

**Propuesta de mejora para mitigar desperdicios en el proceso productivo de la empresa  
Inyctoplast de Colombia S.A.S**

Giovanny Flechas Duarte  
Maira Alejandra Palma González

Universitaria Agustiniana  
Facultad de Ingenierías  
Programa de Ingeniería Industrial  
Bogotá, D.C  
2019

**Propuesta de mejora para mitigar desperdicios en el proceso productivo de la empresa  
Inyectoplast de Colombia S.A.S**

Giovanny Flechas Duarte  
Maira Alejandra Palma González

Director  
Ing. Luis Héctor Peña

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Universitaria Agustiniana  
Facultad de Ingenierías  
Programa de Ingeniería Industrial  
Bogotá, D.C  
2019

## **Dedicatoria**

*A Dios por las bendiciones recibidas día a día que me permitieron seguir adelante con este proyecto, a mis padres, hijo, familia y compañera de trabajo de grado Maira que fueron parte fundamental para cumplir este sueño. A todas las personas que de una u otra forma me ayudaron en este proceso.*

*Giovanny Flechas Duarte.*

*Dedico este trabajo principalmente a Dios que me ha dado la fortaleza y sabiduría para desarrollar este proyecto, a mis padres Expelber Palma y Diana González que me dieron la vida y se esmeran por que ésta sea maravillosa, a mi hermana incondicional que me brinda su apoyo siempre y a mi compañero de trabajo Giovanny por su esfuerzo y dedicación en este trabajo.*

*Maira Palma.*

## **Agradecimientos**

Expresamos nuestra gratitud al señor José Antonio Flechas, gerente de la empresa Inyectoplast de Colombia S.A.S por abrirnos las puertas y permitirnos desarrollar el proyecto, por la disposición y el tiempo que nos dedicó.

Agradecemos al Ingeniero Luis Héctor Peña, tutor de este trabajo por guiarnos y resolver satisfactoriamente todas nuestras dudas, por los conocimientos y experiencias que nos compartió en el proceso.

## Resumen

El presente proyecto tiene como objetivo proponer un plan de mejora para mitigar desperdicio de material, tiempo y recursos en el proceso de transformación del plástico por inyección en la empresa Inyectoplast de Colombia S.A.S y reducir defectos en el producto terminado, con base en algunas herramientas de manufactura esbelta como la metodología de las 5`s, estandarización del trabajo y VSM (Mapeo de flujo de valor), que resultan efectivos para solucionar este tipo de problemas relacionados al desperdicio de material y reproceso.

En primer lugar se realizó la recolección de datos del proceso productivo y a partir de ello se realizó el diagnóstico del estado actual de la empresa utilizando las herramientas de diagnóstico diagramas de Pareto, diagramas causa- efecto y VSM (Mapeo de flujo de valor), con el fin de identificar las causas que generan el desperdicio. Se realizan consultas e investigaciones acerca de los métodos aplicados para dar solución a los problemas identificados y posteriormente se elabora la propuesta teniendo en cuenta cada causa y efecto para proponer las medidas correctivas y/o preventivas respectivamente que finalmente generen más valor agregado en sus procesos.

Además se pretende que en el proceso de inyección se generen menos defectos en las piezas inyectadas y menos pérdida de tiempo, cumpliendo con el objetivo de calidad de la empresa, así mismo establecer acuerdos con el cliente y proveedor de la materia prima e insumos pues de ello depende la calidad de su producto. Se identificó que una de las causas principales de generación de productos no conformes es la mala calidad de la materia prima utilizada para elaborar algunos productos, dicho material es recuperado (reciclado) y al no tratarse correctamente antes de ser procesado en la máquina inyectora, se presenta con frecuencia el producto terminado con defectos por material contaminado que representa el 56.51% del total de desperdicio de material en la empresa.

*Palabras clave:* Análisis de causas, VSM (Mapeo de flujo de valor), Desperdicios, defectos, Lean Manufacturing, calidad, procesos, inyección de plásticos.

## **Abstract**

This project aims to propose an improvement plan to mitigate waste of material, time and resources in the process of transformation of plastic by injection in the company Inyectoplast de Colombia SAS and reduce defects in the finished product, based on some tools of Slender manufacturing such as 5`s and standardization of work and VSM (Value Stream Map), that are effective to solve this type of problems related to waste of material and reprocessing.

In the first place, the data collection of the production process was carried out and from this the diagnosis of the current state of the company was performed using the diagnostic tools Pareto diagrams, cause-effect diagrams and VSM (Value Stream Map), in order to identify the causes that generate the waste. Consultations and investigations are carried out about the methods applied to solve the identified problems and subsequently the proposal is elaborated taking into account each cause and effect to propose the corrective and / or preventive measures respectively that finally generate more added value in their processes.

It is also intended that in the injection process, less defects are generated in the injected parts and less waste of time, fulfilling the objective of the quality of the company, likewise establishing agreements with the customer and supplier of the raw material and inputs as of this depends on the quality of your product. It was identified that one of the main causes of generation of non-conforming products is the poor quality of the raw material used to make some products, said material is recovered (recycled) and when not treated properly before being processed in the injection machine, it frequently presents the finished product with defects by contaminated material that represents 56.51% of the total waste of material in the company.

*Keywords:* Cause analysis, VSM (Value stream mapping), Waste, defects, Lean Manufacturing, quality, processes, plastic injection.

