



UNIVERSIDAD  
DE PIURA

REPOSITORIO INSTITUCIONAL  
**PIRHUA**

# DISEÑO DE PLANTA PRODUCTORA DE ADOQUINES A BASE DE CEMENTO Y PLÁSTICO RECICLADO

Ayrtor Pastor Castillo, Jean Pierre Salazar  
Oliva, Ricardo Seminario Regalado,  
Andrés Tineo Camacho, Jean Carlo Zapata  
Valladolid

Piura, 14 de noviembre de 2015

FACULTAD DE INGENIERÍA

Área departamental de Ingeniería Industrial y de Sistemas



Esta obra está bajo una licencia  
Creative Commons Atribución-  
NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú

Repositorio institucional PIRHUA – Universidad de Piura



# UNIVERSIDAD DE PIURA

---

## **Informe Final:**

### **Diseño de planta productora de adoquines a base de cemento y plástico reciclado**

## **ASIGNATURA DE PROYECTOS**

---

Sponsor: Dr. Ing. Dante Guerrero  
Monitor: Mgter. Milagros Pasache Araujo  
Director: Pastor Castillo, Ayrton  
Equipo: Salazar Oliva, Jean Pierre  
Seminario Regalado, Ricardo  
Tineo Camacho, Andrés Rolando  
Zapata Valladolid, Jean Carlo

Este trabajo va dedicado a todas las personas que nos han brindado su apoyo y han hecho posible la realización del proyecto

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>7</b>
<b>1.1. El plástico</b> .....	<b>7</b>
<b>1.1.1. Historia</b> .....	<b>7</b>
<b>1.1.2. Propiedades y características</b> .....	<b>8</b>
<b>1.1.2.1 Polietileno Tereftalato (PET)</b> .....	<b>8</b>
<b>1.1.2.2 Polietileno de Alta Densidad (PEAD)</b> .....	<b>8</b>
<b>1.1.2.3 Policloruro de (Vinilo PVC)</b> .....	<b>9</b>
<b>1.1.2.4 Polietileno de Baja Densidad (PEBD)</b> .....	<b>9</b>
<b>1.1.2.5 Polipropileno (PP)</b> .....	<b>9</b>
<b>1.1.2.6 Poliestireno (PS)</b> .....	<b>10</b>
<b>1.1.3 Clasificación</b> .....	<b>10</b>
<b>1.1.3.1 Termoplásticos:</b> .....	<b>10</b>
<b>1.1.3.2 Termoestables:</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1.3.3 Elastómeros:</b> .....	<b>13</b>
<b>1.2 Reciclaje de plástico</b> .....	<b>14</b>
<b>1.2.1 Reciclaje</b> .....	<b>14</b>
<b>1.2.2 Marco legal</b> .....	<b>14</b>
<b>1.2.2.1 A nivel mundial</b> .....	<b>14</b>
<b>1.2.2.2 A nivel nacional</b> .....	<b>15</b>
<b>1.2.2.3 A nivel local</b> .....	<b>17</b>
<b>1.2.3 Reciclaje de plástico</b> .....	<b>18</b>
<b>1.2.4 Plásticos más comunes</b> .....	<b>19</b>
<b>1.2.5 Tipos de reciclaje</b> .....	<b>21</b>
<b>1.2.6 Propiedades del plástico reciclado</b> .....	<b>23</b>
<b>1.2.7 Situación actual del reciclaje en el Perú</b> .....	<b>23</b>
<b>1.3 Problemas relacionados con el plástico</b> .....	<b>25</b>
<b>1.3.1 Desechos plásticos en el Perú</b> .....	<b>25</b>
<b>1.3.2 Situación en otros países</b> .....	<b>25</b>

1.3.3 Problemas medio ambientales.....	25
1.4. Los bloques .....	26
1.4.1. Forma, tamaño y color .....	26
1.4.2. Requisitos de adoquines de concreto según la NTP 399.611 .....	26
1.4.3. Componentes.....	27
<b>CAPÍTULO 2: PROCESO DE FABRICACIÓN DE BLOQUES .....</b>	<b>30</b>
2.1. Antecedentes: .....	30
2.1.1. A nivel mundial .....	30
2.1.2. A nivel nacional .....	37
2.2. Características técnicas de los bloques: .....	39
2.3. Diseño del proceso de fabricación.....	39
2.4. Protocolo de procedimiento de producción .....	41
<b>CAPÍTULO 3: PRUEBAS DE LABORATORIO .....</b>	<b>44</b>
3.1. Ensayos en laboratorio:.....	44
3.1.1. Resultados obtenidos.....	44
3.1.2. Comparación con productos similares .....	44
3.1.3. Conclusiones de ensayos .....	47
<b>CAPÍTULO 4: ESTUDIO DE MERCADO .....</b>	<b>48</b>
4.1. Estudio de mercado: .....	48
4.1.1 Demanda: .....	48
4.1.2 Entrevistas a profundidad:.....	50
4.1.3 Análisis y conclusiones de resultados .....	52
4.2. Oportunidad:.....	52
4.2.1. Idea de negocio: .....	52
<b>CAPÍTULO 5: DISEÑO DE PLANTA .....</b>	<b>53</b>
5.1. Localización:.....	53
5.1.1 Criterios de evaluación:.....	53
5.2. Maquinaria, equipo e insumos necesarios:.....	55
5.2.1. Maquinaria:.....	55
5.2.2. Equipos: .....	57
5.2.3. Insumos: .....	59

<b>5.3. Distribución de planta:</b> .....	<b>60</b>
<b>5.3.1 Tabla de Interrelación:</b> .....	<b>61</b>
<b>5.3.2 Diagrama relacional de actividades</b> .....	<b>62</b>
<b>5.3.3 Área Requerida:</b> .....	<b>65</b>
<b>5.3.4 Diagrama relacional de espacios</b> .....	<b>69</b>
<b>5.4 Condiciones e infraestructura de las áreas asignadas</b> .....	<b>71</b>
<b>5.5. Impactos del proceso y medidas de mitigación:</b> .....	<b>72</b>
<b>5.5.1. Impactos del proceso</b> .....	<b>72</b>
<b>5.5.2. Medidas de Mitigación</b> .....	<b>73</b>
<b>5.6. Elaboración del Mapa de Procesos y Procedimientos (MAPRO)</b> .....	<b>75</b>
<b>5.6.1 Objetivo</b> .....	<b>75</b>
<b>5.6.2 Validez del Manual de Procesos y Procedimientos</b> .....	<b>75</b>
<b>5.6.3 Descripción de procesos</b> .....	<b>76</b>
<b>5.7.1 Organigrama de empresa</b> .....	<b>78</b>
<b>5.7.2 Manual de Operación y Funciones</b> .....	<b>79</b>
<b>CONCLUSIONES GENERALES</b> .....	<b>87</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA:</b> .....	<b>89</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>90</b>

# INTRODUCCIÓN

Actualmente la preocupación por la relación entre el hombre y el entorno ambiental ha puesto el interés de muchos ingenieros en realizar un producto diferente y ecológico con el manejo de residuos en el sector constructor. Muchos son los productos que se generan a partir de los desechos plásticos pero existe una gran parte que las empresas y especialmente las zonas urbanas se ven obligadas a desechar o incinerarlos en botaderos municipales, ya que Piura no cuenta con un relleno sanitario.

El inadecuado manejo de estos residuos plásticos constituye uno de los problemas ambientales que afectan a la gran mayoría de países del mundo, por la cantidad de recursos económicos y tecnológicos que es necesario invertir para su evacuación hacia lugares apropiados. Este producto reciclable es sustentable ya que busca optimizar recursos disminuyendo el impacto ambiental.

En los últimos años, el Perú ha presentado un interés en la investigación y desarrollo de soluciones para el reciclaje, ya que en nuestro país todavía existe un bajo porcentaje de manejo y reutilización de los desechos, tratando de proyectar y realizar la construcción de productos sostenibles.

Por lo planteado anteriormente, el objetivo de este trabajo es el diseño de una planta para la producción de adoquines a base de cemento y plástico reciclado que pueda generar un impacto ambiental positivo en la provincia de Piura, para así obtener adoquines de aspecto ecológico que sean utilizados para la fabricación de caminos.

# CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

## 1.1. El plástico

### 1.1.1. Historia

El invento del plástico se origina como resultado de un concurso realizado en 1860, cuando el fabricante estadounidense de bolas de billar Phelan and Collarder ofreció una recompensa de 10 000 dólares a quien consiguiera un sustituto del marfil natural, destinado a la fabricación de bolas de billar. Una de las personas que compitieron fue el inventor norteamericano John Wesley Hyatt, quien desarrolló el celuloide disolviendo celulosa (material de origen natural) en una solución de alcanfor y etanol. Si bien Hyatt no ganó el premio, consiguió un producto muy comercial que sería vital para el posterior desarrollo de la industria cinematográfica de finales de siglo XIX.

En 1909 el químico norteamericano de origen belga Leo Hendrik Baekeland sintetizó un polímero de gran interés comercial, a partir de moléculas de fenol y formaldehído. Se bautizó con el nombre de baquelita y fue el primer plástico totalmente sintético de la historia, fue la primera de una serie de resinas sintéticas que revolucionaron la tecnología moderna iniciando la «era del plástico». A lo largo del siglo XX el uso del plástico se hizo popular y llegó a sustituir a otros materiales tanto en el ámbito doméstico, como industrial y comercial.

En 1919 se produjo un acontecimiento que marcaría la pauta en el desarrollo de los materiales plásticos. El químico alemán Hermann Staudinger aventuró que éstos se componían en realidad de moléculas gigantes o macromoléculas. Los esfuerzos realizados para probar estas afirmaciones iniciaron numerosas investigaciones científicas que produjeron enormes avances en esta parte de la química.

Los resultados alcanzados por los primeros plásticos incentivaron a los químicos y a la industria a buscar otras moléculas sencillas que pudieran enlazarse para crear polímeros. En la década del 30, químicos ingleses descubrieron que el gas etileno polimerizaba bajo la acción del calor y la presión, formando un termoplástico al que nombraron polietileno (PE). Al reemplazar en el etileno un átomo de hidrógeno por uno de cloruro se produjo el cloruro de polivinilo (PVC), un plástico duro y resistente al fuego, especialmente adecuado para tuberías de todo tipo. Un plástico parecido al PVC es el politetrafluoretileno (PTFE), conocido popularmente como teflón y usado para rodillos y sartenes antiadherentes.

Otro de los plásticos desarrollados en los años 30 en Alemania fue el poliestireno (PS), un material muy transparente comúnmente utilizado para vasos. El poliestireno expandido (EPS), una espuma blanca y rígida, es usado básicamente para embalaje y aislante térmico.

También en los años 30 se crea la primera fibra artificial, el nylon. Su descubridor fue el químico Wallace Carothers, que trabajaba para la empresa Dupont. Descubrió que dos

sustancias químicas como el hexametildiamina y ácido adípico, formaban polímeros que bombeados a través de agujeros y estirados formaban hilos que podían tejerse. Su primer uso fue la fabricación de paracaídas para las fuerzas armadas estadounidenses durante la Segunda Guerra Mundial, extendiéndose rápidamente a la industria textil en la fabricación de medias y otros tejidos combinados con algodón o lana.

En la presente década, principalmente en lo que tiene que ver con el envasado en botellas y frascos, se ha desarrollado vertiginosamente el uso del tereftalato de polietileno (PET), material que viene desplazando al vidrio y al PVC en el mercado de envases.

### **1.1.2. Propiedades y características**

#### **1.1.2.1 Polietileno Tereftalato (PET)**

- ✓ Características: Se produce a partir del Ácido Tereftálico y Etilenglicol, por policondensación; existiendo dos tipos: grado textil y grado botella. Para el grado botella se lo debe post condensar, existiendo diversos colores para estos usos.
- ✓ Propiedades: alta rigidez y dureza, altísima resistencia, superficie barnizable, poco deformable al calor, resistencia a los agentes químicos y estabilidad a la intemperie, resistencia al plegado y baja absorción de humedad que lo hacen muy adecuado para la fabricación de fibras.
- ✓ Usos y Aplicaciones: Algunos usos y aplicaciones del PET son: Envases de gaseosas, Aceites, Agua mineral, Frascos para mayonesa, Salsa, Fibras textiles, Cintas de vídeo y audio, Películas radiográficas y muchas más.
- ✓ Ventajas y Beneficios: Barrera a los gases, Transparente, Irrompible, Liviano y no es tóxico.

#### **1.1.2.2 Polietileno de Alta Densidad (PEAD)**

- ✓ Características: El polietileno de Alta Densidad es un termoplástico fabricado a partir del Etileno, elaborado a partir del etano, un componente del gas natural.
- ✓ Propiedades: se obtiene a bajas presiones, a temperaturas bajas en presencia de un catalizador órgano-metálico; su dureza y rigidez son mayores que las del PEBD, su aspecto varía según el grado y el grosor, es impermeable, no es tóxico.
- ✓ Usos y Aplicaciones: Envases para detergentes, Lavandina, Aceites automotor, Lácteos, Cajones, Baldes, Tambores, Caños para agua potable, gas, telefonía, minería y uso sanitario, Bolsas para supermercados, y muchas más.
- ✓ Ventajas y Beneficios: Resistente a las bajas temperaturas, Irrompible, Impermeable y no es tóxico.

### **1.1.2.3 Policloruro de (Vinilo PVC)**

- ✓ Características: El PVC se produce a partir de dos materias primas naturales, gas 43% y sal común 57%. Para su procesado es necesario fabricar compuestos con aditivos especiales, que permiten obtener productos de variadas propiedades para gran número de aplicaciones. Se obtienen productos rígidos o totalmente flexibles.
- ✓ Propiedades: Puede adquirir propiedades muy distintas, es un material muy apreciado y utilizado, tiene un bajo precio, puede ser flexible o rígido, puede ser transparente, translúcido u opaco, puede ser compacto o espumado.
- ✓ Usos y Aplicaciones: Envases para agua mineral, Aceites, jugos, Mayonesas, Perfiles para marcos de puertas, ventanas, Caños para desagües domiciliarios y de redes, Mangueras, Blisters, Catéteres, Bolsas para sangre y muchas más.
- ✓ Ventajas y Beneficios: Ignífugo, Resistente a la intemperie, No tóxico, Impermeable e Irrompible.

### **1.1.2.4 Polietileno de Baja Densidad (PEBD)**

- ✓ Características: Se produce a partir de gas natural y se procesa de diferentes formas, es de gran versatilidad y solo o en conjunto con otros materiales se utiliza en gran variedad de envases y en múltiples aplicaciones.
- ✓ Propiedades: Es un producto termoplástico, es blando y elástico, el film es totalmente transparente dependiendo del grosor y del grado.
- ✓ Usos y Aplicaciones: Bolsas de todo tipo, Envasamiento automático de alimentos, Bolsas para sueros, Tubos y pomos para cosméticos, medicamentos y otras industrias, tuberías para riego y varias aplicaciones más.
- ✓ Ventajas y Beneficios: No tóxico, Flexible, Liviano, Impermeable, Económico y Transparente.

### **1.1.2.5 Polipropileno (PP)**

- ✓ Características: El polipropileno (PP) es un termoplástico que se obtiene por polimerización del propileno. El PP es un plástico rígido, de alta cristalinidad y elevado punto de fusión excelente resistencia química y el de más baja densidad.
- ✓ Propiedades: excelente comportamiento bajo tensiones y estiramientos, resistencia mecánica, elevada flexibilidad, resistencia a la intemperie, reducida cristalización, fácil reparación de averías, buenas propiedades químicas y de impermeabilidad, aprobado para aplicaciones con agua potable, no afecta al medio ambiente.
- ✓ Usos y Aplicaciones: Películas/film para diferentes envases, Cigarrillos, Chiclos, Golosinas, Jeringas Descartables, Tapas en General, Fibras para Tapicería,

Alfombras - Cajas de Baterías, Paragolpes, Autopartes, Caños para Agua Caliente y muchas más.

- ✓ Ventajas y Beneficios: Resistente a la temperatura, Barrera a los aromas, No tóxico e Irrompible.

#### **1.1.2.6 Poliestireno (PS)**

- ✓ Características: PS Cristal; Es un polímero de estireno monómero derivado del petróleo, cristalino y de alto brillo. PS Alto Impacto; Es un polímero de estireno monómero con oclusiones de Polibutadieno que le confiere alta resistencia al impacto.
- ✓ Propiedades: termoplástico ideal para la elaboración de cualquier tipo de pieza o envase, higiénico y económico, fácil de serigrafar, fácil de manipular; se puede cortar, taladrar y perforar.
- ✓ Usos y Aplicaciones: Potes para lácteos, helados, dulces, bandejas de supermercados y rotisería, heladeras, contrapuertas y anaqueles, máquinas de afeitar descartables, platos, cubiertos, juguetes, cassettes, aislantes y muchas más.
- ✓ Ventajas y Beneficios: Ignífugo, No tóxico, Transparente, Irrompible y de Fácil limpieza.

#### **1.1.3 Clasificación**

El plástico se puede clasificar por su estructura química, según la columna del polímero y sus cadenas. Algunos grupos importantes son los acrílicos, los poliésteres, las siliconas, los poliuretanos, etc. También se pueden clasificar según su calidad para la fabricación o diseño del producto. Se encuentran algunos como los termoplásticos, los termoestables, los elastómeros, los conductores de electricidad, etc. Además, se pueden diferenciar por su densidad, tracción, resistencia a productos químicos, etc.

##### **1.1.3.1 Termoplásticos:**

Tipo de plástico fabricado con un polímero que se vuelve un líquido homogéneo cuando se calienta a temperaturas relativamente altas y que cuando se enfría es un material duro en un estado de transición vítrea. Cuando se congela es un material frágil. Todas estas características son reversibles, lo que hace posible que los termoplásticos se puedan calentar y enfriar repetidamente sin que se pierdan estas cualidades y haciendo de los termoplásticos un material fácilmente reciclable. Esto es debido a que las cadenas moleculares no están unidas entre sí y al calentar el material pueden deslizarse unas respecto a las otras adquiriendo nuevas posiciones de manera que el conjunto puede tomar una nueva forma que se mantiene al solidificarse.

Tipo		Aplicaciones
Policloruro de vinilo (PVC)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubos</li> <li>• Cables</li> <li>• Puertas</li> <li>• Ventanas</li> </ul>
Poliestireno (PS)	Duro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Juguetes</li> <li>• Maquinillas de afeitarse desechables</li> <li>• Chalecos salvavidas</li> <li>• Cascos de ciclismo</li> </ul>
	Expandido (porexán)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aislamiento térmico y acústico</li> <li>• Vasos térmicos</li> <li>• Embalaje (“corcho blanco”)</li> <li>• Cajas para productos congelados</li> </ul>
Polietileno (PE)	Alta densidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utensilios domésticos (cubos, juguetes)</li> <li>• Contenedores industriales</li> <li>• Macetas</li> <li>• Bidones</li> <li>• Envases soplados</li> <li>• Caños</li> </ul>
	Baja densidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Depósitos</li> <li>• Tubos y pomos</li> <li>• Bolsas de uso general</li> <li>• Cables eléctricos (aislantes)</li> </ul>
Metacrilato (plexiglás)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faros</li> <li>• Lentes de contacto</li> <li>• Carteles luminosos</li> <li>• Gafas de protección</li> <li>• Prótesis de odontología</li> </ul>
Teflón (fluorocarbonato)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utensilios de cocina (sartenes, paletas, etc.)</li> <li>• Revestimiento de aviones, cohetes y naves espaciales</li> <li>• Revestimiento de cables</li> <li>• Refrigerantes</li> </ul>
Nailon (PA poliamida)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hilo de pescar</li> <li>• Levas</li> <li>• Engranajes</li> <li>• Tejidos</li> <li>• Medias</li> </ul>
Celofán		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Embalaje</li> <li>• Envasado</li> <li>• Empaquetado</li> </ul>
Polipropileno(PP)		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tapas de envases</li> <li>• Bolsas</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carcasas</li> </ul>
Poliéster (PET)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Botellas de agua</li> <li>• Envases champú</li> <li>• Productos Farmacéuticos</li> </ul>

**Tabla 1: Tipo de plástico y aplicaciones**

### 1.1.3.2 Termoestables:

Se obtienen a partir de dos resinas líquidas, se da la reacción de entrelazamiento de las cadenas al ser mezcladas (catalizador y acelerante). La reacción de curado es irreversible, de forma que el plástico resultante no puede ser reciclado, si se incrementa la temperatura el polímero no funde, y se degrada. Los materiales termoestables tienen enlaces químicos, que les permite adquirir una estructura polimérica altamente reticulada, la cual es responsable directa de las altas resistencias mecánicas y físicas (esfuerzos o cargas, temperatura, etc.).

