio suyo, ¿Qué medidas se deberían de tomar para la implementación y uso del GCR como polímero para elaboración de asfalto modificado y que éste sea utilizado

para la producción de las mezclas asfálticas, que servirán para la pavimentación de la red vial nacional?





**Anexo 2: Producción de principales derivados del petróleo**  
**(expresado en miles de barriles)**

<b>Producto</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019 P/</b>
Asfalto líquido	224,9	171,9	143,6	175,5	179	161,6
Asfalto sólido	1484,7	1309,9	1254,5	1587,5	1581,3	1393,3
Diésel B5	16 656,8	16 097,6	10 744,4	4556,9	3476,4	3310,8
Diésel B5 - S50	8828,5	8470,5	11 688,6	17 069,6	16 775,7	15 701,5
Gas propano (GLP)	2766,4	2814,4	2839,5	2717,7	2844,8	2966,5
Gasohol 84	1000,1	781,5	686,6	668,9	641,3	476,8
Gasohol 90	2125,1	2338,0	2542,0	2873,4	3072,4	2894,7
Gasohol 95	731,5	978,7	1236,0	1348,1	1383,3	1345,5
Gasohol 97	83,7	127,9	144	129,5	163,1	270,4
Gasohol 98	299,4	338,2	340,2	373,9	511,5	191,4
Gasolina motor 84	2945,4	2867,4	2671,8	2452,5	2251,0	2223,6
Gasolina motor 90	4173,0	5219,9	6035,2	6323,3	6545,1	7216,7
Gasolina motor 95	941,2	1167,7	1486,9	1574,3	1759,2	1946,8
Gasolina motor 97	474,6	498,8	513,5	574	518,9	840,3
Gasolina motor 98	-	-	-	-	-	-
BA	-	-	-	-	-	-
Kerosene	-	-	-	-	-	-
Petróleo industrial 5	-	-	-	-	-	-
Petróleo industrial 500	4165,5	5572,3	5252,6	12 293,1	9732,5	6072,0
Petróleo industrial 6	4575,0	5112,4	7742,4	6014,0	6371,8	5674,5
Solventes 1 y 3	226,9	258,7	203,4	226,9	156	164,1
Turbo combustible A-1	5834,5	4847,5	4987,9	4846,4	4949,7	5434,5

*Nota.* Incluye La Pampilla, Conchán y Talara. De *Anuario estadístico hidrocarburos 2019*, por Dirección General de Hidrocarburos – Ministerio de Energía y Minas, 2019

### **Anexo 3: Requisitos para obtener la licencia de funcionamiento en la municipalidad de San Juan de Miraflores**

Para locales de más de 100 hasta 500 m<sup>2</sup>.

Requisitos:

1. Solicitud de Licencia de Funcionamiento, con carácter de Declaración Jurada, que incluya: RUC y DNI o C. del solicitante
2. Vigencia de poder del representante legal, en el caso de personas jurídicas u otros entes colectivos, máximo con un mes de antigüedad.

Tratándose de representación de personas naturales, se requerirá carta poder con firma legalizada.

3. Cumplir con los requisitos para la Inspección Técnica de Seguridad en Defensa Civil:
  - Llenar el formulario numerado de Solicitud de ITSDC.
  - Registro de SUNAT vigente.
  - Planos de Seguridad (evacuación y señalética), con mobiliario, con medidas y a escala 1/50.
  - Plan de Seguridad firmado por el titular.

**Costo:**

Pago por derecho de trámite S/. 320 (Municipalidad de San Juan de Miraflores (2019)).

**Plazo:**

El plazo para emitir la licencia de funcionamiento definitiva, ampliación de giro y/o modificación del área de categoría II (ex ante), es de quince (15) días hábiles.

**Inicio de procedimientos Trámite Documentario DIGESA**

Procedimiento a seguir es el de Inscripción o Reinscripción en el Registro Sanitario.

### **Base legal.**

Ley N° 26842, Ley General de Salud del 20/07/97, Art. 91.

D.S. N°007-98-SA. Reglamento sobre Vigilancia y Control Sanitario de Alimentos y Bebidas del 25/09/98, Arts. 105° y 107°, Cuarta Disposición Transitoria y Final.

Ley N° 28405, Ley de Rotulado de Productos Industriales manufacturados del 30/11/04, Art. 5°.

Ley N° 29571, Código de Protección y Defensa del Consumidor del 02/09/10.

D.S. 010-2010-MINCETUR, Establecen disposiciones Reglamentarias referidas a la Ventanilla Única de Comercio Exterior del 09/07/10, Arts. 2°, 4° y 5°.

Ley N° 27444 Ley del Procedimiento Administrativo General del 11/04/01, Art. 40° sub numeral 40.1.1.

### **Notas**

1. El Registro Sanitario se otorga por producto o grupo de productos y fabricante. Se considera grupo de productos aquellos elaborados por un mismo fabricante, que tienen la misma composición cualitativa de ingredientes básicos que identifica al grupo y que comparten los mismos aditivos alimentarios.
2. El Pago se efectuará a través de la VUCE
3. El documento con el número de Registro Sanitario se entregará en un plazo máximo de siete (7) días hábiles, conforme a lo dispuesto en el artículo 92° de la Ley N° 26842.

## Anexo 4: Rendimiento del mercado (Rm)

### INDICE ESTÁNDAR & POOR 500

Año	Enero (inicios)	Diciembre (Fines)	Rendimiento anual
1995	459,27	615,93	34,11%
1996	615,93	740,74	20,26%
1997	740,74	970,43	31,01%
1998	970,43	1229,23	26,67%
1999	1229,23	1469,25	19,53%
2000	1469,25	1320,28	-10,14%
2001	1320,28	1148,08	-13,04%
2002	1148,08	879,82	-23,37%
2003	879,82	1111,92	26,38%
2004	1111,92	1211,92	8,99%
2005	1211,92	1248,29	3,0%
2006	1248,29	1418,3	13,62%
2007	1418,3	1468,36	3,53%
2008	1468,36	903,25	-38,49%
2009	903,25	1115,1	23,45%
2010	1116,56	1257,64	12,64%
2011	1271,87	1257,6	-1,12%
2012	1257,6	1426,19	13,41%
2013	1462,42	1848,36	26,39%
2014	1831,98	2058,9	12,39%
2015	2058,2	2043,94	-0,69%
2016	2012,66	2238,83	11,24%
2017	2257,83	2673,61	18,42%
2018	2695,81	2506,85	-7,01%
2019	2510,03	3230,78	28,71%
2020	3257,85	3756,07	15,29%
<b>Rendimiento promedio mercado</b>			<b>8,25%</b>

Nota. Adaptado de *Índice S & P 500, 2020* por Yahoo finance, 2020.