## Tabla de contenidos

1. Identificación del problema .....	10
1.1 Antecedentes del problema.....	10
1.2 Planteamiento del problema .....	10
1.2.1 Generalidades de la empresa.....	10
1.2.2 Definición del problema. ....	22
Cambio de color.....	23
Molde defectuoso.....	24
Mano de obra. ....	25
1.3 Formulación del problema.....	33
1.3.1 Pregunta de investigación.....	33
1.3.2 Alcance. ....	33
2 Justificación .....	34
3 Objetivos.....	37
3.1. Objetivo general .....	37
3.2 Objetivos específicos.....	37
4. Marco referencial .....	38
4.1 Antecedentes de la investigación.....	38
4.1.1. Lean Manufacturing. ....	39
4.1.2 Aplicación.....	40
4.1.3 Origen y antecedentes.....	40
4.1.4 Estructura del sistema Lean Manufacturing. ....	41
4.1.5 Definiciones Lean Manufacturing. ....	41
e. Inventarios innecesarios.....	42
5. Marco metodológico .....	43
5.1 Tipo de investigación.....	43
5.2 Metodología.....	43
5.3 Desarrollo metodológico de la investigación de la situación actual.....	43
5.4 Ciclo PHVA del proyecto.....	44
6. Planteamiento de la propuesta de mejora.....	45
6.1 Desarrollo de la propuesta .....	46

6.1.1	VSM actual. ....	46
6.1.2	Propuesta de mejora a procesos que no agregan valor. ....	51
6.1.2.1	Inversión de filtro imanes para tolva de inyectoras. ....	51
6.1.3	Trabajo estándar.....	68
6.1.3.1	Resultados esperados del trabajo estándar y 5`s.....	74
6.1.3.2	VSM futuro.....	74
6.1.4	Indicadores de seguimiento.....	77
6.1.4.1	Eficiencia global de la maquina OEE.....	77
6.1.4.2	Defectos por unidad (DPU).....	80
7.	Análisis costo beneficio .....	84
8.	Conclusiones .....	85
9.	Recomendaciones .....	87
10.	Referencias.....	88

## Introducción

Generalmente en las empresas se presenta el desperdicio por la carencia de planeación de utilización de sus recursos, lo cual causa en efecto una baja productividad y competitividad, además de generar pérdidas de material, tiempo y recursos. El desperdicio en las compañías se evidencia a través de las ineficiencias en el uso de maquinaria, instrumentos, materiales, dinero y otros que se generan a raíz de la mala administración y falta de seguimiento a dichas ineficiencias, puede haber esquemas de seguimiento y registro de las ineficiencias, pero lo que realmente falta es control y gestión de la solución para estos aspectos que degeneran el rendimiento y productividad de la empresa. Existen diferentes métodos y estrategias para abordar los problemas, pero lo principal es encontrar la causa raíz de cada uno utilizando herramientas de observación a fin de profundizar en lo que a primera vista afecta los procesos, desglosar esa situación y determinar la causa o causas a abordar. El Lean Manufacturing es la herramienta que permite investigar cualitativa y cuantitativamente a través de la sustentación de las situaciones el porqué, el qué y el cuándo de la causa raíz del problema. Madariaga (2013).

Por medio de herramientas como HENCHÍ GEMBUTSU, 5'S, JIDOKA, Filosofía Kaizen, entre otras que hacen parte de Lean Manufacturing es posible dar solución a los problemas antes mencionados. La empresa Inyectoplast de Colombia, además de ser una empresa comprometida con el desarrollo industrial, también está comprometida con el medio ambiente, pues se estima que alrededor del 70% de la materia prima proviene de la recuperación del material reciclado, y el otro 30% se obtiene de los polímeros no procesados, por ende en la empresa es necesario implementar algunas herramientas del lean de producción y de negocio que permitan mitigar las pérdidas de recursos en producción y abrir puertas en el mercado agregando valor a sus productos.

Se tiene como finalidad contemplar un diagnóstico de los diversos problemas que se presentan en el proceso productivo de la empresa Inyectoplast de Colombia que generan el desperdicio de material y reproceso, con esto elaborar una propuesta de mejora que permita identificar fallas o deficiencias y brindar solución a las mismas utilizando herramientas de ingeniería y la metodología Lean Manufacturing.

## **1. Identificación del problema**

### **1.1 Antecedentes del problema**

Para lograr el objetivo del presente trabajo de grado se identifica a Inyectoplast de Colombia S.A.S como parte del gremio de las PYMES en Colombia en especial dentro del sector caucho y plásticos. El Lean Manufacturing es una filosofía aplicada en términos de gestión de negocios a todo tipo de empresa en cualquiera de sus áreas, ofrece herramientas que integradas dentro del plan estratégico de las organizaciones permite lograr algunos de los objetivos de manera rápida y sencilla.

Como parte del desarrollo de la propuesta es necesario plantear el estado en que se encuentra la empresa respecto a productividad, según el artículo de investigación e innovación “Productividad de las PYMES, sector caucho y plástico de Bogotá D.C” de la universidad Autónoma de Colombia por Mayorga y Porras (2015) indica que:

“Si las empresas manifiestan que quieren mejorar su productividad, necesariamente hay que medirla pues los indicadores de rentabilidad tradicionales son adecuados, pero para lograr una medición significativa, deben estar ligados con la productividad, ya que ésta afecta en gran medida los rendimientos de la empresa. Además, las mediciones de la misma fortalecen la planeación estratégica de las organizaciones, que pueden utilizar el comportamiento de estos índices durante un tiempo determinado, como una herramienta de diagnóstico, que ayuda a identificar áreas problemáticas que requieren de una atención inmediata.”(p.97).

Inyectoplast de Colombia, la cual tiene como actividad principal la transformación del plástico, actualmente no cuenta con indicadores que permitan identificar aquellos procesos y prácticas dentro de la organización que no agregan valor, por ello se considera que puede estar rezagada en este aspecto frente a otras empresas que sí implementan las herramientas del Lean Manufacturing que les permiten identificar los diferentes desperdicios.