La estructura altamente reticulada da poca elasticidad y proporciona a dichos materiales su característica fragilidad. Son insolubles y no se hinchan ante la presencia de ciertos solventes. No tienen capacidad de reciclaje, pues, una vez solidificado o curado, es imposible volver a una fase líquida del material. Los materiales termoestables tienen la propiedad de no fundirse o deformarse en presencia de temperatura o calor, antes pasarán a un estado gaseoso que a un estado líquido.

Tipo	Aplicaciones
Poliuretano (PUR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espuma para colchones y asientos</li> <li>• Aislamientos térmicos y acústicos</li> <li>• Correas de transmisión de movimientos</li> <li>• Ruedas de fricción</li> <li>• Pegamentos</li> <li>• Barnices</li> </ul>
Resinas fenólicas (PH): Baquelitas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mangos y asas de utensilios de cocina</li> <li>• Ruedas dentadas</li> <li>• Carcasas de electrodomésticos</li> <li>• Aspiradores</li> <li>• Aparatos de teléfonos</li> <li>• Enchufes interruptores</li> <li>• Ceniceros</li> </ul>
Melamina	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Accesorios eléctricos</li> <li>• Aislantes térmicos y acústico</li> <li>• Encimeras de cocina</li> <li>• Vajillas</li> <li>• Recipientes de alimentos</li> </ul>

### 1.1.3.3 Elastómeros:

Los elastómeros son aquellos polímeros que muestran un comportamiento elástico. Los elastómeros suelen ser normalmente polímeros termoestables pero pueden ser también termoplásticos. El término, que proviene de polímero elástico, es a veces intercambiable con el término goma, que es más adecuado para referirse a vulcanizados.

Se usan para cierres herméticos, adhesivos y partes flexibles. La elasticidad proviene de la habilidad de las cadenas para cambiar su posición por sí mismas y así distribuir una cierta tensión aplicada. El enlace covalente asegura que el elastómero retornará a su posición original una vez deje de aplicarse la tensión. Los elastómeros pueden alargarse de un 5% a un 700%, dependiendo del material. Sin los enlaces, la tensión aplicada puede provocar una deformación permanente.

Tipo	Aplicaciones
Caucho natural	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aislamiento Térmico y eléctrico</li><li>• Colchones</li><li>• Neumáticos</li></ul>
Caucho sintético	<ul style="list-style-type: none"><li>• Neumáticos</li><li>• Volantes</li><li>• Parachoques</li><li>• Pavimentos</li><li>• Tuberías</li><li>• Esponjas de baño</li><li>• Guantes</li></ul>
Neopreno	<ul style="list-style-type: none"><li>• Trajes de inmersión</li><li>• Mangueras</li><li>• Guantes</li></ul>

**Tabla 2: Aplicación de plásticos elastómeros**

## **1.2 Reciclaje de plástico**

### **1.2.1 Reciclaje<sup>1</sup>**

Es un conjunto de operaciones de recogida y tratamiento de residuos que consiste en obtener una nueva materia prima o producto, aprovechando los materiales u objetos que la sociedad de consumo ha descartado una vez terminado su ciclo de vida útil.

A través del reciclaje se combate el calentamiento global y ayuda a disminuir la contaminación en el aire y el agua.

Por medio del reciclaje economizamos materias primas, recursos naturales (agua, madera y minerales) y energía, además genera puestos formales de trabajo y reduce la presión en los rellenos sanitarios.

Para iniciar el reciclado primero se recopilan los materiales reciclables. Luego se clasifican y procesan dichos materiales que serán reconvertidos en materias primas para fabricar nuevos productos a partir de los ya reciclados y posteriormente la compra de los mismos.

### **1.2.2 Marco legal**

#### **1.2.2.1 A nivel mundial**

Existen distintos modelos de política legislativa que regulan la gestión de residuos sólidos. Unos países tienen prácticas más avanzadas que otros respecto a control, disposición e infraestructura. Entre los países que más acciones legales han implantado para encontrar soluciones destacan Alemania, Holanda, Suiza, Reino Unido, Francia, Bélgica e Italia.

En 2008 la presente Directiva establece un marco jurídico para el tratamiento de los residuos en la Unión Europea. Su objetivo es proteger el ambiente y la salud enfatizando la importancia de utilizar unas técnicas adecuadas de gestión, recuperación y reciclado de residuos para disminuir la presión sobre los recursos y mejorar su uso.

El objetivo de la nueva Ley de Residuos es que haya menos envases, que sean menos contaminantes (menor peso y fácilmente biodegradables) y que se reciclen y reutilicen más.

Estos objetivos suponen un gran esfuerzo a las empresas, sobre todo de alimentación, y a los Ayuntamientos, que gestionan la mayoría de las basuras.

La constitución de Estados Unidos no aborda directamente la protección ambiental ni menciona la autoridad gubernamental para proteger el entorno ambiental

---

<sup>1</sup> Recuperado de <http://www.concienciaeco.com/2012/08/21/que-es-el-reciclaje/>

ni el derecho a los ciudadanos a un ambiente sano. Sin embargo en el 2007 cinco estados aprueban leyes que exigen que los artículos electrónicos se reciclen. San Francisco sería la primera ciudad en prohibir la distribución de bolsas plásticas en los supermercados.

Ahora varios otros estados están trabajando para emitir nuevas leyes sobre las basuras electrónicas. El NRDC apoya las leyes que adjudican la responsabilidad del reciclaje de productos usados sobre fabricantes, y aquellas que promueven el diseño de artículos menos tóxicos y más reciclables.

En América Latina es poco el avance en la tarea de reciclado, en México la ley General para la Prevención y Gestión Integral de los residuos establece bases para criterios de gestión integral, coordinación de entidades, mercado de subproductos, participación de la sociedad y creación de sistemas referentes a gestión RSU (Residuos Sólidos Urbanos) y RME (Residuos de Manejo Especial).

A principios de abril en Chile, la Comisión de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Cámara de Diputados aprobó la Ley de Fomento al Reciclaje y de Responsabilidad Extendida al Productor, que busca fijar metas de recolección y valorización a los fabricantes e importadores, y que los productores sean responsables de lo que ocurre al final de la vida útil de sus productos, los desincentiva de generar bienes de corta vida útil.

Durante el 2009 en Bolivia, la Red de Recolectores de Santa Cruz incluye ahora a más de 6 organizaciones del país siendo reconocida por la ciudad por su desempeño en el desarrollo ambiental del municipio; mientras que en Ecuador la Red Nacional, integrada por 700 recicladores de 18 organizaciones, cuenta ahora con una directiva nacional y un plan de acción.

La ley provincial N°13868 de Buenos Aires, establece la prohibición de bolsas plásticas para ser entregadas por supermercados para transporte de productos o mercaderías. Establecieron un plazo de 12 meses, para que todos los supermercados con predominio de ventas apliquen la norma.

En Colombia existe el Proyecto de Ley 96/2008, por medio de la cual se crea el Comité Intergremial Nacional para el aprovechamiento de Residuos de Envases y Empaques y se restringe el uso gratuito de bolsas plásticas en tiendas y supermercados.

El reciclaje es una actividad muy desarrollada en Japón y se basa en la ley de la promoción de recolección y reciclaje de envases y embalajes, la cual fue implementada en abril de 1997 por el Ministerio de ambiente para reducir los residuos de envases de vidrio, cartones de papel, botellas de PET y otros envases de plástico.

### **1.2.2.2 A nivel nacional**

La ley N° 29419 que regula la actividad de los recicladores establece la regulación de las actividades de los trabajadores del reciclaje, orientada a la

protección, capacitación y promoción del desarrollo social y laboral. Contribuyendo a la mejora en el manejo ecológicamente eficiente de los residuos sólidos en el país en el marco de los objetivos de la Ley 27314, Ley General de Residuos y la Ley 28611, Ley General del Ambiente.

Son actores institucionales vinculados a las actividades de recolección selectiva, segregación y comercialización de residuos sólidos el Ministerio del Ambiente, el Ministerio de Salud, los gobiernos locales, provinciales y distritales y las asociaciones de recicladores.

La Ley General de Residuos Sólidos (Ley N°27314) establece derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitarios y ambientalmente adecuados, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana.

Se aplica a las actividades, procesos y operaciones de la gestión y manejo de residuos sólidos, desde la generación hasta su disposición final. Además se rige especialmente por los siguientes lineamientos que procuran un manejo integral y sostenible de los residuos sólidos:

- ✓ Desarrollar acciones de educación y capacitación para una gestión de los residuos sólidos eficiente, eficaz y sostenible.
- ✓ Desarrollar y usar tecnologías, métodos, prácticas y procesos de producción y comercialización que favorezcan la minimización o reaprovechamiento de los residuos sólidos y su manejo adecuado.
- ✓ Fomentar el reaprovechamiento de los residuos sólidos y la adopción complementaria de prácticas de tratamiento y adecuada disposición final.
- ✓ Promover el manejo selectivo de los residuos sólidos y admitir su manejo conjunto, cuando no se generen riesgos sanitarios o ambientales significativos.
- ✓ Promover la iniciativa y participación activa de la población, la sociedad civil organizada, y el sector privado en el manejo de los residuos sólidos.
- ✓ Fomentar la formalización de las personas o entidades que intervienen en el manejo de los residuos sólidos.
- ✓ Establecer acciones destinadas a evitar la contaminación del medio acuático, eliminando el arrojado de residuos sólidos en cuerpos o cursos de agua.

El Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) es la autoridad competente para coordinar, promover y concertar el adecuado cumplimiento y aplicación de la Ley General de Residuos Sólidos con las autoridades sectoriales y municipales la debida aplicación de la presente Ley.

Promover la aplicación de planes integrales de gestión ambiental de residuos sólidos en las distintas ciudades del país.

Armoniza los criterios de evaluación de impacto ambiental con los lineamientos de política establecida en la presente Ley.

El ministerio del Ambiente se encarga de aprobar la Política Nacional de Residuos Sólidos; incluir en el Informe Nacional sobre el Estado del Ambiente en el Perú, el análisis referido a la gestión y el manejo de los residuos sólidos, así como indicadores de seguimiento respecto de su gestión.

Resolver, a través del Tribunal de Solución de Controversias Ambientales, en última instancia administrativa, los recursos impugnativos interpuestos con relación a conflictos entre resoluciones o actos administrativos emitidos por las distintas autoridades, relacionados con el manejo de los residuos sólidos.

El Ministerio de Salud está obligado a regular a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) los aspectos técnico-sanitarios del manejo de residuos sólidos incluyendo las actividades de reciclaje, reutilización y recuperación.

También interviene en la aprobación de Impacto Ambiental y emitir una opinión técnica favorable, previamente a la aprobación de los proyectos de plantas de transferencia, tratamiento y rellenos sanitarios.

Para que una empresa sea registrada como empresa comercializadora de residuos sólidos (EC-RS), debe presentar ante la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) los siguientes documentos:

- 1.- Solicitud dirigida al Director General de DIGESA con carácter de declaración jurada.
- 2.- Ficha de registro (otorgada por DIGESA).
- 3.- Copia de la constancia de inscripción de la empresa en los registros públicos o copia de la escritura de constitución de la empresa.
- 4.- Memoria descriptiva de las actividades de comercialización realizadas detallando el manejo específico de los residuos sólidos, según tipo y características particulares, procesamiento, reúso, cartera de clientes, entre otros, firmado por el ingeniero responsable.
- 5.- Planos de distribución de la infraestructura de residuos sólidos.
- 6.- Pago de derecho de trámite (20% de UIT).

### **1.2.2.3 A nivel local**

La actividad de los recicladores es regulada por los gobiernos locales como entes rectores, en el marco de sus atribuciones.

Los programas y proyectos de gestión y manejo de residuos sólidos implementados por los gobiernos locales deben incluir la actividad de los recicladores.

Las autorizaciones o licencias concedidas por los gobiernos locales deben cumplir las normas legales de protección al menor de edad, las madres gestantes, las personas con discapacidad y las personas de la tercera edad, bajo la responsabilidad y costo social.

Las municipalidades provinciales son responsables por la gestión de los residuos sólidos de origen domiciliario, comercial y de aquellas actividades que generen residuos similares a éstos, en todo el ámbito de su jurisdicción.

La municipalidad regula y fiscaliza el manejo y la prestación de los servicios de residuos sólidos de su jurisdicción.

Emite una opinión fundamentada sobre los proyectos de ordenanza distritales referidas al manejo de residuos sólidos, incluyendo la cobranza de arbitrios correspondientes.

Aprueba los proyectos de infraestructura de transferencia, tratamiento y disposición final de residuos sólidos, así como autorizar su funcionamiento.

Promueve y garantiza servicios de residuos sólidos administrados bajo principios, criterios y contabilidad de costos de carácter empresarial.

Suscribe contratos de prestación de servicios de residuos sólidos con las empresas registradas en el Ministerio de Salud.

Los gobiernos regionales brindan una adecuada gestión y manejo de los residuos sólidos en el ámbito de su jurisdicción. Priorizan programas de inversión pública o mixta, para la construcción, puesta en valor o adecuación ambiental y sanitaria de la infraestructura de residuos sólidos en el ámbito de su jurisdicción, en coordinación con las municipalidades provinciales correspondientes.

Las municipalidades distritales son responsables por la prestación de los servicios de recolección y transporte de los residuos sólidos indicados en el artículo anterior y de la limpieza de vías, espacios y monumentos públicos en su jurisdicción. Los residuos sólidos en su totalidad deberán ser conducidos directamente a la planta de tratamiento, transferencia o al lugar de disposición final autorizado por la Municipalidad Provincial, estando obligados los municipios distritales al pago de los derechos correspondientes.

### **1.2.3 Reciclaje de plástico<sup>2</sup>**

Los plásticos juegan un papel importante, se utilizan para la fabricación de productos de uso cotidiano. Representan más del 12% de la cantidad de residuos sólidos urbanos. El uso generalizado de plásticos exige una buena gestión de vida del producto hasta su fin.

Las ventajas que presentan los plásticos frente a otros materiales son las siguientes:

- Debido a su baja densidad son materiales muy ligeros.
- Son materiales fácilmente moldeables, lo que facilita la obtención de productos con formas raras o complejas sin demasiado gasto de energía.
- Suelen ser materiales aislantes tanto térmicamente como eléctricamente.

---

<sup>2</sup> Recuperado de <http://www.ecoticias.com/residuos-reciclaje/19233/Como-se-deben-reciclar-los-plasticos-medio-ambiente-medio-energias-renovables>

- Son resistentes a la corrosión y los ataques de distintos agentes químicos por lo que les hace ser buenos materiales para envases y embalajes.

Pero también existen grandes inconvenientes:

- Durante la fabricación de los productos plásticos se contamina, como cualquier otro proceso industrial.
- Su porcentaje en volumen es elevado, debido a la baja densidad de los mismos, y esto es un problema de espacio tanto en contenedores como en vertederos.
- Existen gran cantidad de plásticos que actualmente no se pueden reciclar pues serían necesarios procesos costosos e incluso imposibles. Si se mezclan distintas familias de plásticos para reciclarlos se obtiene un producto de baja calidad.

El proceso de reciclaje del plástico pasa por varias fases. En primer lugar se recolecta en industrias o en los contenedores de color amarillo, se limpian con productos químicos, se seleccionan por tipo de plástico, y posteriormente se trituran para obtener nueva materia prima, que puede moldearse de nuevo.

Con el reciclaje del plástico conseguimos reducir sensiblemente la cantidad de residuos provocados por botellas, bolsas de plástico o envases de los vertederos. Existe en la actualidad una gran concienciación con las bolsas de plástico tradicionales, que se están sustituyendo de las grandes superficies por otras reciclables o bien por alternativas duraderas como las bolsas de rafia.

El reciclaje comienza en entornos industriales y domésticos, mediante la separación de los materiales. El siguiente paso consiste en la recuperación de estos materiales por las empresas públicas y privadas y su posterior traslado a las plantas de transferencia.

#### 1.2.4 Plásticos más comunes

Los materiales plásticos corresponden a un gran número de productos muy diferentes, tanto por su materia prima como por sus procesos de fabricación y usos.

Para facilitar la identificación de cada polímero, y ayudar a su clasificación para poder implementar sistemas de reciclado, se ha instituido en Código Internacional SPI, que permite identificar de que material específicamente esta hecho un objeto de plástico. El proceso de reciclado y el producto que se obtenga dependerá del tipo de plástico que se recicle.

Código	Siglas	Nombre	Usos
	PET	Tereftalato de Polietileno	Envases de bebidas gaseosas, jugos, jarabes, aceites comestibles, bandejas, artículos de farmacia,

			medicamentos. etc.
	PEAD (HDPE)	Poliétileno de alta densidad	Envases de leche, detergentes, champú, baldes, bolsas, tanques de agua, cajones para pescado, etc.
	PVC	Policloruro de vinilo	Tuberías de agua, desagües, aceites, mangueras, cables, simil cuero, usos médicos como catéteres, bolsas de sangre, etc.
	PEBD (LDPE)	Poliétileno de baja densidad	Bolsas para residuos, usos agrícolas, etc.
	PP	Polipropileno	Envases de alimentos, industria automotriz, artículos de bazar y menaje, bolsas de uso agrícola y cereales, tuberías de agua caliente, films para protección de alimentos, pañales descartables, etc.
	PS	poliestireno	Envases de alimentos congelados, aislante para heladeras, juguetes, rellenos, etc.
	Otros	Resinas epoxídicas Resinas Fenólicas Resinas Amídicas Poliuretano	Adhesivos e industria plástica. Industria de la madera y la carpintería. Elementos moldeados como enchufes, asas de recipientes, etc. Espuma de colchones, rellenos de tapicería, etc.

**Tabla 3: Tabla de Identificación de Materiales plásticos y sus usos más comunes**

	USOS		RECICLADO
	Envases de gaseosa, agua mineral, jugos, aceite comestible, etc.		Filamento para alfombras, vestimenta.

PET			
 PEAD	Envases de leche, detergentes, champú, baldes, etc.		Otros envases
 PVC	Tuberías de agua, desagües, mangueras, cables, etc.		Suelas de zapatos, caños, etc.
 PEBD	Bolsas para residuos, películas industriales.		Film para agricultura
 PP	Envase de alimentos, industria automotriz, etc.		Tuberías, artículos para industria automotriz, etc.
 PS	Envases de alimentos congelados, juguetes, etc.		macetas, etc.

**Tabla 4: Usos de la distinta clasificación de plásticos y su respectivo producto derivado del reciclado.**

### 1.2.5 Tipos de reciclaje

Existen una gran variedad de tipos de reciclaje, clasificados según los tipos de materiales como: plástico, papel, baterías de pila, etc. En dicho apartado solo se hablara de los tipos de reciclaje para el plástico<sup>3</sup>.

**Reciclaje mecánico**<sup>4</sup>: Proceso físico mediante el cual el plástico post-consumo o industrial también llamado scrap es recuperado, permitiendo su posterior utilización. Dicho proceso cuenta con las siguientes etapas:

- ✓ Acopio de material: Consiste en la recolección de la materia prima.
- ✓ Reducción de tamaño: Consiste en la reducción del volumen, mediante un molido del material recolectado

<sup>3</sup> Recuperado de [http://www.eis.uva.es/~macromol/curso04-05/reciclado\\_auto/tiposdereciclado.htm](http://www.eis.uva.es/~macromol/curso04-05/reciclado_auto/tiposdereciclado.htm)

<sup>4</sup> Recuperado de [http://www.eis.uva.es/~macromol/curso05-06/pet/reciclado\\_reciclado%20mecanico.htm](http://www.eis.uva.es/~macromol/curso05-06/pet/reciclado_reciclado%20mecanico.htm)

- ✓ Separación: Consiste en separar los diversos tipos de plástico, e incluso de papel, vidrio u otro material que haya estado dentro de la mezcla, para que el procesos posterior no se vea afectado por una variedad de insumos
- ✓ Lavado: Consiste en la eliminación de cualquier tipo de impureza que pueda contener. En caso el plástico este muy contaminado se puede hacer uso de hidrociclones<sup>5</sup>.
- ✓ Secado: Consiste en eliminar el remanente de humedad del material, para que este pueda ser procesado. Dicho proceso puede ser realizado mediante secadores centrifugados.
- ✓ Peletizado: Consiste en que la materia prima obtenida después de pasar por los procesos previamente mencionados, pueden ser vendidos o convertidos a pellet<sup>6</sup>
- ✓ Extrusión: Proceso desarrollado para dar una homogenización al material, resultado que se logra después de una extrusión para que el plástico sea fundido.