### **1.2 Planteamiento del problema**

#### **1.2.1 Generalidades de la empresa.**

Razón social: Inyectoplast de Colombia S.A.S

Representante legal: Johanna Suarez Rodríguez

NIT: 90041815 - 8

Ubicación: Carrera 72j bis # 34 – 55 sur, Bogotá D.C

Inyectoplast de Colombia es una empresa que se dedica a la recuperación y transformación de plásticos, actualmente cuenta con 3 máquinas inyectoras, 1 tolva mezcladora, 1 molino y una aglutinadora, 8 empleados operativos en planta y 2 administrativos, los operarios tienen una jornada laboral de lunes a sábado manejando 2 turnos rotativos de 12 horas. La empresa presta los siguientes servicios:

- Servicio de inyección
- Servicio de aglutinado
- Servicio de molido o trituración

A parte cuenta con líneas de productos propios, todos estos procesos por medio de máquinas aglutinadoras, molinos, inyectoras y moldes que les permiten la fabricación de diferentes productos donde puede variar color, forma, diseño, todo de acuerdo a satisfacer la necesidad del cliente.

La distribución de la planta actualmente delimita su espacio de acuerdo al requerimiento de almacén, es decir que no existe ningún tipo de señalización o demarcación que identifique cada zona o área predeterminada para una un uso específico.

En la figura 1, se muestra la distribución de las máquinas, zonas peatonales, almacén de materia prima y almacén de producto terminado que evidencia las deficiencias antes mencionadas.

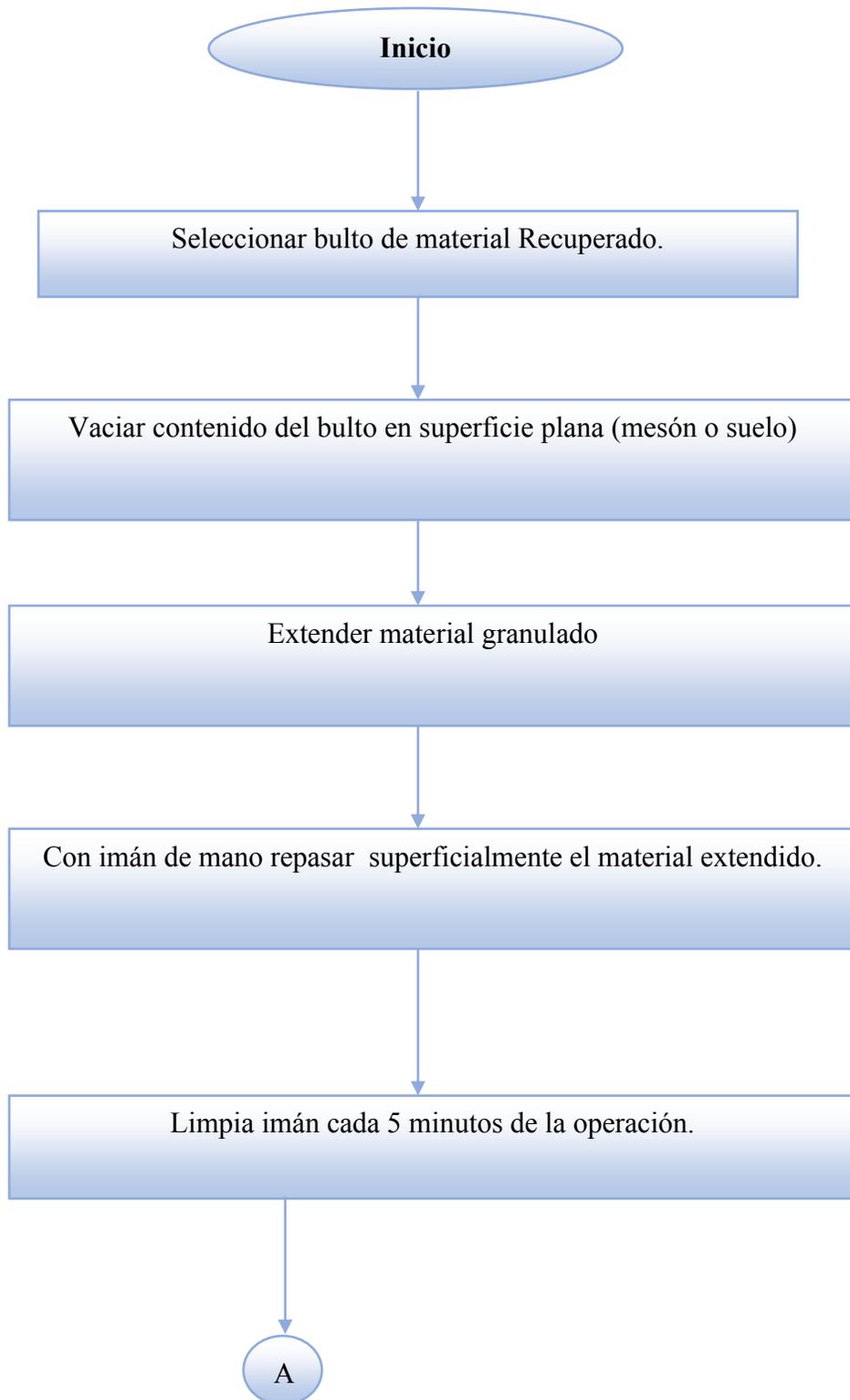


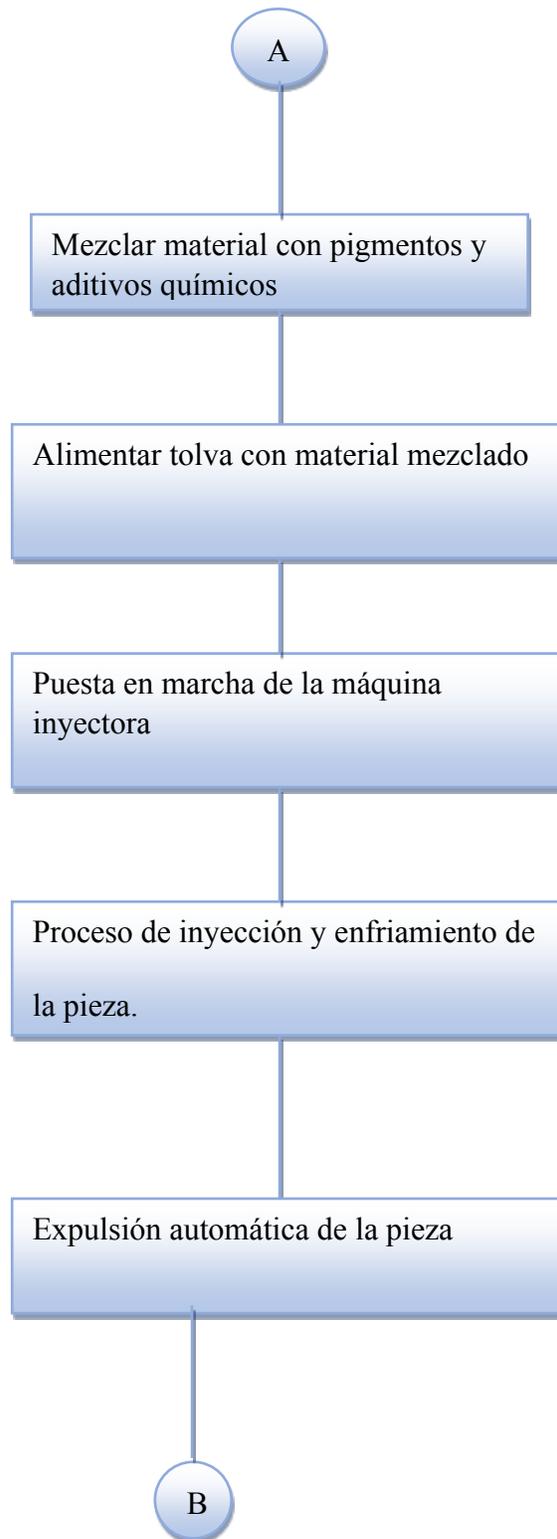
**Figura 1.** Planta Inyectoplast de Colombia SAS. (Autoría Propia)

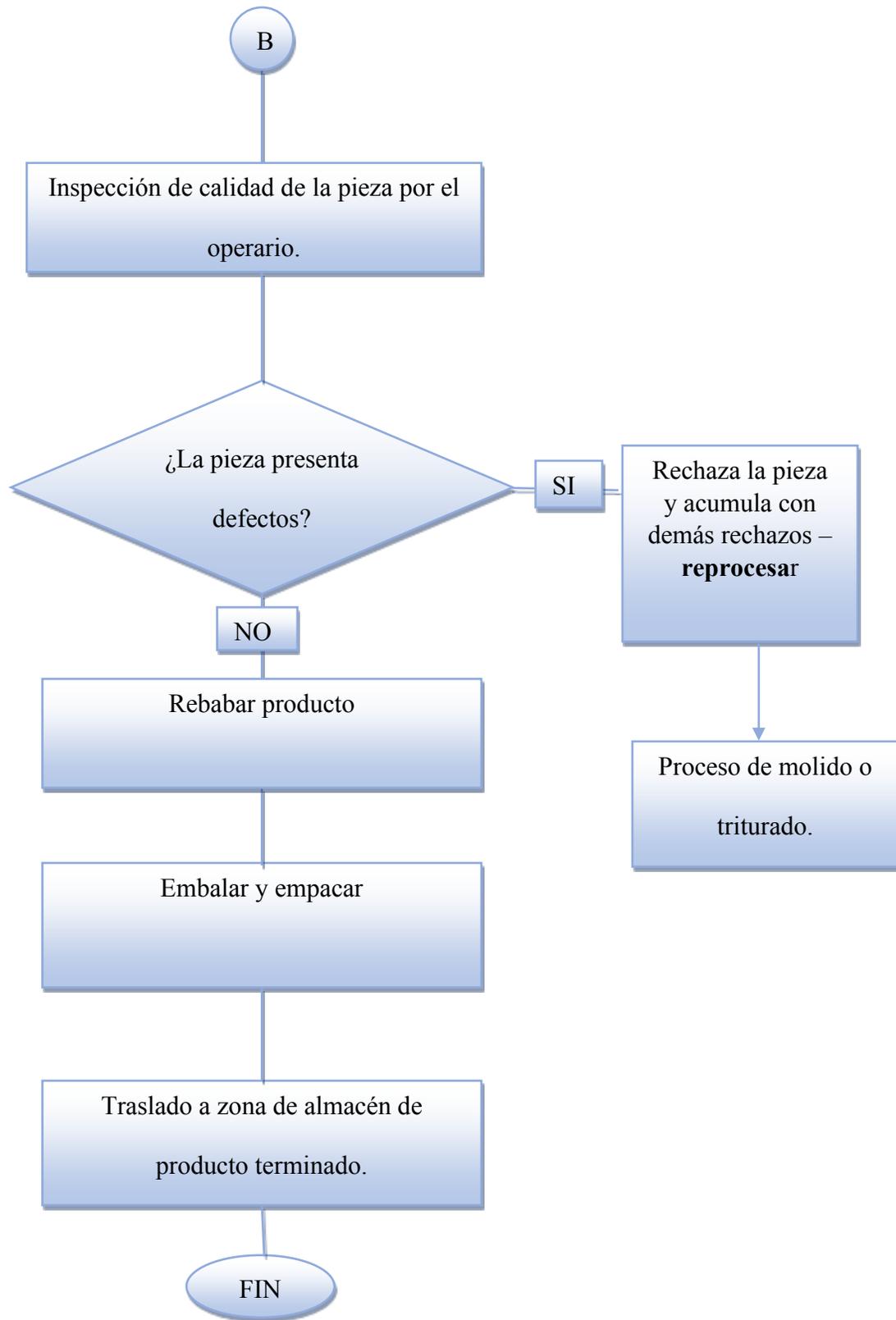
No	Actividad	Operación	Transporte	Inspección	Demora	Almacén
		○	➡	□	⊔	▽
1	Recepción de materia prima	●				
2	Selección materiales			●		
3	Alistar material y pesaje de pigmentos	●				
4	Traslado de material y pigmento al mezclador		●			
5	Vaciar material al mezclador	●				
6	Llevar material mezclado a la inyectora		●			
7	Alimentar tolva con material mezclado	●				
8	Puesta en marcha maquina inyectora	●				
9	Inyección y enfriamiento pieza	●				
10	Expulsión de producto inyectado	●				
11	Rebabar producto	●				
12	Embalar y empacar producto	●				
13	Traslado a zona de despacho		●			
14	Almacén					●