Entre las ventajas que ofrece dicho método tenemos:

- ✓ Se requiere de inversión moderada, respecto a las de reciclaje químico.
- ✓ Genera un producto de mayor valor agregado, siendo materia prima de productos de uso final, generando fuentes de trabajo en todo el flujo del proceso de reciclado.
- ✓ Existe mercado para este material molido y limpiado, como insumo o materia prima para producir otros artículos de uso final.

**Reciclaje químico:** Consiste en obtener la materia prima básica para ser usada en la fabricación de nuevos elementos. Se puede obtener con cualquiera de los siguientes procesos:

- ✓ Hidrogenación: Consiste en aplicar calor e hidrogeno al plástico hasta convertirlo en petróleo sintético.
- ✓ Gasificación: Consiste en calentar al plástico a partir de oxigeno o aire para obtener hidrogeno y monóxido de carbono, que es utilizado para la producción de nuevos materiales.
- ✓ Pirolisis: Consiste en elevar su temperatura al vacío, lo que permite hidrocarburos, aptos para ser aplicados en la refinería<sup>7</sup>.

Entre las ventajas que ofrece dicho método tenemos:

- ✓ No necesita de un proceso de selección o lavado previo.
- ✓ No necesitar eliminar tapas o etiquetas necesarias.
- ✓ Las plantas convencionales de reciclaje pueden ser adaptadas para dicho proceso.

---

<sup>5</sup> Hidrociclones: Consiste en la separación de suspensión solido-liquido.

<sup>6</sup> Pellet: pequeñas concentraciones de resina.

<sup>7</sup> Recuperado de <http://www.tipos.co/tipos-de-reciclaje/>

### 1.2.6 Propiedades del plástico reciclado

Los plásticos pueden obtener casi las mismas funcionalidades a través de readitivar dicha materia prima. Sin embargo su calidad disminuirá después de un pasar por un proceso de reciclado.

Propiedad	Disminución de la densidad	Aumento del índice de fluencia
Elongación a la rotura	Disminuye mucho	Disminuye
Módulo E	Disminuye mucho	Disminuye
Dureza	Disminuye	Disminuye poco
Temperatura de fusión	Disminuye	Casi no cambia
Temperatura máxima de uso	Disminuye	Disminuye poco
Temperatura de fragilización	Aumenta	Aumenta
Resistencia al impacto	Disminuye	Disminuye mucho
Hinchamiento	Aumenta mucho	Aumenta poco
Permeabilidad	Aumenta	Aumenta
Tensofisuración	Disminuye	Aumenta
Transparencia	Aumenta	No cambia
Fluidez	Aumenta poco	Aumenta mucho

**Tabla 5: Influencia en las propiedades de plástico posterior al reciclaje<sup>8</sup>.**

Dichos resultados se obtuvieron a partir de un estudio realizado en Argentina, que demuestra los cambios en las propiedades de los plásticos luego de ser reciclados<sup>9</sup>.

### 1.2.7 Situación actual del reciclaje en el Perú

Actualmente no existen políticas sectoriales que logren aprovechar el potencial del negocio de reciclaje en nuestro país. A pesar de que la producción de basura creció al triple de rápido que la economía peruana, y las empresas involucradas en el campo del reciclaje aumento un 119% en los últimos 3 años, aun no se logra aprovechar todo su potencial.

Mientras que en el ámbito internacional la industria del reciclaje es muy rentable, acá dicha oportunidad es totalmente desperdiciada limitada a una gran red de familias de

<sup>8</sup> Recuperado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/peru/argres027.pdf>

<sup>9</sup> Propiedades de los plásticos reciclados. Recuperado de [http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1\\_63\\_186\\_28\\_558.pdf](http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_63_186_28_558.pdf)

reciclables (aproximadamente 108 000 familias<sup>10</sup>) informales que tienen procesos manuales que normalmente trabajan en condiciones desfavorables pudiendo contraer enfermedades, pero con un amplio conocimiento del reciclaje que no logran aprovechar al no contar con la capacidad de obtener procesos más eficientes.

En el Perú predominan los siguientes tipos de empresas de reciclaje de plásticos:

- ✓ Empresas de molienda.
- ✓ Empresas de aglomerado.
- ✓ Empresas de paletizado.
- ✓ Empresas de moldeo por inyección, soplado y extrusión.

Los tipos de plásticos que se comercializan son:

- ✓ Polietileno tereftalato (PET): principalmente envases de bebidas gaseosas.
- ✓ Polietileno de alta densidad (HDPE) y de baja densidad (LDPE): bidones, bateas, contenedores industriales, bolsas industriales y de supermercado, etc.
- ✓ Policloruro de vinilo (PVC): muebles de jardín, tubos de caños, zapatillas, etc.
- ✓ Polipropileno (PP): envases de yogurt y alimentos.
- ✓ Poliestireno (PS): envases descartables y otros.

Actualmente los residuos plásticos con mayor demanda en el mercado limeño son los plásticos PET transparente (el color verde no tiene mucha demanda porque su volumen de comercialización es mínimo), los mixtos (PEBD, PEAD y PP), y el PVC<sup>11</sup>.

En el Perú las municipalidades que más gastan en tema de reciclaje es de 1 sol diario por habitante, mientras que en regiones menos pudientes se puede llegar a gastos de 10 céntimos diarios por habitante, lo que trae como resultado un manejo muy ineficiente del reciclaje.

En el 2011, la producción nacional de basura fue de 7.2 millones de toneladas, el 45% de este se generó en Lima. De toda esta basura el 82% se puede reciclar, siendo solo el 2.5% reciclado.

En países como Alemania, se reutiliza el 47% de sus desperdicios y en Francia, la industria del reciclaje alcanza los 379 millones de dólares, generando cerca de 28 mil empleos<sup>12</sup>.

---

<sup>10</sup> Entrevista a Luis Triveño. Recuperado de <http://gestion.pe/tendencias/negocio-reciclaje-oportunidad-que-esta-lejos-despegar-peru-2099975>

<sup>11</sup> Recuperado de [http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1\\_63\\_186\\_28\\_558.pdf](http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_63_186_28_558.pdf)

<sup>12</sup> Recuperado de <http://gestion.pe/tendencias/negocio-reciclaje-oportunidad-que-esta-lejos-despegar-peru-2099975>

## 1.3 Problemas relacionados con el plástico

### 1.3.1 Desechos plásticos en el Perú

- ✓ Limitan el tiempo de vida útil de los rellenos sanitarios del país, trayendo consigo mayor contaminación de los ecosistemas<sup>13</sup>.
- ✓ Amplios terrenos de basura a simple vista de las personas, generadores de malos olores para el organismo.

### 1.3.2 Situación en otros países

- ✓ Su bajo precio hace que una persona se deshaga rápidamente de él, y su larga existencia hace que perdure en el medio ambiente durante largos periodos de tiempo.
- ✓ En el 2010 se vertieron 8 millones de toneladas de plástico al mar desde 192 países, generando graves problemas al ecosistema acuático, que puede traer consigo la extinción de algunas de sus especies (están matando a más de 1 millón de aves marinas y unos 100 mil mamíferos y tortugas marinas cada año)<sup>14</sup>.

China es el primer país que mayor contaminación de plástico genera, seguido por Indonesia y Filipinas<sup>15</sup>.

### 1.3.3 Problemas medio ambientales

Su impacto ambiental es muy importante debido a:

- ✓ Su resistencia la degradación, circunstancia que motiva su acumulación en los vertederos.
- ✓ Su baja densidad es causa de un mayor impacto visual y una elevación en el coste de su recolección y transporte.
- ✓ Los plásticos contienen usualmente una variedad de aditivos como estabilizadores, agentes reforzantes, plastificantes, etc. los cuales pueden generar efectos ambientales. Por ejemplo: el cadmio se encuentra frecuentemente, cuyas sales son altamente tóxicas.
- ✓ La separación de los objetos de plástico de los residuos municipales resulta costosa.
- ✓ El plástico es un material que el planeta no puede digerir, ya que tarda mucho tiempo en descomponerse.
- ✓ Los plásticos que entran en contacto con los alimentos envenenan a los seres humanos, al contener algunos aditivos tóxicos, como el disruptor endocrino bisfenol A, que contamina la sangre de más del 90% de la población, incluyendo a niños recién nacidos.

Contaminan los mares y costas del planeta, al irse fragmentando en trozos cada vez

---

<sup>13</sup> Recuperado de

<http://www.peru2021.org/repositorioaps/0/0/par/albinaruizexporse/albina%20ruiz%20reciclar%20para%20la%20sostenibilidad.pdf>

<sup>14</sup> Recuperado de <http://nu2.es/listas/reportajes/el-problema-del-plastico/>

<sup>15</sup> Recuperado de [http://elpais.com/elpais/2015/02/12/ciencia/1423754724\\_622856.html](http://elpais.com/elpais/2015/02/12/ciencia/1423754724_622856.html)

más pequeños que atraen y acumulan toxinas<sup>16</sup>.

## 1.4. Los bloques

Son bloques utilizados principalmente para pavimentación del tránsito peatonal y vehicular. De acuerdo al que se utilice, habrá variaciones en sus dimensiones.

### 1.4.1. Forma, tamaño y color

Los bloques convencionales utilizados para uso peatonal son piezas macizas de hormigón y prefabricados con paredes verticales que les permite ajustarse unos con otros. Esto, les permite formar una superficie completa. En ellos se observan los siguientes elementos:

- ✓ **Cara superior e inferior:** La cara superior es la superficie de desgaste, sobre la cual circula el tránsito. Mientras que la inferior, es la que estará sobre la capa de arena, que es la base sobre la cual se ponen estos bloques dependiendo del suelo.
- ✓ **Caras laterales o paredes:** Son rectas y verticales, ayudan a determinar el volumen y espesor del bloque. Permiten el acoplamiento entre los bloques.
- ✓ **Aristas:** Son los quiebres de las caras laterales. Pueden tener un biselado para mejorar su manejo y apariencia, pero este no debe exceder a 1 cm de ancho.
- ✓ **Espesor:** Se fabrican entre 4 a 6 cm para uso peatonal y vehicular liviano; de 6 a 10 cm para tránsito medio y pesado; y de 10 a más cm para tránsito muy pesado.
- ✓ **Dimensiones:** Se espera que las dimensiones en largo (20 cm) y ancho (10 cm) no difieran hasta máximo 1.6 mm entre unos y otros. Mientras que, 3.2 mm en el espesor.
- ✓ **Superficie:** La rugosidad y color se determina en la negociación de compra, no hay nada preestablecido para esta característica.

### 1.4.2. Requisitos de adoquines de concreto según la NTP 399.611

- ✓ Uno muy importante para la elaboración de adoquines es la resistencia a la compresión, que dependerá del uso y espesor.

Tipo	Espesor	Valor
Tipo I	4 - 6 cm	Mayor a 31 MPa
Tipo II	6 cm	Mayor a 35 MPa
	8 cm	Mayor a 37 MPa
	10 cm	Mayor a 41 MPa

<sup>16</sup> Recuperado de <http://www.ecointeligencia.com/2013/09/contaminacion-plastico-fronteras/>

Tipo III	De 10 cm a mas	Mayor a 55 MPa
----------	----------------	----------------

- ✓ La absorción es menor al 5% como promedio, debido a que se quiere impedir que el agua deteriore de forma más rápida este material.
- ✓ La variación que puede haber en el largo y ancho es de 1.6 mm y en el espesor podrá ser de un máximo de 3.2 mm.

### 1.4.3. Componentes<sup>17</sup>

- ✓ **Cemento:** Debe cumplir con las NTP 334.009<sup>18</sup>, 334.082<sup>19</sup> y NTP 334.090.

#### Requisitos Físicos

REQUISITOS	Método de ensayo NTP	TIPO DE CEMENTO <sup>A</sup>					
		I	II	II(MH)	III	IV	V
Contenido de aire del mortero <sup>B</sup> volumen %: Máx. Mín.	334.048	12 -	12 -	12 -	12 -	12 -	12 -
Finura, <sup>C</sup> Superficie Específica, (m <sup>2</sup> /kg) (Métodos alternativos): Ensayo de Turbidímetro Mín. Max.	334.072	150 -	150 -	150 245 <sup>D</sup>	- -	150 245	150 -
Ensayo de Permeabilidad al aire Mín. Max.	334.002	260 -	260 -	260 430 <sup>D</sup>	- -	260 430	260 -
Expansión en autoclave, Max., %	334.004	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Resistencia, no menor que los valores mostrados para las edades indicadas a continuación: Resistencia a la compresión, MPa	334.051						
1 día		-	-	-	12,0	-	-
3 días		12,0	10,0	10,0 7,0 <sup>F</sup>	24,0	-	8,0
7 días		19,0	17,0	17,0 12,0 <sup>F</sup>	-	7,0	15,0
28 días		-	-	-	-	17,0	21,0
Tiempo de fraguado Ensayo de Vicat <sup>G</sup> , minutos Tiempo de fraguado: no menor que: Tiempo de fraguado: no mayor que:	334.006	45 375	45 375	45 375	45 375	45 375	45 375

<sup>17</sup> Recuperado de <http://www.cegment.co/uploads/biblioteca/NT%204-17%20pdf%20026%20%20Baja.pdf>

<sup>18</sup> Recuperado de <http://bvirtual.indecopi.gob.pe/normas/334.009.pdf>

<sup>19</sup> Recuperado de <http://myslide.es/documents/ntp-334082.html>

## Requisitos Químicos

REQUISITOS	MÉTODO DE ENSAYO APLICABLE	TIPO DE CEMENTO <sup>A</sup>						
		I	II	II(MH)	III	IV	V	
Oxido de aluminio, (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), máx. %	NTP 334.086	-	6,0	6,0	-	-	-	
Oxido férrico, (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), máx. %		-	6,0 <sup>B</sup>	6,0 <sup>B,C</sup>	-	6,5	-	
Oxido de magnesio, (MgO), máx. %		6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	
Trióxido de azufre, (SO <sub>3</sub> ), <sup>D</sup> máx. %								
Cuando (C <sub>3</sub> A) <sup>E</sup> es 8% o menos		3,0	3,0	3,0	3,5	2,3	2,3	
Cuando (C <sub>3</sub> A) <sup>E</sup> es más del 8%		3,5	<sup>F</sup>	<sup>F</sup>	4,5	<sup>F</sup>	<sup>F</sup>	
Pérdida por ignición, máx. %		3,0	3,0	3,0	3,0	2,5	3,0	
Residuo insoluble, máx. %		0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	
Silicato tricálcico, (C <sub>3</sub> S) <sup>E</sup> , máx. %		Véase Anexo A1	-	-	-	-	35 <sup>C</sup>	-
Silicato dicálcico, (C <sub>2</sub> S) <sup>E</sup> , mín. %			-	-	-	-	40 <sup>C</sup>	-
Aluminato tricálcico (C <sub>3</sub> A) <sup>E</sup> , máx. %	-		8	8	15	7 <sup>C</sup>	5 <sup>B</sup>	
Suma de C <sub>3</sub> S + 4,75C <sub>3</sub> A <sup>G</sup> , máx. %	-		-	100 <sup>C,H</sup>	-	-	-	
Alumino-ferrito tetracálcico, más dos veces el aluminato tricálcico (C <sub>4</sub> AF+2(C <sub>3</sub> A)), ó solución sólida, (C <sub>4</sub> AF + C <sub>2</sub> F), como sea aplicable, máx. %	-		-	-	-	-	25 <sup>B</sup>	

- ✓ **Agua de mezcla:** Cumplir con a NTP 339.088<sup>20</sup>.

### Concentraci3n máxima de la mezcla combinada

Concentraci3n máxima de la mezcla combinada	Limite
Cloruro como Cl, ppm en concreto pretensado, tableros de puentes o designados de otra manera.	500
Cloruro como Cl, ppm otros concretos reforzados en ambientes húmedos	1000
Sulfatos, ppm	3000
Álcalis, ppm	600
Sólidos totales por masa, ppm	50000

### Métodos de Ensayo

NTP 339.076
NTP 339.076
NTP 339.074
ASTM C 114
ASTM C 1603

- ✓ **Agregados:** Requisitos establecidos en la NTP 400.037.
- Deberá tener una granulometría preferentemente continua, con valores retenidos en las mallas N° 4 a N° 100 de la serie Tyler.
  - El agregado fino no deberá tener más del 45% retenido en dos tamices consecutivos; y su módulo de fineza no deberá ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1.

<sup>20</sup> Recuperado de <http://es.slideshare.net/kiaramirellaporrascrisostomo/norma-tecnica-peruana-339088?related=1>

- Es recomendable que la granulometría se encuentre dentro de los límites de la siguiente tabla:

Tamiz	% Que atraviesa el tamiz
$\frac{3}{8}$ " (9.500mm)	100
Nº 4 (4.750mm)	95 – 100
Nº 8 (2.360mm)	80 – 100
Nº 16 (1.180mm)	50 – 85
Nº 30 (600.000um)	25 – 60
Nº 50 (300.000um)	10 – 30
Nº 100 (150.000um)	2 - 10

**Tabla 6: Tabla de límites permitidos**

## CAPÍTULO 2: PROCESO DE FABRICACIÓN DE BLOQUES

### 2.1. Antecedentes<sup>21</sup>:

Aunque no se tienen los datos exactos, se sabe que la utilización de estos bloques data de aproximadamente 20 siglos. Esto se debió a la necesidad sentida por el hombre de tener vías durables y seguras donde no haya dificultad para desplazarse en cualquier época del año.

Así, mientras iban evolucionando las carretas de tracción animal, también se iba perfeccionando las superficies que estas recorrían, de tal manera que estos bloques iban encajando unos con otros.

Adoquín proviene de la palabra árabe "ad-dukkan" que significa piedra cuadrada o escuadra. Los primeros adoquines fueron elaborados solamente de piedra, y pese a ello se mantienen aunque no se encuentran en servicio.

La razón por la cual decayó el uso de adoquines de solo piedra fue por la aparición de los automóviles y la urbanización del siglo XIX, esto hizo que la demanda aumentará y no fuera factible hacer tallado de una gran cantidad de piedras. Para lograr abastecerla fue necesario utilizar adoquines elaborados de otro material como arcilla cocida o madera. La madera dejó de utilizarse debido al corto ciclo de vida que tenía el producto final, mientras que la arcilla cocida se empezó a utilizar para la reconstrucción viviendas en Europa tras la segunda guerra mundial. Desde ahí fue que se empezó a utilizar moldes para adoquines de concreto.

Estos últimos tienen mayor durabilidad que sus predecesores. Además, su elaboración se industrializó por una empresa Alemana a partir de máquinas vibrocompresoras. No tardó en popularizarse por todo el mundo debido a sus múltiples aplicaciones en: andenes, zonas peatonales, plazas, calles, avenidas y en pequeñas comunidades.

Actualmente, se busca que los productos más utilizados tengan en su composición materiales reciclados, y con esto, buscar mitigar la gran cantidad de residuos sólidos que generamos de forma constante. Algunos ejemplos de bloques ecológicos son:

#### 2.1.1. A nivel mundial

**Calstar Products:** Empresa estadounidense dedicada a la fabricación de productos sostenibles para la fabricación. Utiliza reciclado de materiales post-industriales. Su sede principal es en Silicon Valley y tiene una planta de producción en Wisconsin.<sup>22</sup>

---

<sup>21</sup> Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, A.C. (2015, Mayo 05). Las Posibilidades del Concreto. imcyt, I, 4. 2015, Octubre 20, De CYT Base de datos.

Su adoquín está elaborado con aproximadamente un 40% de materiales reciclados, esto favorece a ahorrar energía debido a que no es necesario un elevado poder calorífico para el aglutinante. La energía que utilizan esta entre un 50% a 70% inferior al de los adoquines elaborados con arcilla.

Se utiliza principalmente en aparcamientos, plazas y calles debido a que tiene características permeables. Las dimensiones de estos bloques son 12.7 x 25.4 x 8cm.

Entre las ventajas de sus procesos y el producto tienen:

- Utilización de materiales reciclados
- Reduce las emisiones de CO2.
- Reduce la cantidad de energía gastada.

**Ecotelhado:** Empresa colombiana dedicada a la ejecución e interventoría en proyectos de ingeniería. Posee más de 35 años de experiencia en el mercado y está comprometida con el desarrollo sostenible, por lo que busca mitigar el impacto ambiental, reducir los niveles de CO2 y promover el diseño sostenible<sup>23</sup>.