**Figura 2.** Diagrama de flujo del proceso en Inyectoplast de Colombia SAS (Autoría propia)

En la figura 2, se describe el recorrido general del proceso desde que ingresa la materia prima hasta que pasa por el proceso de transformación en la máquina inyectora. La figura 3, es el diagrama de flujo del proceso en la empresa, se observa el proceso de recepción, almacén y transformación del material acompañado de un diagrama de recorrido donde identificamos una de las causas raíces de los defectos en el producto terminado.

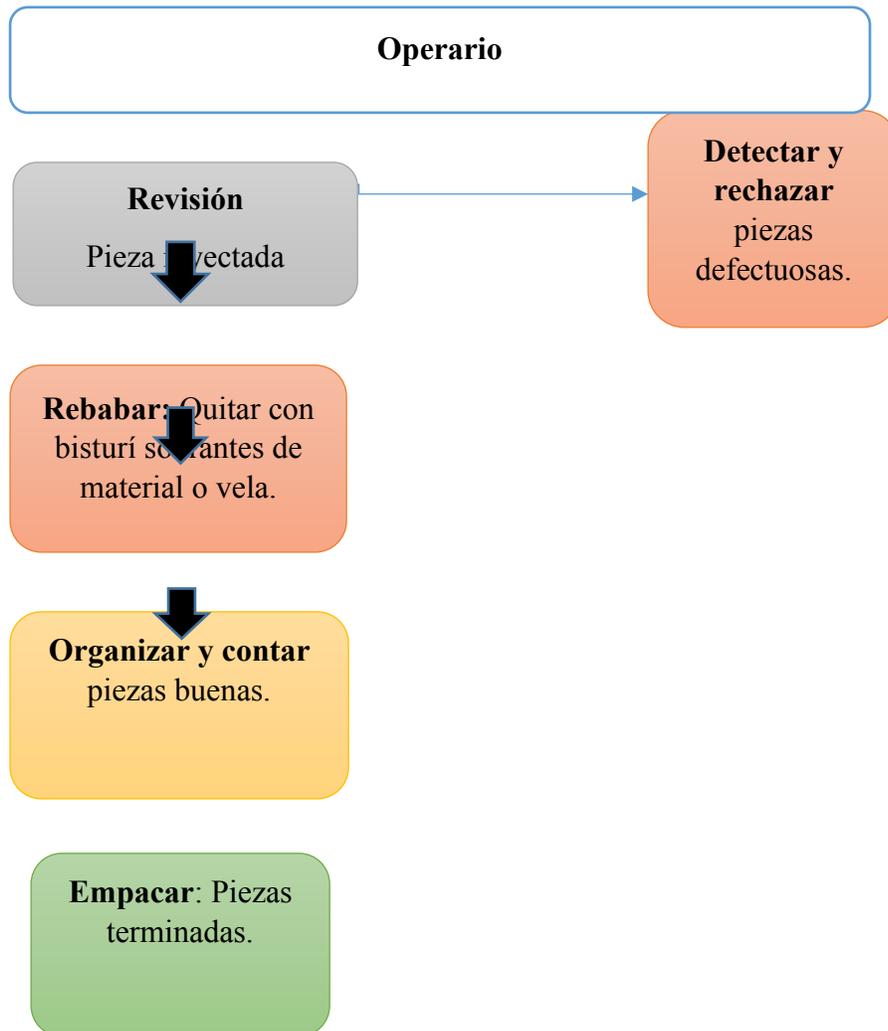






**Figura 3.** Diagrama de flujo del proceso de transformación del plástico en Inyectoplast de Colombia SAS (Autoría propia).

Del proceso anterior se evidencia que hay 2 procesos que no agregan valor, el primero es la inspección y limpieza del material antes de suministrar a producción y el segundo es el proceso de rechazo de los productos no conformes que requieren de reproceso. En la figura 4 se describen las actividades que realiza el operario en la operación.