Estos "adoquines" ayudan en la prevención de inundaciones, reducción del efecto "isla de calor"<sup>24</sup>, recarga de acuíferos subterráneos, aumenta e filtrado y tratamiento del agua de lluvia por medio de la retención de las partículas en suspensión, como el fósforo, nitrógeno e hidrocarburos<sup>25</sup>.

Estos bloques están formados por una rejilla alveolar de plástico reciclado. Poseen unas dimensiones de 49 centímetros de largo, 39 de ancho y 2,5 de espesor. Son de color negro y pesan alrededor de 40 gramos. Se les puede dar un acabado con gravilla, grama, neumático reciclado u otros materiales.<sup>26</sup>

**Tubos Colmenar<sup>27</sup>:** Empresa española ubicada en Madrid dedicada a la fabricación de tubos y pozos de hormigón en masa, armados y con fibra. La mayor variedad de sus productos van orientados a canalizaciones. Además, dispone de una línea de pavimentos ecológicos que eliminan las sustancias tóxicas del ambiente.

Sus adoquines ecológicos están prefabricados de hormigón, su elaboración cumple con las normas europeas EN 1338:2004 y el complemento español 127338:2007. Son de doble capa, macizos con un núcleo de hormigón, y mortero de cemento en su capa vista.

---

<sup>22</sup> Calstar. (2014). Hardscape Collection. 2015, Octubre 20, de Calstar Sitio web: Hardscape Collection.

<sup>23</sup> Ecotelhado. (2013). 21 de Octubre de 2015, de Ecotelhado Colombia Sitio web: <http://ecotelhado.com.co/#nosotros-infraestructura-verde-urbana-ecotelhado-ingecontrol>

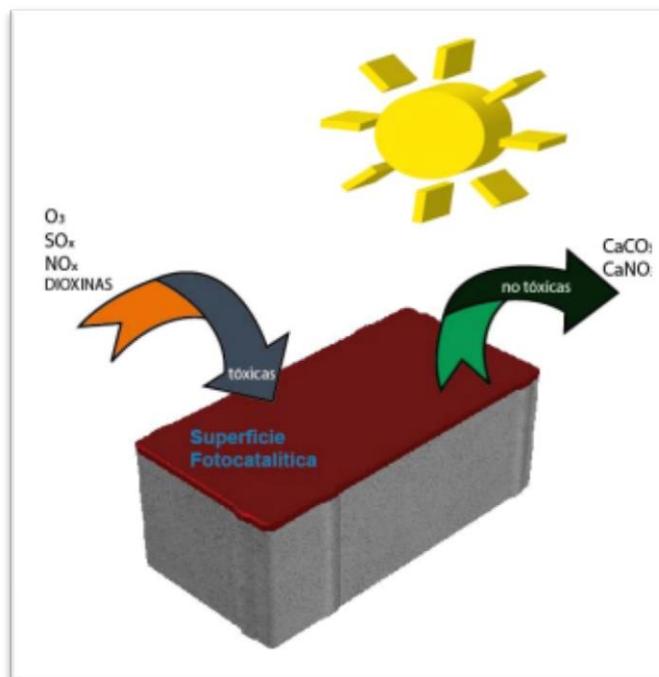
<sup>24</sup> Fenómeno que se produce en áreas desarrolladas, como consecuencia de la sustitución del manto del terreno natural con pavimentaciones, edificios, calles, aparcamientos, etc., lo que determina un aumento de la temperatura externa.

<sup>25</sup> Ecotelhado. (2013). Ventajas del adoquín ecológico. 21 de Octubre de 2015, de Ecotelhado Sitio web: <http://ecotelhado.com.co/ventajas-del-adoquin-ecologico/>

<sup>26</sup> Ecotelhado. (2013). Ficha técnica de adoquines ecológicos. 21 de Octubre de 2015, de Ecotelhado Sitio web: <http://ecotelhado.com.co/beneficios-del-ecopavimento-o-pavimento-permeable/>

<sup>27</sup> Anónimo. (2014). Adoquines Ecológicos. Octubre 15, 2015, de Tubos Colmenar Sitio web: [www.tuboscolmenar.es](http://www.tuboscolmenar.es)

Lo innovador de su línea de producción en pavimentación es el uso de la fotocatalisis, el cual por medio de los rayos ultravioleta sobre un semiconductor (componente del bloque) degrada la materia orgánica en contacto con él. Según esta reacción, se logra mitigar la contaminación producida por los automóviles tales como: NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, etc; y volverlos no perjudiciales para la salud como por ejemplo: CaCO<sub>3</sub> y CaNO<sub>3</sub>.



**Ilustración 1: Funcionamiento de los adoquines Colmenar**

**Casas con bloques de papel reciclado en Córdoba, Argentina<sup>28</sup>:** El Centro de Vivienda Económica (CEVE) de Córdoba, con la colaboración de la agencia alemana GTZ ha desarrollado ladrillos, bloques y placas a base de papel reciclado, con la finalidad de manejar nuevos materiales económicos para la solución del problema habitacional que existe en esa región. Para ello, ha surgido la iniciativa de realizar Proyectos Habitacionales destinados sobre todo a personas de bajos recursos.

El CEVE afirma que este material tiene la misma resistencia, pero con la ventaja de ser 70 % más liviano que los materiales tradicionales e incluso lo cataloga como un excelente aislante térmico. Los primeros prototipos fueron seis viviendas de tres por seis metros de una sola habitación con estructura antisísmica.

<sup>28</sup> Centro Experimental de la Vivienda Económica. (2015). Investigación, experimentación, desarrollo y transferencia de tecnologías de construcción y gestión integral del hábitat. 23 de Octubre de 2015, de CEVE Sitio web: <http://www.ceve.org.ar/>



**Ilustración 2: Placas elaboradas con materiales reciclado**

**Wat Pa Maha Chedio Kaew - El Templo del vidrio reciclado, Sisaket - Tailandia<sup>29</sup>:** El templo, que se encuentra en Tailandia, en la provincia de Sisaket, aproximadamente 370 millas al noroeste de Bangkok está construido con más de un millón de botellas de vidrio reciclado, por lo que es fiel a su apodo: "WatLanKwad" o "Templo del millón de botellas".

Su construcción comenzó en 1984, cuando los monjes usaron este material para decorar sus viviendas, lo que atrajo a muchas personas a donar las botellas necesarias para levantar el templo. Este lugar ofrece todas las instalaciones de un templo, incluido el crematorio.

---

<sup>29</sup> Creando hábitat. (2009). Templo Tailandes construido con un millon de botellas recicladas. 23 de Octubre de 2015, Sitio web: <http://creandohabitat.blogspot.pe/2009/01/templo-tailandes-construido-con-un.html>



**Ilustración 3: Vista exterior del Templo Wat Pa Maha Chedio Kaew**

**ECO - TEC "Casa ecológica", Honduras<sup>30</sup>:** Eco-Tec es el resultado de la utilización de basura como material de construcción por parte del alemán Andreas Froese. Cerca del 70% de sus obras están compuestas por botellas plásticas rellenas con arena.

Se utilizaron aproximadamente 8000 botellas para la construcción de una "casa ecológica" en Honduras. Además, esta contiene un "techo verde" de 102 m<sup>2</sup> que al mojarse puede pesar hasta 30 toneladas métricas, lo que pone a prueba la resistencia de las paredes de botellas.

---

<sup>30</sup> Green Diary. Amazing houses made from recycled plastic bottles. 23 de Octubre de 2015, de Green Diary  
Sitio web: <http://www.greendiary.com/amazing-houses-made-from-recycled-plastic-bottles.html>



**Ilustración 4: Vista exterior de "Casa ecológica Eco-Tec"**



**Ilustración 5: Construcción de vivienda ecológica**

Además, las exposiciones internacionales como la EXPO92 de Sevilla, ha servido para que los arquitectos enfoquen la tecnología del cartón hacia la arquitectura, promoviendo el reciclaje y la reutilización de ese material. La aplicación de la arquitectura del cartón en nido de abeja es excelente para mobiliario, decoración y edificación. A continuación se muestran unos ejemplos de edificaciones elaboradas empleando este material:



**Ilustración 6: Módulo realizado por el arquitecto Rentaro Nishimura en Cambridge**  
Fuente: Artículo de "Arquitectura reciclable"<sup>31</sup>



**Ilustración 7: Sala de reuniones de cartón reciclado, diseñado por Liam Hopkins**

---

<sup>31</sup> Félix Escrig y José Sánchez. (2011). Arquitectura reciclable y transportable. 22 de Octubre de 2015, de Editorial Starbooks Sitio web: <http://es.scribd.com/doc/86064727/2011-3-Arquitectura-reciclable>

### 2.1.2. A nivel nacional

Según Gamaliel Velarde Romero, experto en proyectos ecológicos, el 70% de la contaminación en el Perú lo genera la construcción tradicional de viviendas. Por ello el gran interés en reducir la cantidad de contaminación generada por esta actividad, a través de la reutilización de los desechos generados para construir "casas ecológicas", las cuales se caracterizan por disminuir el uso de ladrillos convencionales, concreto y, sobre todo, asbesto o combustibles, pues son altamente contaminantes.

A continuación se presentan algunos ejemplos de construcciones ecológicas en nuestros país:

**Bloques de cemento San Jerónimo - Cuzco**<sup>32</sup>: Esta empresa productora de ladrillos y bloques de concreto se compromete por reducir su impacto en el medio ambiente y, busca evaluar, cuantificar y comparar su emisión de residuos durante sus procesos productivos, para la toma de decisiones de las asociaciones de productores y entes gubernamentales.

**Carabaylo, Lima**: El Consejo Peruano de Construcción Sostenible y Eco Green presentaron, en Octubre del 2011, la primera casa ecológica del Perú, construida en la urbanización Arboleda del distrito de Carabaylo. Dicha casa fue levantada con materiales de construcción reciclados como el acero galvanizado, indicó Owen Reynolds, gerente de Eco House, empresa encargada de la edificación y diseño.

Según Owen, en la urbanización existen 10 mil lotes, de los cuales Eco House pretende construir al menos el 5%. Estas casas buscan el ahorro de energía, el innecesario uso de materiales de construcción contaminantes y, además, presentan una estética única y agradable.<sup>33</sup>

**Casa ecológica en Arequipa**: Un grupo multidisciplinario de especialistas de la ciudad de Arequipa construyeron en Marzo de este año, una de las más notables casas ecológicas del Perú. La nueva propuesta contempla el uso de material termal reciclando hojuelas de madera para fabricar las planchas para la casa.

Estas, cuentan con un proceso de fabricación que las hace resistentes al agua, la humedad, evita la proliferación de hongos y termitas y, evita la propagación del fuego.

el grado de resistencia de estas viviendas es superior a las tradicionales. "Las construcciones nobles (de cemento y ladrillo) colapsaría irremediablemente en un terremoto

---

<sup>32</sup> San Jerónimo SA.. Estudio de análisis de ciclo de vida de ladrillos y bloques de concreto San Jerónimo - Cuzco. 22 de Octubre de 2015. Sitio web: [http://www.redladrilleras.net/documentos\\_galeria/Ciclo%20de%20vida.pdf](http://www.redladrilleras.net/documentos_galeria/Ciclo%20de%20vida.pdf)

<sup>33</sup> SPDA Actualidad ambiental. (2011). Primera casa ecológica del Perú fue construida en Carabaylo. 23 de Octubre de 2015, de SPDA Actualidad ambiental Sitio web: <http://www.actualidadambiental.pe/?p=12526>

de 8.5 grados en la escala de Richter. Sin embargo, estas casas ecológicas resistirían hasta un sismo de 9.5.

La construcción de una vivienda convencional en 100 m<sup>2</sup> cuesta en promedio 48 mil dólares (todos los acabados incluidos), y puede tardar hasta 5 meses. Además genera cerca de 6 toneladas de desechos que contaminan el medio ambiente.

Mientras tanto, el costo de una casa ecológica de iguales proporciones y acabados es de 32 mil dólares aproximadamente. Su construcción tarda apenas dos meses y no genera desechos, pues todo es reutilizable.

Además de ahorrar en la edificación de la vivienda, a futuro los habitantes no tendrán que pagar el servicio de fluido eléctrico, pues la casa genera su propia energía para la iluminación, uso de artefactos electrónicos, agua caliente, calefacción, aire acondicionado, etc. La explicación es simple: los techos de la vivienda tiene baterías incorporadas que se cargan con el sol durante el día en regiones como Arequipa.<sup>34</sup>



**Ilustración 8: Vista exterior de casa ecológica en Arequipa**

---

<sup>34</sup> Johnny Tapia H. - Diario Correo. (2015). Construyen primera casa ecológica en el Perú. 23 de Octubre de 2015, de Diario Correo Sitio web: <http://diariocorreo.pe/ciudad/arequipa-construyen-primera-casa-ecologica-en-el-peru-568558/>

## 2.2. Características técnicas de los bloques:

### 2.3. Diseño del proceso de fabricación<sup>35</sup>

Se ha optado por un diseño de una planta semi-automática con producción en línea, ya que la capacidad de producción de este diseño logra satisfacer la demanda de la región.

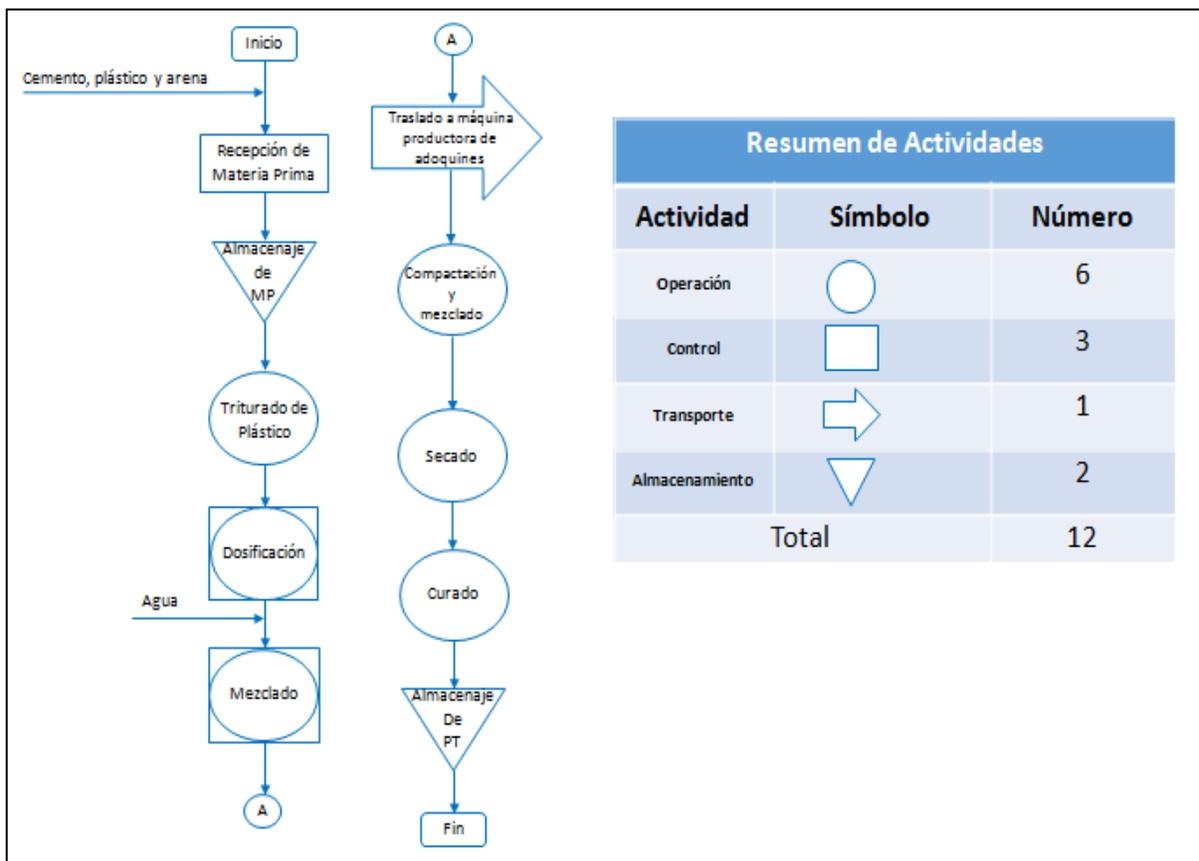
- Producción en línea: Se utilizara un proceso de producción en línea que consiste en que los elementos que componen el proceso productivo están ordenados según la secuencia lógica de operaciones sucesivas según el proceso de transformación que se requiere<sup>36</sup>.
- Compra de materia prima: Primera operación en el proceso de fabricación. Consiste en la compra de la materia prima (plástico, cemento, arena) a los proveedores con los cuales hemos formalizado un contrato, donde se asegure la calidad de adquisición de la materia prima.
- Almacenaje: Una vez adquirida la materia prima, esta es llevada por los camiones a un almacén dividido en 3 secciones (cada sección tiene una pequeña pared delgada de separación), donde a cada materia prima le corresponde una sección. Esto se hace con la finalidad de evitar mezclas que puedan afectar la proporción de los diversos insumos a usar y además, mantener un mejor orden de los mismos. La ubicación de dicho almacén es cerca la operación de mezclado para reducir tiempos de transporte.
- Dosificado: Operación que consiste en sacar las proporciones correctas cada materia prima a mezclar.
- Mezclado: Operación que consiste en dos etapas:
  - Primera etapa: La materia prima separada es vertida en el mezclador, el cual a través de giros realiza una primera mezcla en forma seca para lograr una homogeneidad en toda la mezcla.
  - Segunda etapa: Una vez homogeneizada se agrega el agua necesaria para que llegue al nivel de humedad pre establecidos en nuestros paneles (Sensores de humedad ubicados en las mezcladoras), entonces se realiza una segunda mezcla en un periodo de tiempo adicional.

---

<sup>35</sup> Morales, E. (Octubre 8, 2012). Planta de producción de bloques y adoquines de concreto. Octubre 20, 2015, Sitio web: <https://www.youtube.com/watch?v=CU9CuxLcF-wy>  
(s.n). (abril 4, 2014). Proceso de fabricación de Blocks – Industrial Aguayo. Octubre 20, 2015, de Industrias Aguayo Sitio web: [https://www.youtube.com/watch?v=95\\_FV\\_\\_\\_M3U](https://www.youtube.com/watch?v=95_FV___M3U)

<sup>36</sup> Pabón, N. (2011). Estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de adoquines, ubicada en el barrio Santa Lucía del Retorno, Cantón Ibarra provincia de Imbabura. Tesis de pregrado en Ingeniería Comercial. Universidad Politécnica Salesiana. Facultad de Ciencias Administrativas. Programa académico de Administración de Empresas. Quito, Ecuador.

- Moldeado y compactado: La mezcla es llevada a los moldes ubicados en la maquina productora de adoquines para que sean llenados, vibrados y compactados sobre parihuelas en la base para así obtener el producto final.
- Secado: Una vez obtenido los adoquines en las parihuelas son trasladadas al área de secado donde es dejado por 1 día.
- Curado: Proceso que consiste en mantener los adoquines en un ambiente controlado durante 3 a 5 días a una temperatura aproximadamente de 20°C elevando la humedad para así lograr la resistencia deseada.
- Almacén de producto terminado: Última etapa del proceso de producción donde los adoquines son almacenados hasta su traslado del producto al cliente.



**Ilustración 9: Diagrama de flujo del proceso**  
**Fuente: Elaboración propia**

## **2.4. Protocolo de procedimiento de producción<sup>37</sup>**

El objetivo del protocolo es el de explicar los procedimientos y/o actividades que guiarán al personal obrero durante el proceso de producción, para lograr la fabricación de adoquines de cemento y plástico.

Las actividades dentro del proceso que se describen a continuación pueden ser reemplazables por otros que se adapten a la realidad de la empresa en que se desee aplicar. Finalmente estas actividades no son definitivas, y podrían ser fácilmente ajustables en la práctica a las distintas condiciones de la empresa.

### **Primer paso: Almacenamiento de la materia prima.**

La materia prima es enviada a un almacén dividida en tres áreas (cada área está separada por una pared delgada), donde cada insumo se deposita en un área distinta, de este modo se evita que se puedan mezclar y se pueda mantener un adecuado orden.

### **Segundo paso: Dosificado de la materia prima.**

Se extraen los insumos con cuidado en sus proporciones adecuadas para ser mezclados en la siguiente operación.

### **Tercer paso: Traslado de los insumos hacia la mezcladora.**

El traslado de la materia prima se realiza por medio de maquinaria de carga y se deposita en tolvas ubicadas bajo techo para mantener un control sobre la humedad del ambiente, dichas tolvas desembocan en la mezcladora.