**Figura 4.** Proceso de verificación y empaque de producto terminado en Inyectoplast de Colombia (Autoría propia).

N°	Descripción Actividades	Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.	Tiempo (min)
		○	➡	□	D	▽	
1	Llega camión con material		●				3
2	Auxiliar de bodega abre muelle				●		4
3	Auxiliar de transporte descarga el material	●					26
4	Auxiliar de transporte ingresa material		●				16
5	Auxiliar de bodega pesa cada bulto de material	●					36,8
6	Auxiliar de bodega confirma cantidad contra pedido			●			6
7	Auxiliar de bodega confirma visto bueno de revisión			●			2
8	Auxiliar de bodega organiza material y almacena					●	45
9	Auxiliar de bodega alista material para alimentar planta de producción.	●					126,2
10	Inspeccionar material recuperado antes de suministrar a producción.	●					222,3
<b>Total tiempo</b>							487,3

**Figura 5.** Diagrama de flujo del proceso de inspección y limpieza del material (Autoría propia 2019).

La actividad numero 10 descrita en la figura 5 es la que representa una pérdida de tiempo en la operación, es decir es la primera actividad que no agrega valor como se menciona anteriormente, pues representa 3.7 horas aproximadamente atribuidas a las funciones del auxiliar de bodega y proceso de almacén en general.

N°	Descripción Actividades	Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.	Tiempo (min)
		○	⇒	□	D	▽	
1	Operario programa inyectora	●					12
2	Operario monta molde en la inyectora	●					120
3	Mezclar material plástico con aditivos y colorantes	●					25
4	Alimentar tolva con material mezclado	●					360
5	Inicio proceso de moldeo por inyección	●					360
6	Operario retira pieza inyectada	●					240
7	Operario revisa calidad de pieza inyectada			●			60
8	Rechazo de producto no conforme si aplica			●			60
9	Rebabar productos conformes	●					120
10	Organizar y contar piezas conformes	●					240
11	Empacar y embalar producto terminado	●					180
12	Trasladar a zona de almacen el producto terminado		●				15
13	Trasladar a proceso de molido los productos no conformes		●				2
14	Moler productos no conformes	●					67
15	Reprocesar en la inyectora material molido	●					340
	Total						2201

**Figura 6.** Diagrama de flujo del proceso de producción en Inyectoplast (Autoría propia 2019).

<i>Proceso Almacén</i>	<b>Actual</b>	
<b>Resumen</b>	<b>Tiempo ( min)</b>	<b>Tiempo ( hr)</b>
Operaciones	411,3	6,86
Transporte	19	0,32
Controles	8	0,13
Esperas	4	0,07
Almacenamiento	45	0,75
Total	487,3	8,12
<i>Proceso Producción</i>	<b>Actual</b>	
<b>Resumen</b>	<b>Tiempo ( min)</b>	<b>Tiempo ( Hr)</b>
Operaciones	2064	34,40
Transporte	17	0,28
Controles	120	2,00
Esperas	0	0,00
Almacenamiento	0	0,00
Total	2201	36,68

**Figura 7.** Resumen de tiempos del proceso de almacén. (Autoría propia 2019)

De la figura 6 se concluye que el reproceso de material no conforme equivale a la pérdida de 5 horas aproximadamente en un turno de 12 horas, siendo este el segundo proceso que no agrega valor al proceso como se menciona anteriormente.

Inyectoplast de Colombia cuenta con el siguiente portafolio de productos según la tabla 1.

Tabla 1.

*Portafolio de productos Inyectoplast de Colombia S.A.S*

<i><b>Producto</b></i>	<i><b>Descripción del producto</b></i>	<i><b>Material Utilizado</b></i>
<b>1</b>	Taza Portacomida	Polipropileno Recuperado
<b>2</b>	Manija portacomida	Polipropileno Recuperado
<b>3</b>	Tapa Portacomida	Polipropileno Recuperado
<b>4</b>	Gancho para lavandería	Polipropileno Recuperado
<b>5</b>	Bandeja pequeña	Polipropileno Alta densidad
<b>6</b>	Bandeja grande	Polipropileno Alta densidad
<b>7</b>	Matera #16	Polipropileno
<b>8</b>	Matera # 18	Polipropileno
<b>9</b>	Matera #22	Polipropileno
<b>10</b>	Matera # 24	Polipropileno
<b>11</b>	Platón # 25	Polipropileno
<b>12</b>	Tapón silla	P.V.C Blando recuperado
<b>13</b>	Tapón mesa	P.V.C Blando recuperado
<b>14</b>	Sanduchera	Polipropileno Original
<b>15</b>	Plantilla cepillo	Tela no tejida
<b>16</b>	Plantilla escoba	Tela no tejida
<b>17</b>	Base trapero	Polietileno alta densidad
<b>18</b>	Conector	Polipropileno Recuperado
<b>19</b>	Vaso infantil	Polipropileno Original
<b>20</b>	Tapa para jarra	Polipropileno Original
<b>21</b>	Jarra 1 litro	Polipropileno Recuperado
<b>22</b>	Pedal para papelera	Polipropileno Recuperado
<b>23</b>	Soporte pedal papelera	Polietileno recuperado
<b>24</b>	Rejilla paso aire	Polietileno recuperado

*Nota:* Autoría propia (Datos suministrados por la empresa). 2019

### 1.2.2 Definición del problema.

Como resultado de las observaciones realizadas durante las visitas a la empresa, se identifican los desperdicios más incidentes en los procesos de la planta, resultan ser en este caso el desperdicio de material y de tiempo a causa de los productos terminados no conformes, como se mencionó anteriormente; la empresa estima que alrededor del 70% de la materia prima es polímero recuperado o reciclado, y el otro 30% <sup>1</sup> son polímeros vírgenes, es decir; polímeros que no han sido procesados, esta materia prima varía de acuerdo al cliente y pedido, pues la mayoría de ellos proveen el material para la fabricación del producto que soliciten. La empresa suministró información acerca de su portafolio de productos y puso a disposición los documentos de control y registro de los productos no conformes para cada referencia. Con base en la información suministrada se puede verificar la cantidad de unidades no conformes a causa del material defectuoso o mal procesado en promedio mensual, los datos históricos corresponden al promedio de defectos mensual en el año 2019 (Véase tabla 3. Identificación de no conformidades ocurrencia y costo).

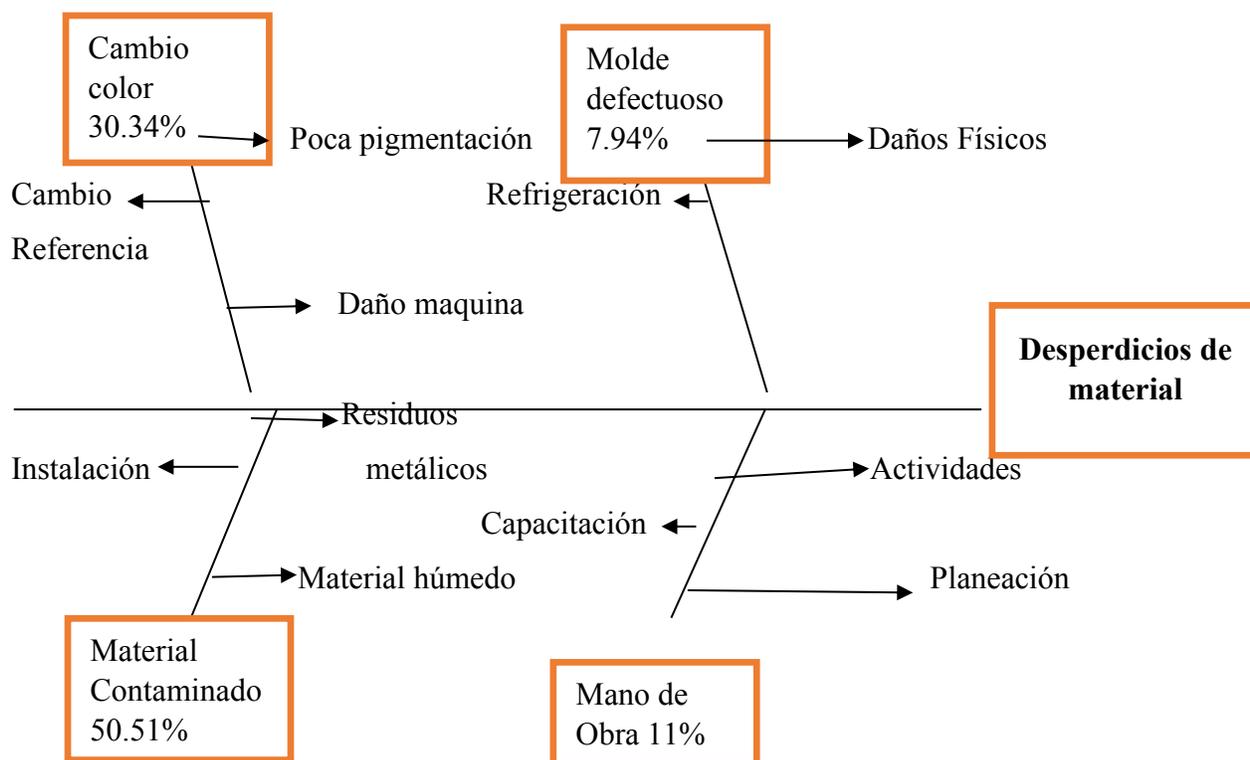
El procedimiento con los productos no conformes contempla el volver a procesar, pero el tiempo y recurso invertido en el reproceso del material no es recuperado ni remunerado por parte del cliente cuando el defecto es causado por deficiencia del material o el molde suministrado por él mismo. Es aquí donde se incurre en el mayor desperdicio.

En el diagrama causa- efecto que se muestra a continuación en la Figura 8 identificamos los problemas que generan desperdicio de material y productos no conformes, mostrando la ponderación para determinar los puntos prioritarios a intervenir, y así mismo poder evaluar si se requiere de un análisis multicausa para un problema determinado.

Según la figura 8 se puede concluir que los problemas relacionados con los defectos de calidad de los productos terminados se deben dividir en subproblemas. Ver figura 8.

---

<sup>1</sup> Dato de porcentaje de utilización de material reciclado: Información suministrada por la empresa.



**Figura 8.** Diagrama causa –efecto para desperdicios de material en Inyectoplast de Colombia (Autoría propia 2019).

### 1.2.3 Descripción de causas de los defectos.

**Cambio de color.** En el proceso productivo se generan ordenes de pedido a diferentes referencias de producto, las cuales en su mayoría contemplan la característica de color variado. Cuando se presenta el cambio de color (se alimenta la máquina con el material) se generan desperdicios ya que el producto terminado no resulta con el tono definido que se requiere en las primeras inyecciones y debe esperarse varias inyecciones (aleatorio) para qué esto suceda. En ocasiones no tienen un porcentaje real de la cantidad de pigmento que se requiere para el color solicitado generando productos no conformes o bien se puede presentar fallos en el husillo que no deja diluir o mezclar el material como se debe. Ver figura 9.