### **Cuarto paso: Mezclado de los insumos.<sup>38</sup>**

Este proceso se desarrolla en dos etapas, en la primera etapa cada insumo se vierte de manera separada en una quinta tolva donde se verifica a través de unos sensores la humedad necesaria para la fabricación con las proporciones dadas de los insumos, después los insumos se vierten simultáneamente en el mezclador de forma seca, donde se busca homogeneizar toda la mezcla; posteriormente conseguida la homogeneización en la segunda etapa se agrega agua para que la mezcla alcance un nivel de humedad el cual ha sido previsto en los sensores de humedad, logrado ello se realiza el mezclado.

---

<sup>37</sup> Industrias Aguayo. (2014). Proceso de Fabricacion de Blocks en Industrias Aguayo. 20 de Octubre de 2015, de Industrias Aguayo Sitio web: [https://www.youtube.com/watch?v=95\\_FV\\_\\_\\_M3U](https://www.youtube.com/watch?v=95_FV___M3U)

<sup>38</sup> Dr. Ing Javier Arrieta Freyre & Bach. Ing. Enrique Peña Herrera Deza. (Enero, 2001). *Fabricación de bloques de concreto con una mesa vibradora*. Octubre 23, 2015, de Centro Peruano Japonés de Investigación Sísmica y Mitigación de Desastres Sitio web: <http://www.bvsde.paho.org/bvsade/e/fulltext/uni/proy8.pdf>

### **Quinto paso: Traslado de la mezcla desde el mezclador hasta moldeado.**

Se envía la mezcla fresca hacia una última tolva que la almacenara y posteriormente alimentara la máquina de moldeado y compactado.

### **Sexto paso: Moldeado y compactado de la mezcla.**

La mezcla fresca es llevada hacia la maquina productora de adoquines y recibida sobre unos moldes que se llenan de este material, después por medio de un pisón con un periodo de vibración logran compactar el material, finalmente el adoquín formado es desmoldeado.

### **Séptimo paso: Traslado del adoquín desde la máquina productora hasta el área de secado.**

Los adoquines pasan a través de una lámina extensible de rodillos y luego son almacenados en pallets para ser transportados por un monta carga hacia el área de secado.

### **Octavo paso: Secado de los adoquines.<sup>39</sup>**

Esta área se encuentra protegida del sol y del viento para evitar que el agua contenida en el adoquín se evapore y detenga el fraguado, esto provoca una resistencia pobre del concreto.

Los adoquines se levantan de las parihuelas al día siguiente de su fabricación.

### **Noveno paso: Traslado de los adoquines desde el área de secado hasta el área de curado.**

Los pallets de adoquines son llevados por monta cargas hacia el área de curado.

### **Décimo paso: Curado de los adoquines.**

Se deja caer una leve llovizna sobre los adoquines a una temperatura de 20°C para conservar la humedad del concreto y lograr que la reacción química entre cemento y agua continúe y se logren las resistencias deseadas.

El curado en verano dura alrededor de 3 días y en invierno se realiza durante 5 días.

### **Undécimo paso: Almacenamiento del producto.**

El producto es almacenado en un área limpia y nivelada protegida de la lluvia y el sol y colocados encima de tableros de madera para evitar que adquiera humedad por capilaridad, y que permitan que sequen poco a poco. Si no se les puede tapar con lonas o con plástico.

---

<sup>39</sup> María Inés Cabezas Fierro. (Febreo, 2014). Proyecto previo a la obtención del título de tecnóloga en administración de proyectos de construcción. Octubre 23, 2015, de escuela Politécnica Nacional Sitio web: <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/7225/1/CD-5387.pdf>

Las pilas de adoquines no deben superar los 1.5 metros de altura, para evitar su derrumbe y facilitar su posterior manipulación.

**Consideraciones:**

- El área de producción de adoquines debe estar implementado adecuadamente con sistemas electrónicos distribuidos correctamente y controlados desde un tablero principal donde se podrá manejar eficientemente el funcionamiento de los equipos y maquinaria que se involucran en el proceso.
- El uso de tecnología o maquinaria depende netamente del presupuesto que desee invertir la empresa.
- Los valores de humedad y las proporciones de mezcla de los insumos deben ser constantes, de manera de que se puedan fabricar adoquines de buena e invariable resistencia.

## CAPÍTULO 3: PRUEBAS DE LABORATORIO

### 3.1. Ensayos en laboratorio:

Los ensayos realizados fueron de resistencia a la compresión y de absorción. Se elaboraron 3 prototipos del bloque con los procedimientos similares a los realizados en probetas en estudios de laboratorio similares.

Debido a la indisponibilidad de expertos que pudieran realizar un estudio y diseño de concreto para nuestro bloque, se tomó diseños de concreto de la Universidad Libre de Colombia, realizado por el ingeniero Raúl Omar Di Marco Morales.

Los resultados obtenidos han sido los deseados, se cumple con la resistencia y absorción expresada por la normativa.

#### 3.1.1. Resultados obtenidos

##### Resistencia

Habiendo realizado pruebas en adoquines con una proporción de 1 de cemento por 1.5 de arena y 0.5 de PET, se obtuvo 100.63 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia, estos resultados son prometedores ya que fueron examinados a los 7 días de curado, donde la resistencia actual está entre el 25 - 30% de la resistencia final según el diseño de concreto obtenido. Por esto, el bloque cumpliría con la NTP 399.611 con una resistencia mayor a la exigida.

##### Absorción

Los resultados de absorción en el adoquín fueron muy por debajo de la exigida por la NTP 399.611, la cual exige un promedio de 6% como máximo en un promedio de 3 bloques y 7% por individual. El resultado del promedio de evaluaciones fue de 2.17% de absorción.

#### 3.1.2. Comparación con productos similares

##### Adoquín plástico y cemento (Propio):

Adoquín plástico y cemento (Propio)	
Ensayo	Requisito
Dimensiones	Largo: 20 cm Ancho: 10 cm Alto: 6 cm
Variación dimensional	Largo y ancho: 2.5 mm Altura: 5 mm
Absorción Máxima (Promedio 3 unidades) (Unidad individual)	$\leq 2.17\%$ del peso seco $\leq 3.09\%$ del peso seco
Resistencia a la compresión	

(Promedio 3 unidades)	9.87 MPa (100.63 kg/cm <sup>2</sup> )
Uso	Diseñado para uso peatonal.

**Tabla 7: Características técnicas de nuestro prototipo**  
**Fuente: Elaboración propia**

**Adoquín 4 – Tipo I:**

<b>Adoquín 4 – Tipo I</b>	
<b>Ensayo</b>	<b>Requisito</b>
Dimensiones	Largo: 20 cm Ancho: 10 cm Alto: 4 cm
Variación dimensional	Largo y ancho: 1.6 mm Altura: 3.2 mm
Absorción Máxima (Promedio 3 unidades) (Unidad individual)	<= 6% del peso seco <= 7% del peso seco
Resistencia a la compresión (Promedio 3 unidades) (Unidad Individual)	31 MPa (320 kg/cm <sup>2</sup> ) 28 Mpa (290 kg/cm <sup>2</sup> )
Uso	Para pavimento peatonal

**Tabla 8: Características de adoquín tipo I**  
**Fuente: Empresa constructora DINO**

**Adoquín 6 – Tipo II:**

<b>Adoquín 6 – Tipo II</b>	
<b>Ensayo</b>	<b>Requisito</b>
Dimensiones	Largo: 20 cm Ancho: 10 cm Alto: 6 cm
Variación dimensional	Largo y ancho: 1.6 mm Altura: 3.2 mm
Absorción Máxima (Promedio 3 unidades) (Unidad individual)	<= 6% del peso seco <= 7% del peso seco
Resistencia a la compresión (Promedio 3 unidades) (Unidad Individual)	41 MPa (420 kg/cm <sup>2</sup> ) 37 Mpa (380 kg/cm <sup>2</sup> )
Uso	Para pavimento vehicular y peatonal

**Tabla 9: Características técnicas de Adoquín 6 – Tipo II**  
**Fuente: Empresa constructora DINO**

### Adoquín 8 – Tipo II:

Adoquín 8 – Tipo II	
Ensayo	Requisito
Dimensiones	Largo: 20 cm Ancho: 10 cm Alto: 8 cm
Variación dimensional	Largo y ancho: 1.6 mm Altura: 3.2 mm
Absorción Máxima (Promedio 3 unidades) (Unidad individual)	$\leq 6\%$ del peso seco $\leq 7\%$ del peso seco
Resistencia a la compresión (Promedio 3 unidades) (Unidad Individual)	37 MPa (380 kg/cm <sup>2</sup> ) 33 Mpa (340 kg/cm <sup>2</sup> )
Uso	Para pavimento vehicular y peatonal

**Tabla 10: Características técnicas de Adoquín 8 – Tipo II**

**Fuente: Empresa constructora DINO**

### Adoquín – Tipo III:

Adoquín – Tipo III	
Ensayo	Requisito
Dimensiones	Largo: 20 cm Ancho: 10 cm Alto: 8 cm
Variación dimensional	Largo y ancho: 1.6 mm Altura: 3.2 mm
Absorción Máxima (Promedio 3 unidades) (Unidad individual)	$\leq 6\%$ del peso seco $\leq 7\%$ del peso seco
Resistencia a la compresión (Promedio 3 unidades) (Unidad Individual)	55 MPa (560 kg/cm <sup>2</sup> ) 50 Mpa (510 kg/cm <sup>2</sup> )
Uso	Para pavimento peatonal

**Tabla 11: Características técnicas de Adoquín 10 – Tipo III**

**Fuente: Elaboración propia<sup>40</sup>**

<sup>40</sup> UNIBLOCK. (2015). Requerimientos técnicos para unidades de albañilería. 14 de Octubre de 2015, de UNIBLOCK Sitio web: <http://uniblock.com.pe/RequerimientosTecnicosProductos.pdf>

### **3.1.3. Conclusiones de ensayos**

- Los resultados de absorción obtenidos con los adoquines con plástico cumple con la NTP 399.611 con una absorción en promedio de 3 unidades de 3.17%.
- La resistencia de los bloques puede ser mejorada, modificando la dosificación, agregando más cemento en la composición. No obstante, el costo se elevaría y no sería factible utilizar este tipo de materiales de construcción.
- El porcentaje de resistencia final del adoquín puede mejorarse, mejorando su dosificación, o también sometiendo al producto terminado a un proceso de curado con un mayor control, en el cual la humedad se pueda conservar eficientemente durante este proceso.
- La sustitución de arena por plástico reciclado ha demostrado ser factible, ya que no afecta en gran medida el cambio de la composición realizado. Además, contribuye a reducir el impacto ambiental ocasionado por este residuo sólido urbano.

## CAPÍTULO 4: ESTUDIO DE MERCADO

### 4.1. Estudio de mercado:

El objetivo de realizar el estudio de mercado es evaluar la aceptación del producto al ingresar al mercado. El método que se realizará será entrevistar a profundidad, donde entrevistaremos a expertos en áreas de construcción vial para que nos puedan dar su punto de vista acerca de las características más relevantes a la hora de escoger este tipo de material.

#### 4.1.1 Demanda:

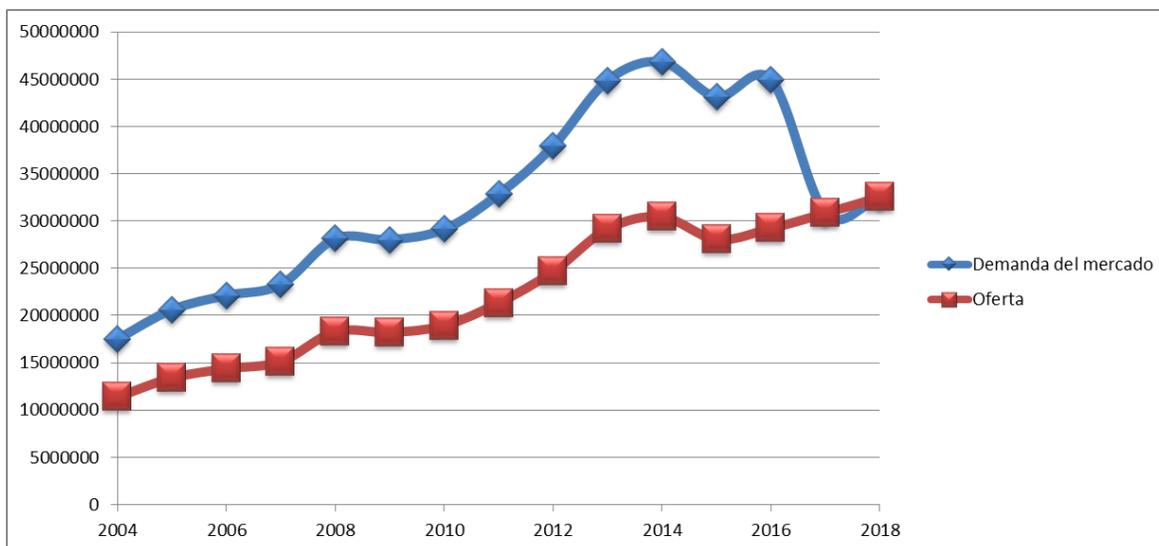
Determinando la demanda de productos en el país podremos definir una capacidad de planta que no produzca la sobreproducción o que no exista escasez del mismo. Por ello, se ha investigado sobre la demanda en los últimos 11 años y proyecciones de los próximos 3 años, a partir de datos obtenidos en la municipalidad y proyectos realizados en construcción vial en todo el país.

<b>Año</b>	<b>Demanda del mercado</b>	<b>Oferta</b>
2004	17500644	11375418
2005	20615758	13400243
2006	22126893	14382481
2007	23266528	15123178
2008	28145398	18294509
2009	28030002	18219501
2010	29128778	18933706
2011	32839785	21345860
2012	37926667	24652334
2013	44878625	29171106
2014	46835333	30442967
2015	43153570	28049821
2016	44966020	29227913
2017	30835448	30835448
2018	32531398	32531398

**Tabla 12: Demanda de Adoquines en el Perú**

**Fuente: Datos obtenidos de proyecto ABC, curso de PYT 2015-II**

En el siguiente gráfico a partir de la tabla observaremos que la demanda estuvo más fuerte durante los años 2013 y 2014. Esto se debió a los planes de modernización de vías de transporte realizado en las ciudades de Arequipa, Trujillo, Chiclayo y Piura.



**Ilustración 10: Gráfico de demanda anual de adoquines en el Perú**  
**Fuente: Datos obtenidos de proyecto ABC, curso de PYT 2015-II**

### Capacidad de planta:

Con la maquinaria dispuesta en nuestra planta se ha diseñado con la intención de abarcar el 30% de la demanda en Piura. Este modesto porcentaje es debido a que la adquisición del plástico puede ser obstaculizada por la demanda del mismo en Lima, el cual es utilizado para la elaboración de calaminas ecológicas. Por esto dicho, la maquinaria implementada en la línea será de tipo semiautomática, con lo cual, nos aseguramos de la seguridad y comodidad de los trabajadores y no habrá sobreproducción o escasez de producto.

Más adelante se explicará la disposición implementada para la línea de producción.

### Entrevistas a ingenieros civiles:

Para darnos una idea de las preferencias que tienen personas relacionadas en temas de construcción, se realizaron estas preguntas que ayudaron a enriquecer nuestros conocimientos en procesos de producción de materiales de construcción.

#### **4.1.2 Entrevistas a profundidad:**

##### **Público objetivo:**

Ingenieros civiles con experiencia en obras en vías públicas.

##### **Presentación:**

“Buenos días/tardes. Somos estudiantes de último año de Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad de Piura. Estamos llevando a cabo el proyecto de diseño de una planta productora de adoquines a base de cemento y plástico y, nos gustaría que nos brinde algunos minutos de su tiempo para hacerle unas preguntas sobre este producto”

#### **ENTREVISTAS EN PROFUNDIDAD:**

##### **Datos del entrevistado:**

Nombre:

Estudios/especialidad:

Años de experiencia:

1. ¿Qué es lo que más se valora de los adoquines en las obras de vías públicas?  
Mencione los principales criterios (como precio, tiempo de entrega, resistencia, calidad, otros) y asígneles un valor según la importancia de estos para el cliente
  - a)
  - b)
  - c)
  - d)
  - e)
  
2. ¿Cuál es el tipo de adoquín que tiene mayor demanda?¿Por qué cree que es así?
  - a) Adoquín tipo 4 (para tránsito peatonal)
  - b) Adoquín tipo 6 (para tránsito vehicular ligero)
  - c) Adoquín tipo 8 (para tránsito vehicular pesado)
  
3. ¿Qué especificaciones deben cumplir los adoquines tipo 4 para ser aptos para su uso, en cuanto a:
  - a) Resistencia:
  - b) Absorción:
  - c) Durabilidad:
  - d) Otros:

4. ¿Qué especificaciones deben cumplir los adoquines tipo 6 para ser aptos para su uso, en cuanto a:

- a) Resistencia:
- b) Absorción:
- c) Durabilidad:
- d) Otros:

5. ¿Qué especificaciones deben cumplir los adoquines tipo 8 para ser aptos para su uso, en cuanto a:

- a) Resistencia:
- b) Absorción:
- c) Durabilidad:
- d) Otros:

6. ¿Cuál es la demanda actual de adoquines?

- a) Adoquín tipo 4
- b) Adoquín tipo 6
- c) Adoquín tipo 8

7. ¿Han oído anteriormente sobre este producto (adoquines de cemento y plástico)?

- a) Si
- b) No

Justificar:

8. ¿Estaría dispuesto a utilizar estos adoquines en algún proyecto?

- a) Si
- b) No

Justificar:

9. ¿Cuáles son los principales riesgos que afectan a la industria de los adoquines?

10. ¿Cree que el fenómeno del Niño influirá de alguna forma (positiva o negativa) en sus ventas? ¿Por qué?

Gracias por su colaboración

### **4.1.3 Análisis y conclusiones de resultados**

Según las respuestas obtenidas, se notó que las características que priman en la elección de un adoquín son en este orden: Resistencia, tiempo de entrega, calidad, precio y otros. Resistencia para que pueda aguantar la carga, la tracción y la flexión; tiempo de entrega ya que la espera detiene totalmente un proyecto de modernización vial; calidad en que el producto sea duradero, esta característica no es muy importante por las buenas prácticas en producción que se dan.

En la región de Piura los adoquines solicitados son el tipo 6 y 8. Esto es debido a que son requeridos para abastecer vías que son muy transitadas por la gran cantidad de vehículos ligeros, y por la modernización de vías por donde transitan vehículos de grandes magnitudes.

Según se les mencionaba la idea de nuestro proyecto, se les preguntó si ellos optarían por disponer de este producto, estos respondieron de forma afirmativa pero recalcaron que se debía cumplir con la normativa técnica peruana. También, aconsejaron que se debía aplicar una capa superior (Bicapa) para dar mayor estética al producto, ya que este muestra cierto brillo propio de la composición con plástico.

La mayoría afirmó haber oído de agregados fuera de lo convencional en los adoquines, pero que no han optado por utilizar por tiempo o desconocimiento del tema. Además, mencionan que romper paradigmas dentro de una organización puede ser muy riesgoso ya que se está trabajando con grandes sumas de dinero.

El riesgo principal en la producción de adoquines es que humedece la tierra que es utilizada para el agregado. Para contrarrestar estos daños, nos explican que las empresas negocian con los proveedores y que ellos emplean estrategias para conservar en buen estado la materia prima necesaria para la elaboración.

## **4.2. Oportunidad:**

### **4.2.1. Idea de negocio:**

La idea nace como respuesta al creciente aumento en la cantidad de desechos plásticos que se generan producto de las actividades cotidianas e industriales del hombre y, a la obligación que tiene cada uno de nosotros, como miembros del medio ambiente, de contribuir en su protección y continuidad.

Es por ello que, se propone este proyecto para reutilizar el plástico y reducir los niveles de contaminación e impacto ambiental debidos a este material. Además, se busca aprovechar algunas las propiedades que nos brinda el plástico como material de construcción, para mejorar la calidad de los adoquines tradicionales de cemento.

# CAPÍTULO 5: DISEÑO DE PLANTA

## 5.1. Localización:

En el siguiente apartado se analizarán la factibilidad de 2 posibles lugares donde se podrá localizar la planta productora de adoquines.

Para poder realizar dicho análisis se tomarán ciertos criterios objetivos<sup>41</sup>, para así determinar aquella localización que mejor contribuya a los objetivos estratégicos de la empresa, teniendo en cuenta que cada localización impone restricciones a las operaciones y administración de la planta.

Para realizar la evaluación tenemos 3 opciones: Por factores no cuantificables<sup>42</sup>, cualitativo por puntos<sup>43</sup> y el método de Brown y Gibson<sup>44</sup>. El método de evaluación elegido por el grupo es el segundo, ya que nos permite determinar una localización a partir de criterios más objetivos y consiste en comparar las diferentes alternativas de las posibles localizaciones.

### 5.1.1 Criterios de evaluación:

Son los puntos a evaluar para así lograr determinar la mejor opción de localización. Es cierto que quizás dicha opción no será la óptima ya que hay muchos otros factores que son omitidos a causa de que en dicho momento no generan una gran influencia, pero que luego pueden ser de gran importancia; pero su cercanía a esta es de gran importancia.

- Cercanía a proveedores de materia prima
  - Costos de transporte de materia prima
  - Cercanía al mercado objetivo
  - Servicios de agua y energía eléctrica
  - Facilidad de acceso
  - Condiciones sociales y culturales
  - Mano de obra
  - Comunicaciones
- Lugares:
    - Zona industrial de Piura.
    - Afueras de la ciudad de Piura (Carretera Piura – Sullana).

---

<sup>41</sup> Puntos de evaluación: Económicos, estratégicos, institucionales, etc.

<sup>42</sup> Puntos a considerar: Antecedentes industriales, factor preferencial y dominante.

<sup>43</sup> Define criterios determinantes de una localización y le asigna valores ponderados.

<sup>44</sup> Combina factores cuantificables con subjetivos a los que se le asignan valores ponderados de peso relativo.

- Afueras de la ciudad de Piura (Carretera Piura – Catacaos).

- Micro localización:

Para poder identificar la localización se analizarán los criterios mencionados en la parte posterior, y se ha asignado un grado de importancia a cada criterio en una escala del 0 a 10. Siendo 0 la más baja y 10 la más alta. A continuación se muestra la evaluación realizada:

Factores	Peso	Zona industrial		Carretera Piura – Sullana		Carretera Piura – Catacaos	
		Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación	Calificación	Ponderación
Cercanía a proveedores de materia prima	0.20	8	1.6	5	1	4	0.8
Costos de transporte de materia prima	0.15	7	1.05	5	0.75	5	0.75
Cercanía al mercado objetivo	0.25	7	1.75	5	1.25	4	1
Servicios de agua y energía eléctrica	0.10	6	0.6	3	0.3	4	0.4
Facilidad de acceso	0.10	7	0.7	7	0.7	7	0.7
Condiciones sociales y culturales	0.05	5	0.25	6	0.3	6	0.3
Mano de obra	0.10	6	0.6	7	0.7	7	0.7
Comunicaciones	0.05	6	0.3	4	0.2	4	0.2
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>		<b>6.85</b>		<b>5.2</b>		<b>4.85</b>

Fuente: Elaboración propia – Método de factores ponderados.

La primera alternativa (Zona industrial) es considerada como la mejor ya que tiene una suma total de ponderación mayor al de las otras alternativas, además en lo que respecta a ponderación de cercanía de proveedores, y mercado objetivo cuenta con mejor puntuación respecto a las otras dos opciones lo cual le da una mayor ventaja al momento de decidir cuál opción tomar.

Por lo tanto, esta opción es la que mejor beneficios económicos podría traer a la empresa.

## 5.2. Maquinaria, equipo e insumos necesarios:

### 5.2.1. Maquinaria<sup>45</sup>:

- **Trituradora industrial de plástico HGD 1100:** Máquina empleada para triturar el plástico (PET) obtenido de las botellas, de manera que se haga más fácil su combinación con el cemento y se permita que la mezcla de los adoquines sea homogénea.

#### Características:

- De funcionamiento eléctrico.
- Material: acero de alto carbono placa de espesor de 5mm (diámetro 4-8mm).
- Más de 20HP de potencia.
- Equipada con sistema de refrigeración. Motor con dispositivo de protección de sobrecarga.

#### Ventajas:

- Alto rendimiento, potente y de alta velocidad de trituración.
- Diseño de desmontaje fácil, conveniente para su limpieza y reparación.
- Conveniente para reciclaje y restauración de todo tipo de plástico, particularmente para plástico duro.



Ilustración 11: Máquina trituradora

---

<sup>45</sup> Alibaba.com. (2015), de Alibaba.com Sitio web: <http://spanish.alibaba.com/product-gs/ce-approved-small-scale-industries-machines-industrial-plastic-shredders-glass-crusher-machine-for-sale-60036079042.html>

- **Mezcladora circular tipo turbina<sup>46</sup>**: mezcladora que cuenta con varias palas unidas a un eje que lo hace girar axialmente dentro del recipiente, y así los materiales son empujados o arrastrados del recipiente siguiendo una trayectoria circular para lograr una homogeneidad de la mezcla.

Características<sup>47</sup>:

- Palas y coraza intercambiable de acero de manganeso.
- Usado para mezcla desde polvo hasta hormigón.
- Cuenta con una capacidad de mezclado entre 60 a 750 litros por minuto, equivalente de 3 a 30 metros cúbicos por hora.

Ventajas:

- Apta para trabajo continuo.
- Facilidad de mantenimiento y limpieza.
- Mínimo consumo de energía eléctrica.



**Ilustración 12: Mezcladora circular tipo turbina**

- **Maquina bloquetera tipo rosacometa<sup>48</sup>**: Maquina utilizada para el proceso de moldeado y compactado en la producción de adoquines que cuenta con una gran variedad de uso, gracias a la facilidad de cambio de molde.

Características:

---

<sup>46</sup> Pabón, N. (2011). Estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de adoquines, ubicada en el barrio Santa Lucía del Retorno, Cantón Ibarra provincia de Imbabura. Tesis de pregrado en Ingeniería Comercial. Universidad Politécnica Salesiana. Facultad de Ciencias Administrativas. Programa académico de Administración de Empresas. Quito, Ecuador.

<sup>47</sup> (s.n). Mezcladoras. Octubre 24, 2015, de ITAL MEXICANA Sitio web: [http://italmexicanamty.com/equipos\\_mezcladoras.htm](http://italmexicanamty.com/equipos_mezcladoras.htm)

<sup>48</sup> (s.n). Máquina bloquetera tipo rosacometa. Octubre 24, 2015, de BLOQUETERAS FAMACON Sitio web: <http://famacon.blogspot.pe/2009/09/maquina-bloquetera-tipo-rosacometa.html>

- La producción por compactado depende del tipo de molde puesto.
- Usado para producción variada como: adoquines, ladrillos, etc.
- Puede ser accionada con motor eléctrico o gasolina.
- Producción por una jornada de 8 horas es de aproximadamente 2000 adoquines.

Ventajas:

- Facilidad de cambio de molde.
- Facilidad de uso.



**Ilustración 13: Máquina bloquera tipo rosacometa**

### **5.2.2. Equipos:**

- **Moldes:** Utilizado para la elaboración del adoquín de acuerdo a las especificaciones de diseño y dimensiones requeridas por el cliente.



**Ilustración 14: Moldes para adoquines**

- **Pala:** Utilizada para llenar las carretillas, mezcladora y maquina bloquetera de adoquines.



**Ilustración 15: Pala**

- **Parihuela de construcción:** Utilizada para el transporte de los adoquines al área de secado y secado de los mismos.



**Ilustración 16: Parihuela de construcción**

- **Carretilla:** Utilizado para el transporte de los insumos al área de mezclado y moldeado y compactado de adoquines.



**Ilustración 17: Carretilla**

- **Hidrómetro:** Utilizado para controlar automáticamente la cantidad de agua necesaria para la mezcla



**Ilustración 18: Hidrómetro**

### 5.2.3. Insumos:

- **Arena:** Limpia y sin presencia de partículas contaminantes y sin olor. Será extraída de Chulucanas, debido a su textura.



- **Cemento:** Cemento MSHR (de moderado calor de hidratación) tipo 2 mejorado, utilizado para darle resistencia al adoquín. Se empleará la marca Pacasmayo, debido a su calidad.



- **Plástico triturado:** Elaborado en la trituradora a partir de botellas de plástico recicladas (PET).



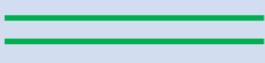
### 5.3. Distribución de planta:

En la siguiente distribución o disposición de planta, proponemos el acondicionamiento óptimo de las maquinarias y equipos dentro del espacio asignado a las operaciones productivas y las demás áreas como las administrativas y de servicios, según sea la secuencia que deben de seguir estas.

Como producto de este diseño de planta, lograremos optimizar el tiempo y costo del transporte de materiales dentro de la planta y una mejor eficiencia en el trabajo, pues el operario podrá acceder a las diferentes áreas y utilizar los diferentes materiales, ya sea livianos y pesados, de manera segura y rápida.

### 5.3.1 Tabla de Interrelación:

Mediante la aplicación de esta herramienta, encontraremos la relación óptima que existe entre las distintas áreas de la planta pues, este cuadro organizado puede establecer las diversas relaciones que se dan entre las funciones, actividades y sectores varios de la planta industrial. La relación entre actividades se representará mediante los siguientes códigos de proximidad<sup>49</sup>:

Código	Proximidad	Color	Número de Líneas	Símbolo
A	Absolutamente Necesario	Rojo	4 Rectas	
E	Especialmente Necesario	Azul	3 Rectas	
I	Importante	Verde	2 Rectas	
O	Normal	Amarillo	1 Recta	
U	Sin Importancia			
X	No Deseable	Naranja	1 Zig-Zag	
XX	Altamente No Deseable	Morado	2 Zig-Zag	

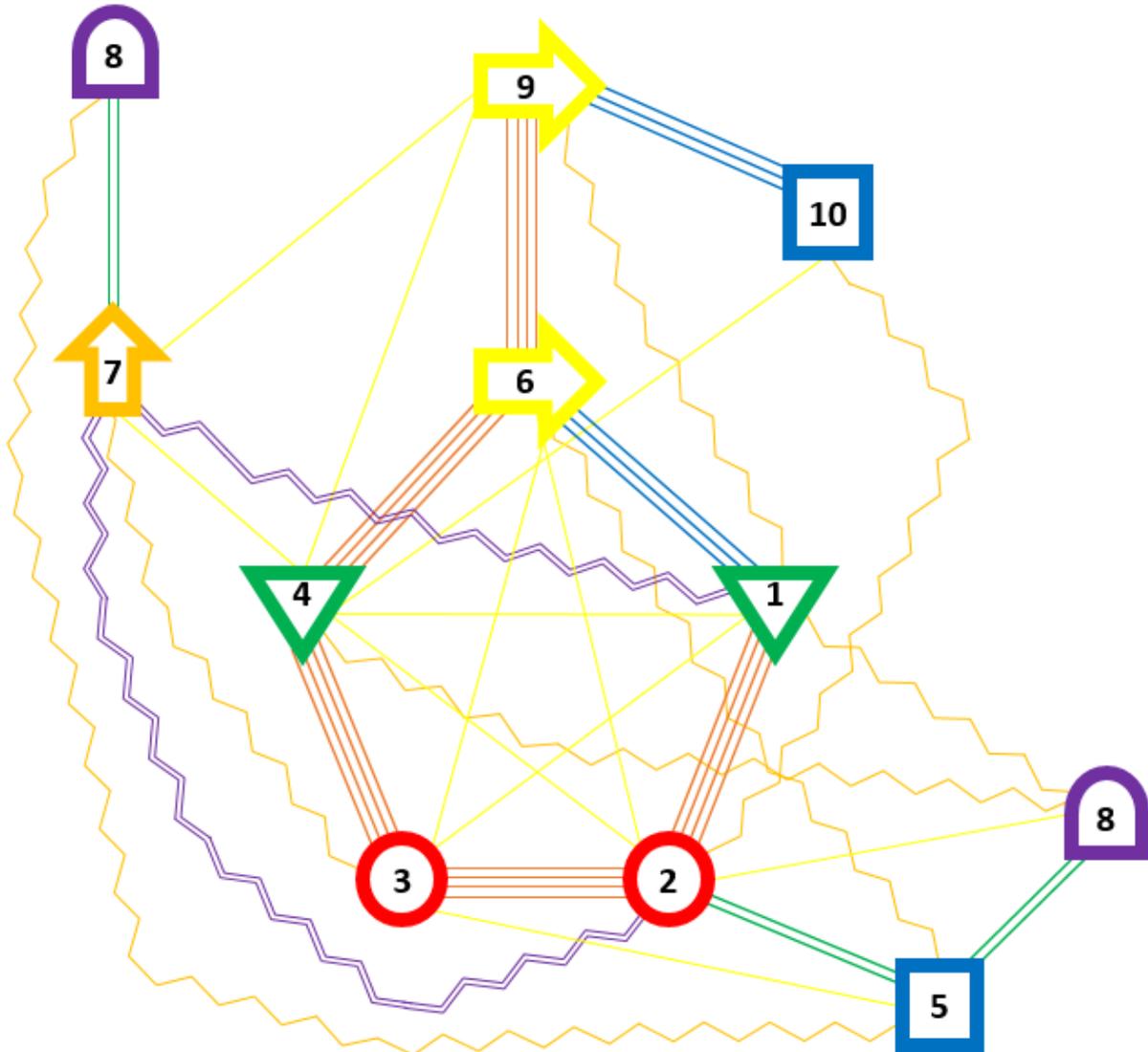
**Tabla 13: Tabla de códigos de Proximidad**  
Fuente: Elaboración propia

<sup>49</sup> Fernández D. (2015). Distribución de Planta. 2015, de ACADEMIA Sitio web: [https://www.academia.edu/7790689/Ingenier%C3%ADa\\_de\\_m%C3%A9todos\\_II\\_Pr%C3%A1ctica\\_Distribuci%C3%B3n\\_de\\_Planta](https://www.academia.edu/7790689/Ingenier%C3%ADa_de_m%C3%A9todos_II_Pr%C3%A1ctica_Distribuci%C3%B3n_de_Planta)





**Segunda Propuesta:**



**Ilustración 21: Diagrama relacional – Segunda propuesta**  
**Fuente: Elaboración propia**

### 5.3.3 Área Requerida:

Para calcular las dimensiones de las áreas requeridas se empleará el método de Guerchet<sup>50</sup>.

Para ello se detallan los siguientes parámetros:

Abreviatura	Descripción del parámetro
n	Cantidad de elementos requeridos.
N	Número de lados utilizados
SS	Superficie estática: Largo x Ancho
SG	Superficie gravitacional: SS x N
k	Coefficiente de superficie evolutiva: $0.5 \times (H_m/H_f)$
Hm	Altura promedio de equipos móviles
Hf	Altura promedio de equipos fijos
SE	Superficie evolutiva: $k \times (SS + SG)$
ST	Superficie total: $n \times (SS + SG + SE)$

**Tabla 15: Parámetros del método de Guerchet.**  
Fuente: Elaboración Propia

#### 1) Almacén de Materia Prima

Almacen de materia prima									
Elemento	n	N	Largo	Ancho	Ss	Sg	Altura	Se	St
<b>Elementos Móviles</b>									
Encargado de almacén	2	x	x	x	0.5	x	1.7	x	x
<b>Elementos fijos</b>									
Saco de Cemento y Plástico	1	1	10	5	50	50	6	14.2	114.2
Agregado grueso	1	1	10	5	50	50	6	14.2	114.2
<b>Total</b>									<b>228.3</b>

Hm	1.7
Hf	6
k	0.14

**Tabla 16: Estimación de área teórica del Almacén de Materia Prima**  
Fuente: Elaboración Propia

<sup>50</sup> Valenzuela, P. (2014). Tesis PUPC, de Pontificia Universidad Católica del Perú Sitio web: [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/4956/VALENZUELA\\_PAMELA\\_ESTUDIO\\_PR\\_E-FACTIBILIDAD\\_PRODUCION\\_EXPORTACION\\_CONSERVAS\\_POTA\\_CHINA\\_ESPA%C3%91A\\_ANEXO1.pdf?sequence=2](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/4956/VALENZUELA_PAMELA_ESTUDIO_PR_E-FACTIBILIDAD_PRODUCION_EXPORTACION_CONSERVAS_POTA_CHINA_ESPA%C3%91A_ANEXO1.pdf?sequence=2)

## 2) Área de Producción

Área de producción									
Elemento	n	N	Largo	Ancho	Ss	Sg	Altura	Se	St
<b>Elementos Móviles</b>									
Operario	5	x	x	x	0.5	x	1.7	x	x
<b>Elementos fijos</b>									
Bloquera	2	1	1.8	1	1.8	1.8	2	4.95	17.10
Trituradora	1	1	3.4	2.7	9.13	9.13	2.05	25.11	43.37
Mezcladora	1	2	2.5	2.5	6.25	12.5	1.2	23.44	42.19
								<b>Total</b>	<b>102.66</b>

Hm	1.7
Hf	1.75
k	0.49

Tabla 17: Estimación de área teórica del Área de Producción  
Fuente: Elaboración Propia

## 3) Área de Curado y Fraguado

Área de curado y fraguado									
Elemento	n	N	Largo	Ancho	Ss	Sg	Altura	Se	St
<b>Elementos Móviles</b>									
Operario	1	x	x	x	0.5	x	1.7	x	x
<b>Elementos fijos</b>									
Racks	25	1	2	1	2	2	1	3.4	185
								<b>Total</b>	<b>185</b>

Hm	1.7
Hf	1
k	0.85

Tabla 18: Estimación de área teórica del Área de Curado y Fraguado  
Fuente: Elaboración Propia

## 4) Almacén de Producto Terminado

Almacen de producto terminado									
Elemento	n	N	Largo	Ancho	Ss	Sg	Altura	Se	St
<b>Elementos Móviles</b>									
Encargado de almacén	1	x	x	x	0.5	x	1.7	x	x
<b>Elementos fijos</b>									
Montacarga	2	1	2.3	1.5	3.45	3.45	3.7	1.6	17.1
Parihuelas	80	1	1.2	1	1.2	1.2	3.5	0.6	237.3
								<b>Total</b>	<b>254.4</b>

Hm	1.7
Hf	3.6
k	0.24

Tabla 19: Estimación de área teórica del Almacén de Producto Terminado  
Fuente: Elaboración Propia

## 5) Área de Mantenimiento

Área de mantenimiento									
Elemento	n	N	Largo	Ancho	Ss	Sg	Altura	Se	St
<b>Elementos Móviles</b>									
Operario	2	x	x	x	0.5	x	1.7	x	x
<b>Elementos fijos</b>									
Silla	1	1	0.5	0.5	0.25	0.25	0.8	0.21	0.71
Pizarra	1	1	1.5	0.03	0.045	0.045	2	0.04	0.13
Archivador	1	1	0.8	0.6	0.48	0.48	1.5	0.40	1.36
Mesa	1	1	1.2	0.8	0.96	0.96	1	0.80	2.72
Escritorio	1	2	2	1	2	4	1	2.49	8.5
Zona de trabajo	1	1	6	7	42	42	6	34.83	118.8
<b>Total</b>									<b>132.23</b>

Hm	1.7
Hf	2.05
k	0.41

**Tabla 20: Estimación de área teórica del Área de Mantenimiento**  
Fuente: Elaboración Propia

## 6) Área de Carga y Descarga

Área de carga y descarga									
Elemento	n	N	Largo	Ancho	Ss	Sg	Altura	Se	St
<b>Elementos Móviles</b>									
Operario	2	x	x	x	0.5	x	1.7	x	x
<b>Elementos fijos</b>									
Montacarga	1	1	2.3	1.5	3.45	3.45	3.7	1.9	8.8
Camiones	2	1	6	2.5	15	15	2.5	8.2	76.5
<b>Total</b>									<b>85.2</b>

Hm	1.7
Hf	3.1
k	0.27

**Tabla 21: Estimación de área teórica del Área de Carga y Descarga**  
Fuente: Elaboración Propia

## 7) Oficina

Oficinas									
Elemento	n	N	Largo	Ancho	Ss	Sg	Altura	Se	St
<b>Elementos Móviles</b>									
Administrativos	4	x	x	x	0.5	x	1.7	x	x
<b>Elementos fijos</b>									
Escritorios (papelería, tachos, mesa, etc.)	4	1	1.5	1	1.5	1.5	1	2.52	22.07
Archivadores	4	1	0.8	0.6	0.48	0.48	1.5	0.81	7.06
Sillas	8	1	0.5	0.5	0.25	0.25	0.8	0.42	7.36
Impresora	1	1	0.55	0.65	0.3575	0.3575	0.75	0.60	1.32
<b>Total</b>									<b>37.81</b>

Hm	1.7
Hf	1.01
k	0.84

## 8) Servicios Higiénicos

Servicios higienicos administrativos									
Elemento	n	N	Largo	Ancho	Ss	Sg	Altura	Se	St
<b>Elementos Móviles</b>									
Operario	1	x	x	x	0.5	x	1.7	x	x
<b>Elementos fijos</b>									
Lavatorio	1	1	0.6	0.5	0.3	0.3	1	0.44	1.0
Inodoro	1	1	0.9	0.7	0.63	0.63	0.8	0.93	2.2
Basurero	1	1	0.4	0.4	0.16	0.16	0.8	0.24	0.6
Ducha	1	1	0.8	1	0.8	0.8	2	1.18	2.8
<b>Total</b>									<b>6.6</b>

Hm	1.7
Hf	1.15
k	0.74

**Tabla 22: Estimación de área teórica de los Servicios Higiénicos Administrativos**  
Fuente: Elaboración propia

Servicios higienicos operarios									
Elemento	n	N	Largo	Ancho	Ss	Sg	Altura	Se	St
<b>Elementos Móviles</b>									
Operario	1	x	x	x	0.5	x	1.7	x	x
<b>Elementos fijos</b>									
Lavatorio	1	1	0.6	0.5	0.3	0.3	1	0.44	1.04
Inodoro	2	1	0.9	0.7	0.63	0.63	0.8	0.93	4.38
Basurero	2	1	0.4	0.4	0.16	0.16	0.8	0.24	1.11
Ducha	1	1	0.8	1	1	1	2	1.48	3.48
<b>Total</b>									<b>10.02</b>

Hm	1.7
Hf	1.15
k	0.74

## 9) Estacionamiento

Estacionamiento									
Elemento	n	N	Largo	Ancho	Ss	Sg	Altura	Se	St
<b>Elementos Móviles</b>									
Operario	2	x	x	x	0.5	x	1.7	x	x
<b>Elementos fijos</b>									
Camiones	2	1	6	2.5	15	15	2.5	11.6	83.2
Autos	8	1	4.5	2	9	9	1.9	7.0	199.6
<b>Total</b>									<b>282.8</b>

Hm	1.7
Hf	2.2
k	0.39

**Tabla 24: Estimación de área teórica del Estacionamiento**  
Fuente: Elaboración Propia

## 10) Caseta de vigilancia

Caseta de vigilancia									
Elemento	n	N	Largo	Ancho	Ss	Sg	Altura	Se	St
<b>Elementos Móviles</b>									
Vigilante	2	x	x	x	0.5	x	1.7	x	x
<b>Elementos fijos</b>									
Silla	1	1	0.5	0.5	0.25	0.25	0.8	0.32	0.82
Pizarra	1	1	1.5	0.03	0.045	0.045	2	0.06	0.15
Archivador	1	1	0.8	0.6	0.48	0.48	1.5	0.62	1.58
Mesa	1	1	1.2	0.8	0.96	0.96	1	1.23	3.15
								<b>Total</b>	<b>5.7</b>

Hm	1.7
Hf	1.325
k	0.64

**Tabla 25: Estimación de área teórica de la Caseta de Vigilancia**  
Fuente: Elaboración Propia

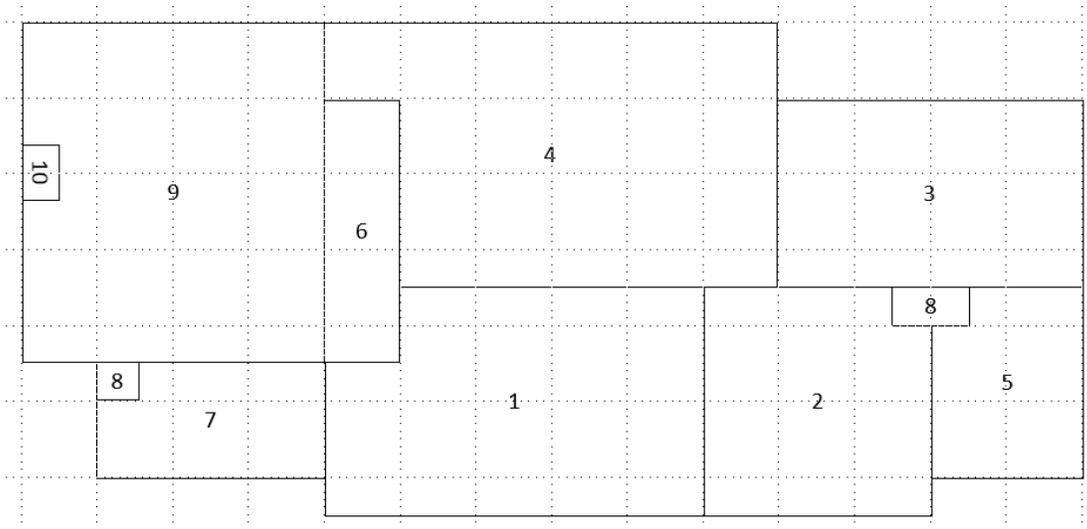
	Zona	Área ( m <sup>2</sup> )
1	Almacén de Materia Prima	228,3
2	Área de Producción	102,66
3	Área de Curado y Fraguado	185
4	Almacén de Producto Terminado	254,4
5	Área de Mantenimiento	132,23
6	Área de Carga y Descarga	85,2
7	Oficinas	37,81
8	Servicios Higiénicos	16,6
9	Estacionamiento	282,8
10	Caseta de Vigilancia	5,7
	<b>Área Total</b>	<b>1331</b>

**Tabla 26: Área Total Teórica**  
Fuente: Elaboración Propia

### 5.3.4 Diagrama relacional de espacios

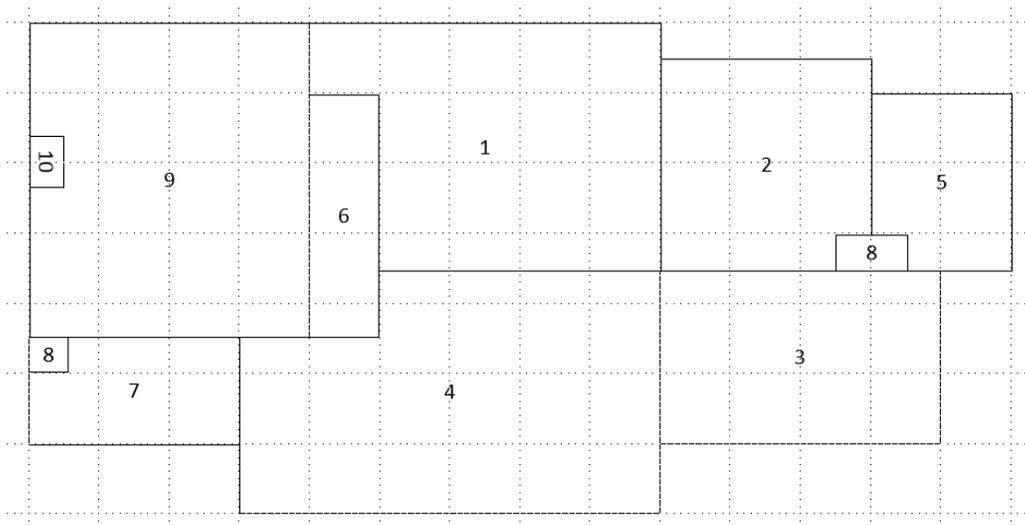
Como resultado de las áreas teóricas obtenidas, se propondrá un diagrama relacional de espacios, donde cada lado del cuadrado punteado equivale a 5 m<sup>2</sup>, para cada distribución de planta propuesta:

## Primera Propuesta



**Ilustración 22: Diagrama relacional de Espacios – Primera propuesta**  
Fuente: Elaboración propia

## Segunda propuesta



**Ilustración 23: Diagrama relacional de Espacios – Segunda propuesta**  
Fuente: Elaboración propia

## **5.4 Condiciones e infraestructura de las áreas asignadas**

### **Almacén de materia prima:**

Este almacén debe ser un ambiente cerrado con separación mediante una pared entre los diversos insumos requeridos para la producción, además de contar con canales para denar el agua en caso de lluvia.

### **Zona de fabricación:**

Dicha área estará ubicada en un ambiente libre de líquidos, a excepción del lugar donde se realizara la dosificación, ya que el agua es un insumo requerido en esta operación. El funcionamiento de la maquinaria será electrónico y se debe evitar el uso de algún combustible. Las conexiones eléctricas deben estar protegidas mediante canaletas aislantes. De igual manera, se deberá contar con un tablero de control energético que distribuya la energía eléctrica a toda la maquinaria y que sirva de puente de emergencia si se necesitase desconectar toda la maquinaria por alguna falla en la línea de producción.

### **Zona de curado:**

Es un ambiente herméticamente cerrado, para así evitar las fugas de calor al momento en que la humedad del adoquín realiza el proceso de evaporación. En consecuencia, una vez realizado este proceso esta se mantiene en dicho ambiente lo cual ayuda al proceso de curado.

### **Zona de empaque:**

El área de empaquetado estará cerca a la los cuartos de curado para evitar el gasto de tiempo por traslado. Dicha área contara con los materiales adecuados para el plastificado (embalado) de los adoquines, cuyo proceso es realizado por un operador de forma manual. Las bolsas serán adecuadas para evitar que el producto adhiera humedad durante su almacenamiento y traslado hasta su uso con el cliente final.

### **Zona de almacén de producto terminado:**

Esta área puede estar ubicada al aire libre para mantener un ambiente fresco, debido a que es muy poco probable que algún factor ambiental como humedad, radiación solar, etc. deteriore los adoquines. Estos son puestos en parihuelas y almacenados en dicha área hasta su traslado al cliente final. También, se debe evitar las conexiones eléctricas peligrosas.

### **Zona de mantenimiento:**

Zona ubicada cerca al área de producción, para evitar el gasto de tiempo por traslado. Debe contar con los equipos y herramientas requeridos necesarios para realizar el mantenimiento. Además, Las conexiones eléctricas deben estar protegidas mediante canaletas aislantes.

**Oficinas:**

Áreas cerradas, aisladas de ruido, implementadas para llevar a cabo tareas administrativas, control, finanzas, etc. con los equipos idóneos para mantener un clima laboral adecuado.

**Zona de carga y descarga:**

Zona ubicada al centro de las áreas de almacén y recepción de materia prima para evitar el gasto de tiempo por traslado.

**Zona de tránsito:**

Área de tránsito libre del montacargas. En dicha zona se debe respetar el uso de los implementos de seguridad, así como también el tráfico lento del montacargas para evitar accidentes.

**Zona libre:**

Área de libre tránsito de los operarios de producción. Se debe respetar el uso de los implementos de seguridad en todo momento.

**Estacionamiento:**

Área ubicada al aire libre, para el estacionamiento de vehículos del personal administrativo, operativo y/o clientes.

**Servicios higiénicos:**

Área amoblada con el equipo idóneo para mantener una correcta higiene del operario y/o personal administrativo.

**Caseta de vigilancia:**

Área amoblada con el equipo idóneo para comodidad del trabajador vigilancia.

**5.5. Impactos del proceso y medidas de mitigación:****5.5.1. Impactos del proceso****Positivos:**

- ✓ El reciclado de residuos plásticos urbanos presenta importantes beneficios relacionados con la reducción del volumen de residuos sólidos que se envían a los rellenos sanitarios, pues, el 88% de la capacidad de un vertedero lo ocupa el plástico.
- ✓ Reducción en el uso de energía y petróleo, ya que los plásticos son derivados de esta industria.
- ✓ Menor precio para el consumidor de los artículos elaborados con plástico reciclado.

- ✓ Generación de empleo en la industria del reciclado (incluyendo el proceso de clasificación).<sup>51</sup>

### Negativos:

Actividad	Aspecto	Efecto	Impacto
Recepción de Materia Prima	Caída de residuos al suelo	Generación de Residuos sólidos	Contaminación del Suelo
Dosificado y Mezclado	Manipulación de residuos impregnados de polvo o en pedazos finos.  Caída de residuos al suelo.	Liberación de material particulado.  Generación de Residuos sólidos.	Contaminación del aire.  Contaminación del Suelo
Moldeado y Compactado	Caída de residuos al suelo	Generación de Residuos sólidos.	Contaminación del Suelo
Secado y Almacenaje	Caída de residuos al suelo	Generación de Residuos sólidos.	Contaminación del Suelo <sup>52</sup>

### 5.5.2. Medidas de Mitigación

#### Medidas Generales

Con el fin de mantener buenas relaciones con la comunidad, cumplir los criterios de los inversionistas y /o la parte interesada, mejorar la imagen y participación en el mercado, mejorar el control de costos, reducir incidentes que deriven en responsabilidades legales y conservar los insumos y la energía, es necesario elaborar un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) que incluya la estructura organizacional, la planificación de las actividades, las responsabilidades, las prácticas, los procesos, los procedimientos y los recursos para

<sup>51</sup> Domingo, R. (2011). Estudio del mercado de productos plásticos reciclados. Septiembre 23, 2011, de United Nations Environment Programme Sitio web: <http://www.unep.fr/scp/procurement/pilotcountries/files/UruguayMRAPlastic.pdf>

<sup>52</sup> Alzate,S., & Tafur, F. (2006). Factibilidad económica, ambiental y social del proceso de fabricación de adoquines cpm de flexiform como alternativa para la formación de recuperadores de bogotá d.c. 2006, de universidad de la salle facultad de ingeniería ambiental y sanitaria Sitio web: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/14773/00798198.pdf?sequence=1>

desarrollar, implantar, llevar a efecto, revisar y mantener. Para esto, realizaremos los siguientes pasos:

- ✓ Crear una política ambiental que esté documentada, implantada, mantenida y comunicada, donde se especifique las intenciones y direcciones generales de la organización en relación con su desempeño ambiental. Esta deber ser apropiada a las actividades, productos y servicios a ofrecer; también debe estar comprometida con la prevención de la contaminación y mejora continua.
- ✓ Identificar y documentar los aspectos ambientales, significativos y no significativos, que puedan provocar de las actividades, productos y servicios.
- ✓ Establecer, implementar y mantener objetivos y metas ambientales documentados y actualizados, los cuales deben ser medibles cuando sean factibles y deben ser coherentes con la política ambiental, incluidos los compromisos de prevención de la contaminación, cumplimiento de los requisitos legales y otros requisitos que la organización se suscriba.
- ✓ Identificar y planificar aquellas operaciones que están asociadas con los aspectos ambientales significativos identificados, de acuerdo a la política ambiental, objetivos y metas, con el fin de asegurarse que se efectuarán bajo las condiciones especificadas.
- ✓ Establecer, implementar y mantener uno o varios procedimientos para hacer el seguimiento a las actividades a realizar, con el fin de identificar no conformidades y tomar acciones correctivas y acciones preventivas.<sup>53</sup>

**Según la actividad:**

Actividad	Impacto	Medida de Control
Recepción de Materia Prima	Contaminación del Suelo	Recoger las materias primas caídas y enviarlas a la mezcladora.
Dosificado y	Contaminación del aire.	Sistemas de captación de polvos (Cajones filtrantes).

<sup>53</sup> Acción Competitiva. (2015). Diplomado en Gestión y Auditoría Ambiental. Piura: ACCOM.

Mezclado	Contaminación del Suelo	Recuperación de desperdicios.
Moldeado y Compactado	Contaminación del Suelo	Recuperación de desperdicios.
Secado y Almacenaje	Contaminación del Suelo	Recuperación de desperdicios. <sup>54</sup>

## 5.6. Elaboración del Mapa de Procesos y Procedimientos (MAPRO)

Es una herramienta que permitirá a la empresa, integrar una serie de acciones encaminadas a agilizar el trabajo derivado de su mandato, y mejorar la calidad de servicios, comprometiéndose con la búsqueda de alternativas que mejoren la satisfacción del usuario.

### 5.6.1 Objetivo

El presente Manual de Procesos y Procedimientos tiene como objetivo principal, fortalecer los mecanismos de sensibilización que se despliegan y solidifican para brindar fortalecimiento a la cultura del autocontrol y del mismo método estándar de control interno.

Los procesos que se dan a conocer, cuentan con la misma estructura, base conceptual y visión en conjunto, de las actividades, con el fin de dotar a la misma entidad de una herramienta de trabajo que contribuya al cumplimiento eficaz, eficiente y productivo en la misión y metas prioritarias.

### 5.6.2 Validez del Manual de Procesos y Procedimientos

Para que tenga validez y cumpla de la mejor manera con su objetivo, el presente Manual de Procesos y Procedimientos requiere de revisiones periódicas para su actualización, ya que el propósito a corto plazo es enfocarlo como documento de calidad. Sus modificaciones deben ser sugeridas a l Directorio General, para su análisis, modificación, presentación a la instancia correspondiente, aprobación e implementación.

<sup>54</sup> Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2004). Principales procesos básicos de transformación de la industria plástica y Manejo, aprovechamiento y disposición de residuos plásticos post-consumo. Julio, 2004, de Sistema de Información Ambiental Minero Energético Sitio web: [http://www.siame.gov.co/siame/documentos/Guias\\_Ambientales/Gu%C3%ADas%20Resoluci%C3%B3n%201023%20del%2028%20de%20julio%20de%202005/INDUSTRIAL%20Y%20MANUFACTURERO/Guias%20ambientales%20sector%20pl%C3%A1sticos.pdf](http://www.siame.gov.co/siame/documentos/Guias_Ambientales/Gu%C3%ADas%20Resoluci%C3%B3n%201023%20del%2028%20de%20julio%20de%202005/INDUSTRIAL%20Y%20MANUFACTURERO/Guias%20ambientales%20sector%20pl%C3%A1sticos.pdf)

<b>NOMBRE</b>	<b>CÓDIGO</b>
Proceso de producción	PP.01
Proceso de mantenimiento	PP.02
Proceso de logística	PP. 03

**Tabla 27: Procesos y códigos de MAPRO**

**Fuente: Elaboración propia**

### 5.6.3 Descripción de procesos

#### **PROCESO DE PRODUCCIÓN – PP.01**

- Objetivo:

Este proceso permite realizar la producción de adoquines con cemento y plástico.

- Descripción del proceso

1. Registrar moldes y equipos: El operador registra el estado de los moldes y equipo.
2. Abastecer mezcladoras: El operador llena las mezcladoras con los insumos requeridos, incluyendo aditivo (Plástico).
3. Dosificar: El operador activa las paletas de la mezcladora para que se realice el dosificado de la mezcla, Aquí se obtendrán mezclas según las características de humedad y resistencia requeridas. Se recomienda que el tiempo de mezclado sea aproximadamente de 5 minutos.
4. Trasladar mezcla dosificada: El operador abre una compuerta ubicada en la mezcladora para llenar la carretilla, la cual es trasladada hacia la máquina productora de adoquines y vaciado en los moldes correspondientes al diseño requerido.
5. Compactar adoquines: Un operador enciende la máquina productora de adoquines para que proceda a su respectiva compactación de estos.
6. Almacenar adoquines: Los productos terminados son almacenados en estantes (racks) y son llevados a los cuartos de curado. Durante este proceso se realiza una inspección visual de su apariencia.
7. Curado: Los productos prefabricados recién elaborados se almacenan dentro de cuartos de curado cerrados con solo un acceso al frente. Después de un periodo de curado de  $24 \pm 8$  horas los productos son retirados, para tiempos de curado menores, se solicitara aprobación del jefe de producción.
8. Seleccionar productos: Los productos son seleccionados por inspección visual de la textura y apariencia.
9. Trasladar productos a almacén de producto terminado: Los adoquines seleccionados son apilados sobre parihuelas y estibados con el montacargas. Se le coloca una

etiqueta de identificación que indica el tipo de producto, turno y fecha de producción. Luego los productos son plastificados (embalados).

## **PROCESO DE MANTENIMIENTO – PP.02**

- Objetivo:

Este proceso permite laborar y ejecutar correctamente las labores de mantenimiento, enfocados en los procedimientos establecidos y así conservar los bienes productivos en condiciones seguras y preestablecidas de operación.

- Descripción del proceso

1. Iniciar proceso: El técnico de mantenimiento dará inicio al trabajo de acuerdo al cronograma establecido, que previamente ha sido elaborado y aprobado por el Gerente de Producción.
2. Preparar material: El técnico de mantenimiento debe preparar el material de trabajo, según el tipo de máquina y mantenimiento.
3. Presentarse al lugar de trabajo: El técnico de mantenimiento deberá apersonarse al lugar de trabajo en el día y fecha estipulado en el cronograma de trabajo.
4. Realizar el trabajo: Proceder a iniciar el trabajo de mantenimiento.
5. Verificar el trabajo: Posterior a realizar el mantenimiento, revisar minuciosamente el funcionamiento de la máquina para verificar que se opere de forma adecuada.
6. Registrar el trabajo: Se toma nota de la salida de la máquina del área de mantenimiento y cualquier imprevisto que se haya tenido.
7. Informar al gerente: Al final de la semana, preparar un informe, documento en el cual deberá constar todas las ocurrencias acaecidas en el trabajo realizado.

## **PROCESO DE LOGÍSTICA – PP.03**

- Objetivo:

.Encargado de proveer y atender los requerimientos de los pedidos e información de estos, así como planificar, dirigir y coordinar las actividades asociadas a la elaboración y distribución de los adoquines.

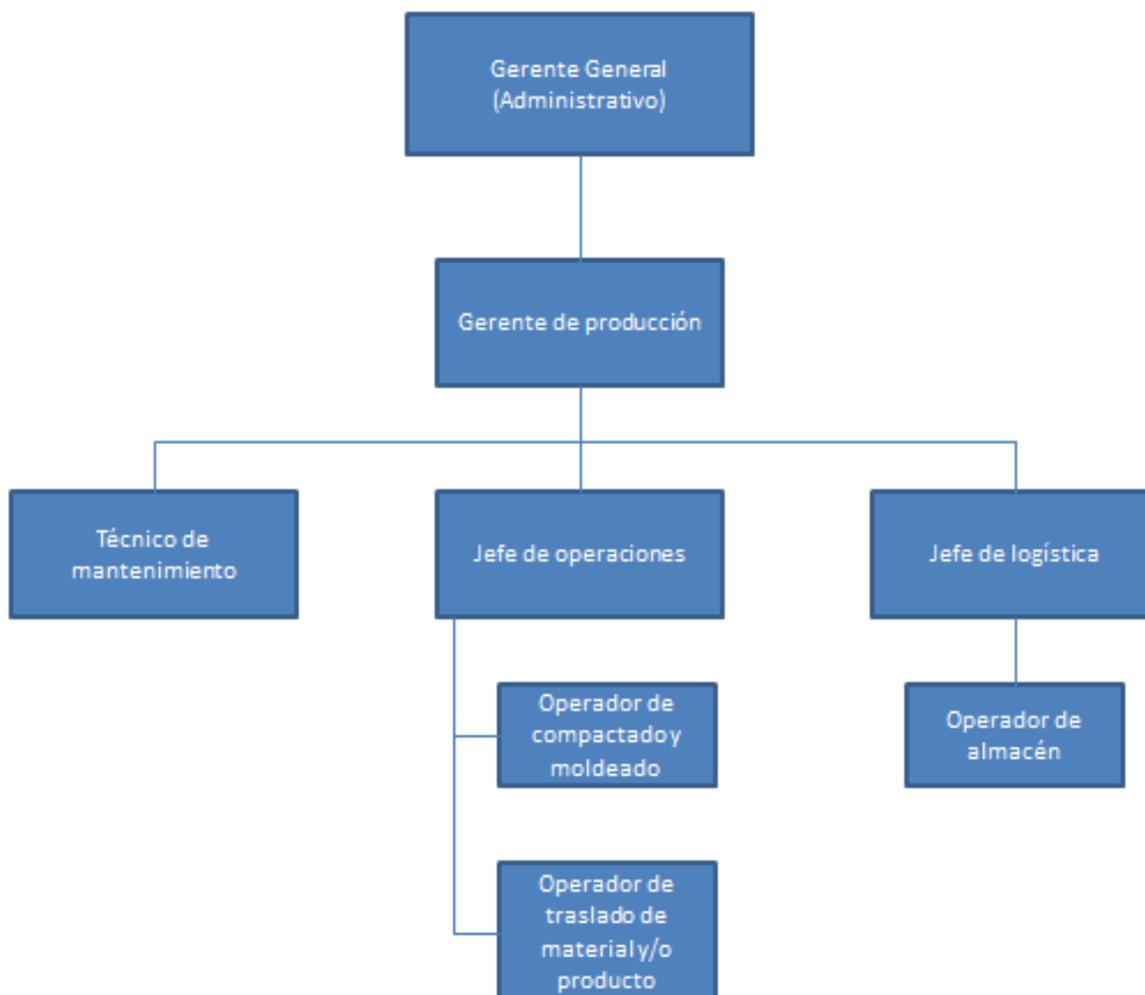
- Descripción del proceso

1. Identificar requerimientos: Analizar la falta de materia prima para llevar a cabo la producción.
2. Planificar el aprovisionamiento: Cuantificar los requerimientos de la materia prima e insumos y elaborar el plan para hacer los pedidos (escoger proveedor y cantidades).
3. Ejecución de las órdenes: Realizar los pedidos a los proveedores, de acuerdo con las

- previsiones de producción o venta.
4. Controlar el envío: Hacer seguimiento del pedido.
  5. Recepcionar: Verificar que la cantidad de materia prima sea la correcta y trasladar al almacén de materia prima.
  6. Trasladar: Llevar la mercancía al área de la empresa dónde se le requiera, con los equipos necesarios.
  7. Registrar la salida de almacén: Llevar control del consumo de materia prima.

## 5.7. Elaboración de Manual de Operación y Funciones (MOF)

### 5.7.1 Organigrama de empresa



**Ilustración 24: Organigrama de la Planta de producción de adoquines con cemento y plástico.**

**Fuente: Elaboración propia**

## 5.7.2 Manual de Operación y Funciones

Como se puede visualizar en el organigrama, existen 4 niveles jerárquicos que interesa mencionar y analizar.

El primer nivel está conformado por el Gerente General, quien es el encargado de administrar y supervisar todas las actividades de la empresa. El segundo nivel estará integrado por un Gerente de Producción. El tercer nivel estará formado por los jefes de cada área de la empresa. Finalmente, pero no menos importante, en el cuarto nivel se encuentran los operadores, quienes son los encargados de realizar las operaciones para la producción de adoquines, desde la recepción de materia prima hasta el almacenamiento del producto terminado.

Descripción de los puestos del organigrama:

A continuación se describirán las funciones de cada puesto de la empresa:

### 1. Puesto: Gerente General (Administrativo)

#### a. Rol

- El Gerente General es la autoridad responsable de velar por el correcto funcionamiento de todas las operaciones administrativas, económicas y operativas de la empresa.

#### b. Perfil académico:

- Ingeniero Comercial, Industrial y/o Administrador de Empresas

#### c. Perspectiva estructural:

- Reporta a: Directorio.
- Supervisa a: Gerente de Producción y a todos los demás.

#### d. Funciones generales:

- Elaborar planes estratégicos.
- Establecer objetivos y metas.
- Verificar el cumplimiento de las normativas vigentes.
- Realizar actividades administrativas
- Planificar, organizar, dirigir y controlar la gestión de la empresa
- Evaluar periódicamente el cumplimiento de los objetivos y metas consignadas en los planes, detectando los problemas y estableciendo las medidas correctivas.

- Aprobar las normas y procedimientos de carácter interno que sean necesarios para el desarrollo de la gestión y velar su cumplimiento.
  - Crear y mantener buenas relaciones con los clientes y proveedores para mantener el buen funcionamiento de la empresa
  - Diseñar y ejecutar los programas de inversión, mantenimiento y gastos anuales.
- e. Requisitos para el cargo:
- Idioma: Ingles
    - Escritura: Avanzada
    - Lectura: Avanzada
    - Conversación: Media
  - Dominio de entorno Windows, Normas ISO, Normas HACCP y Microsoft Office Nivel avanzado.
  - Experiencia: Mínima profesional de 8 años, con 6 de experiencia gerencial o cargos similares.
  - Habilidades blandas: ética, integridad, buen trato con las personas, liderazgo, flexible, habilidad para comunicarse.

## **2. Puesto: Gerente de Producción**

- a. Rol
- El Gerente de Producción es el responsable velar por el correcto funcionamiento de los procesos de producción para la elaboración del producto final, mantener un seguimiento y control de sus subordinados para que se mantengan siempre motivados en sus actividades del día.
- b. Perfil académico:
- Ingeniero Industrial.
- c. Perspectiva estructural:
- Reporta a: Gerente General
  - Supervisa a: Técnico de mantenimiento, jefe de operaciones y jefe de logística
- d. Funciones generales:
- Medición de trabajo
  - Planificar, coordinar y ejecutar el programa de producción

- Asegurar la disponibilidad de los recursos para las operaciones y dar seguimiento al proceso
- Gestionar y supervisar la eficiencia de los procesos de producción
- Establecer y evaluar los índices de productividad del proceso
- Determinar, recopilar y analizar los datos para demostrar la idoneidad de los procesos operativos e implementar las mejoras necesarias
- Análisis y control de fabricación
- Planeación y distribución de maquinaria
- Administración de salarios
- Implementar políticas de higiene y seguridad industrial

e. Requisitos para el cargo:

- Idioma: Ingles
  - Escritura: Avanzada
  - Lectura: Avanzada
  - Conversación: Media
- Dominio de entorno Windows y Microsoft Office Nivel avanzado.
- Sistemas de Gestión de Calidad.
- Experiencia: Mínima profesional de 6 años, con 4 años de experiencia jefatural.
- Habilidades blandas: capacidad de planeamiento, buen trato con las personas, liderazgo, flexible, habilidad para comunicarse.

### 3. Puesto: Jefe de Mantenimiento

a. Rol

- El Jefe de mantenimiento es el responsable de hacer un seguimiento y control a los equipos utilizados en todos los procesos con la finalidad de poder realizar un mantenimiento preventivo y correctivo de estos.

b. Perfil académico:

- Técnico en mantenimiento de maquinaria.

c. Perspectiva estructural:

- Reporta a: Gerente de Producción
- Supervisa a: Nadie

d. Funciones generales:

- Coordina y supervisa los trabajos de instalación de maquinaria.
- Supervisa el mantenimiento de las instalaciones.

- Ordena y supervisa la reparación de equipos.
  - Planifica y gestiona los recursos necesarios para realizar las labores de mantenimiento y reparación.
  - Elabora notas de pedidos de materiales y repuestos.
  - Efectúa inspecciones de las instalaciones para detectar fallas.
  - Planifica, coordina y controla el mantenimiento preventivo y correctivo de equipos y sistemas eléctricos, electrónicos y/o mecánicos.
  - Elabora y presenta los reportes estadísticos referidos a aspectos de su competencia.
- e. Requisitos para el cargo:
- Idioma: Ingles
    - Escritura: Media
    - Lectura: Media
    - Conversación: Básica
  - Dominio de entorno Windows y Microsoft Office – Nivel avanzado.
  - Experiencia: Mínima profesional de 3 años.
  - Habilidades blandas: capacidad de planeamiento, buen trato con las personas, flexible, habilidad para comunicarse.

#### **4. Puesto: Jefe de Logística**

- a. Rol
- Encargado de mantener un control y seguimiento de los ingresos y salidas de materiales desde la materia prima hasta el producto terminado. Además, de mantener una continua comunicación con proveedores para el constante suministro de insumos requeridos.
- b. Perfil académico:
- Ingeniero Industrial
- c. Perspectiva estructural:
- Reporta a: Gerente de Producción
  - Supervisa a: Operario de almacén
- d. Funciones generales:
- Seleccionar a los proveedores en función de su capacidad para suministrar productos de acuerdo con los requisitos de la organización.
  - Responsable del control de la compra o adquisición de los distintos insumos, en cantidad y calidad adecuadas, con el menor costo posible.

- Verificar la exactitud de la llegada de los insumos solicitados para su producción y el almacenamiento
- Llevar un control de inventarios de productos terminados.
- Establecer las mejores políticas de despacho y distribución para atender los requerimientos del cliente.
- Desempeñar las demás funciones afines que le asigne el Gerente de Producción.

e. Requisitos para el cargo:

- Idioma:
  - Escritura: Avanzada
  - Lectura: Avanzada
  - Conversación: Media
- Dominio de entorno Windows y Microsoft Office - Nivel avanzado.
- Conocimientos Supply Chain Management.
- Experiencia: Mínima profesional de 2 años, con 1 año de experiencia en cargos similares.
- Habilidades blandas: proactivo, capacidad de planeamiento, buen trato con las personas, trabajos en equipo, habilidad para comunicarse.

## 5. Puesto: Jefe de Operaciones

a. Rol

- Encargado del desarrollo de un plan de trabajo, para el adecuado cumplimiento de los procesos de producción de adoquines, mediante un seguimiento y control de las operaciones realizadas desde el ingreso de la materia prima a su primera transformación hasta la última.

b. Perfil académico:

- Ingeniero Industrial

c. Perspectiva estructural:

- Reporta a: Gerente de Producción
- Supervisa a: Operarios

d. Funciones generales:

- Coordinar la gestión de las operaciones para el correcto flujo de producción.
- Comunicar de forma efectiva la información que la organización requiera para trabajar.

- Efectuar por mandato de superiores los planes de producción establecidos con los clientes.
- coordinar la planificación de estrategias para potenciar los niveles de producción.
- Realizar un continuo seguimiento y control a los operarios en sus labores del día.

e. Requisitos para el cargo:

- Idioma:
  - Escritura: Avanzada
  - Lectura: Avanzada
  - Conversación: Media
- Dominio de entorno Windows y Microsoft Office.
- Experiencia: Mínima profesional de 2 años, con 1 año de experiencia en cargos similares.
- Habilidades blandas: proactivo, resistencia a la frustración, puntualidad, capacidad de planeamiento, buen trato con las personas, trabajos en equipo, habilidad para comunicarse.

## **6. Puesto: Operador de compactado y moldeado**

a. Rol

- Encargado de realizar el compactado de adoquines y verificar que dicha operación sea realizada de forma correcta.

b. Perfil académico:

- Secundaria completa

c. Perspectiva estructural:

- Reporta a: Jefe de Operaciones
- Supervisa a: Nadie

d. Funciones generales:

- Informar al jefe de operaciones las fallas y cualquier anomalía detectada durante el desarrollo del turno, para su correspondiente elevación al área de mantenimiento.
- Verificar, monitorear y reportar los parámetros operativos del trabajo.
- Cumplir con las normas y procedimientos de operación, seguridad, salud y medio ambiente.
- Apagar la maquina al culminar el turno.

- Realizar limpieza en el área de trabajo al finalizar el turno.
- e. Requisitos para el cargo
- Experiencia: Mínima profesional de 1 año.
  - Habilidades blandas: habilidad para comunicarse.

## **7. Puesto: Operador de traslado de material y/o producto**

- a. Rol
- Encargado de la ejecución física de transporte de insumos y productos terminados.
- b. Perfil académico:
- Secundaria completa
- c. Perspectiva estructural:
- Reporta a: Jefe de Operaciones
  - Supervisa a: Nadie
- d. Funciones generales:
- Trasladar la carga de materia prima que ingresa.
  - Realizar las funciones de almacenaje, ruptura de carga u otros complementarios.
  - Lleva a cabo o gestionar la distribución.
  - Verificar el buen estado de la maquinaria empleada.
- e. Requisitos para el cargo:
- Licencia de manejo
  - Experiencia: Mínima profesional 6 meses de experiencia en cargos similares
  - Habilidades blandas: habilidad para comunicarse.

## **8. Puesto: Operador de almacén**

- a. Rol
- Encargado de hacer un control de la salida y entrada de insumos y productos terminados.
- b. Perfil académico:
- Secundaria completa

- c. Perspectiva estructural:
- Reporta a: Jefe de Logística
  - Supervisa a: Nadie
- d. Funciones generales:
- Verificar el ingreso físico del material contra la “Guía de remisión y la orden de compra”.
  - Identificar, etiquetar y ubicar el material en caso de ser necesario.
  - Apoyar en la carga de unidades de transporte.
  - Recibir de acuerdo al procedimiento de logística inversa los materiales provenientes de devoluciones de clientes colocándolos en el lugar designado hasta su evaluación.
  - Estiba de materiales que llegan en camiones.
- e. Requisitos para el cargo:
- Experiencia: Mínima profesional de 1 año con conocimiento de almacenes y distribución física comercial.
  - Habilidades blandas: habilidad para comunicarse.

## CONCLUSIONES GENERALES

- A través de los años, la elaboración de productos empleando el plástico como principal materia prima ha ido aumentando de forma muy acelerada, esto debido a las propiedades del plástico para ser fácilmente moldeable y muy rígido cuando está seco. Sin embargo, este material representa un gran riesgo para el medio ambiente, pues su tiempo de degradación es muy largo, lo cual ocasiona que los rellenos sanitarios se llenen en un tiempo mucho menor a lo estimado.
- Los residuos sólidos provenientes del plástico tienen un gran impacto en el medio ambiente, pues al estar presentes en este por muchos años, se exponen a condiciones climáticas muy variadas (elevadas temperaturas en días soleados, lluvias, entre otras), lo cual hace que liberen sustancias químicas que contaminan los suelos y acuíferos cercanos a ellos.
- Emplear parte de este plástico para la elaboración de los adoquines ayuda a disminuir el volumen de residuo sólidos que contendrá el relleno sanitario, dándole una mayor eficiencia, pues su tiempo de vida será mayor al previsto.
- Según las pruebas de laboratorio realizadas a los prototipos de adoquines que se elaboraron, se pudo determinar que estos cumplen con los requerimientos exigidos por la norma peruana en cuanto a resistencia y absorción se refiere, para que sean apropiados para su uso en la construcción de vías públicas.
- El proceso de elaboración es bastante parecido al de un adoquín convencional, con la única diferencia que se debe añadir el plástico triturado a la mezcla antes de entrar a la máquina productora de adoquines (compactadora). Esto facilita la adquisición de maquinaria, pues esta industria es muy conocida en el país. Además, hace que sea fácil replicar el proceso en otras empresas sin necesidad de variar el proceso productivo considerablemente.
- Los adoquines con plástico poseen una densidad menor al de los elaborados solo con cemento, esto debido a que el plástico tiene un menor peso. Por ello, es que la resistencia disminuye un poco.
- Según los comentarios de los ingenieros entrevistados, el producto posee lo necesario para ser aceptado por el público, sin embargo, se debe mejorar la presentación del mismo, pues en su superficie se visualizan pequeños pedazos de plástico que le dan un aspecto escarchado. Esto puede causar que el cliente se desanime al adquirir el producto; por ello, se recomienda utilizar una capa adicional al momento de su elaboración, con el fin de cubrir el plástico y darle una textura suave, que aumentará su valor añadido.

- El diseño de planta está pensado para abastecer solo el mercado de la ciudad de Piura, es por ello que se ha decidido emplear un proceso semiautomático.
- La región Piura es bastante atractiva para localizar la planta, pues cuenta con un clima adecuado para llevar a cabo el proceso de curado de los adoquines. Además, cuenta con un distrito cuyas características de arena son muy favorables para el proceso, por su pureza y granulometría, lo cual facilita el proceso de tamizado y limpieza.

## BIBLIOGRAFÍA:

- Pabón, N. (2011). Estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora y comercializadora de adoquines, ubicada en el barrio Santa Lucía del Retorno, Cantón Ibarra provincia de Imbabura. Tesis de pregrado en Ingeniería Comercial. Universidad Politécnica Salesiana. Facultad de Ciencias Administrativas. Programa académico de Administración de Empresas. Quito, Ecuador.
- Valenzuela,P. (2014). Tesis PUPC, de Pontificia Universidad Católica del Perú  
Sitio web:  
[http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/4956/VALENZUELA\\_PAMELA\\_ESTUDIO\\_PRE-FACTIBILIDAD\\_PRODUCCION\\_EXPORTACION\\_CONSERVAS\\_POTA\\_CHINA\\_ESPA%C3%91A\\_ANEXO1.pdf?sequence=2](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/4956/VALENZUELA_PAMELA_ESTUDIO_PRE-FACTIBILIDAD_PRODUCCION_EXPORTACION_CONSERVAS_POTA_CHINA_ESPA%C3%91A_ANEXO1.pdf?sequence=2)
- Morales, E. (Octubre 8, 2012). Planta de producción de bloques y adoquines de concreto. Octubre 20, 2015, Sitio web:  
<https://www.youtube.com/watch?v=CU9CuxLcF-wy>
- (s.n). (abril 4, 2014). Proceso de fabricación de Blocks – Industrial Aguayo. Octubre 20, 2015, de Industrias Aguayo Sitio web:  
[https://www.youtube.com/watch?v=95\\_FV\\_\\_\\_M3U](https://www.youtube.com/watch?v=95_FV___M3U)

## ANEXOS

### VISITA TÉCNICA A EMPRESA DINO:









**REUNIÓN DE INTEGRACIÓN:**



## ELABORACIÓN DE PROTOTIPO:







**PRUEBAS DE RESISTENCIA:**