**Figura 9.** Pieza inyectada con defecto de color ( Autoría propia 2019).

**Molde defectuoso.** Cada producto cuenta con su respectivo molde el cual es almacenado en las instalaciones de Inyectoplast de Colombia S.A.S, actualmente cuenta con aproximadamente 40 moldes de los cuales 3 son propios y 37 propiedad del respectivo cliente del producto, estos moldes se utilizan dependiendo las órdenes de producción que genere el cliente. Debido a esto los moldes tienen un tiempo considerable sin ser utilizados y sin un debido mantenimiento lo que puede generar en ocasiones averías en el molde y consecuentemente causar defectos en el proceso de inyección como taponamientos en el sistema de refrigeración, a parte la empresa no tiene el debido espacio y organización para almacenar los moldes. Ver figura 10.



**Figura 10.** Pieza inyectada con defecto en proceso de inyección(Autoría propia 2019).

**Material contaminado.** Inyectoplast en sus procesos utiliza casi el 70% de material recuperado y el 30% es material virgen, la materia prima es proporcionada por el cliente para su respectivo proceso. Se ha detectado que la mayoría de productos no conformes son generados por el material

recuperado como se muestra en la Tabla 3, ya que no le tienen un seguimiento o control al momento de ser procesados donde se han encontrado residuos metálicos o material que no cumple el estándar del proceso (mal procesado) como evidenciamos en la Figura 8, lo cual afecta el sistema productivo de Inyectoplast de Colombia S.A.S; aparte se evidenció que en las instalaciones existen fisuras en el tejado y cuando se presentan lluvias los materiales almacenados se humedecen generando así también desperdicios.

**Mano de obra.** Los operarios que laboran en la empresa tienen turnos rotativos de lunes a sábado de 12 horas cada uno, por ser turnos largos no se realizan capacitaciones sobre el proceder al momento que la máquina presente irregularidades o daños en su respectiva configuración, lo que genera que los defectos se sigan generando hasta intervenir la máquina tardíamente. También los defectos se pueden generar por no seguir el procedimiento adecuado de inyección.

**Incidencia de los defectos.** Se tiene en cuenta la siguiente información estándar de costos y utilidad por pieza producida suministrada por la empresa, ya que los contratos o pedidos que se realizan con el cliente se rigen bajo estos acuerdos, excepto el dato de reproceso de material que no se considera con el cliente, el costo de reproceso por pieza siempre será el mismo ya que el costo de operación contempla el tiempo y la cantidad de material promedio reprocesado.

Tabla 2.

*Estándares de costo pieza inyectada en Inyectoplast.*

<b>Costo de operación por pieza inyectada</b>	<b>Costo reproceso por pieza</b>	<b>Precio de venta por pieza inyectada</b>	<b>Utilidad x unidad</b>
\$ 675	\$ 600	\$ 750	\$ 75

*Nota:* El valor de utilidad es el resultado entre el precio de venta menos el costo de operación, y el costo de operación es el mismo en todas las referencias. Autoría propia (Datos suministrados por la empresa).

A continuación, se indica el portafolio de productos que fabrica la empresa, cantidad de pedido por unidades y unidades no conformes promedio mes, tener en cuenta que los datos son el promedio del histórico mensual durante el año 2019 el cual arroja como resultado el costo promedio mensual en reproceso de material por productos no conformes que es de \$1'453.020.

Tabla 3.

*Identificación de no conformidades ocurrencia y costo*

<b>Producto</b>	<b>Descripción del producto</b>	<b>cantidad pedido x unidades promedio mes</b>	<b>Cantidad de unidades no conformes mes</b>	<b>Tipo de defecto</b>	<b>Costo de reproceso</b>
<b>1</b>	Taza Portacomida	20.000	1000	cambios de color	\$ 43.200
<b>2</b>	Manija portacomida	20.000	500	material contaminado	\$ 4.500
<b>3</b>	Tapa Portacomida	20.000	300	molde defectuoso	\$ 6.300
<b>4</b>	Gancho para lavandería	12.500	100	material contaminado	\$ 3.300
<b>5</b>	Bandeja pequeña	20.000	50	cambios de color	\$ 1.500
<b>6</b>	Bandeja grande	20.000	100	material contaminado	\$ 18.780
<b>7</b>	Matera #16	12.000	500	material contaminado	\$ 56.400
<b>8</b>	Matera # 18	12.000	1000	material contaminado	\$ 114.000
<b>9</b>	Matera #22	12.000	200	material contaminado	\$ 23.040
<b>10</b>	Matera # 24	12.000	200	material contaminado	\$ 25.200
<b>11</b>	platón # 25	16.000	1000	material contaminado	\$ 57.000
<b>12</b>	Tapón silla	50.000	2000	cambios de color	\$ 15.600
<b>13</b>	Tapón mesa	50.000	3000	material contaminado	\$ 54.000
<b>14</b>	Sanduchera	22.000	0	N/A	\$ -
<b>15</b>	Plantilla cepillo	30.000	1500	material contaminado	\$ 162.000
<b>16</b>	Plantilla escoba	30.000	2000	material contaminado	\$ 390.000
<b>17</b>	Base trapeo	8.000	200	material contaminado	\$ 24.000
<b>18</b>	Conector	14.000	2000	material contaminado	\$ 180.000
<b>19</b>	Vaso infantil	10.000	0	N/A	\$ -

<b>20</b>	Tapa para jarra	32.000	2000	cambios de color	\$ 43.200
<b>21</b>	Jarra 1 litro	32.000	3000	cambios de color	\$ 154.800
<b>22</b>	Pedal para papelera	10.000	500	material contaminado	\$ 15.000
<b>Total</b>					<b>\$1.453.020</b>

*Nota:* Autoría propia (Datos suministrados por la empresa). (2019)

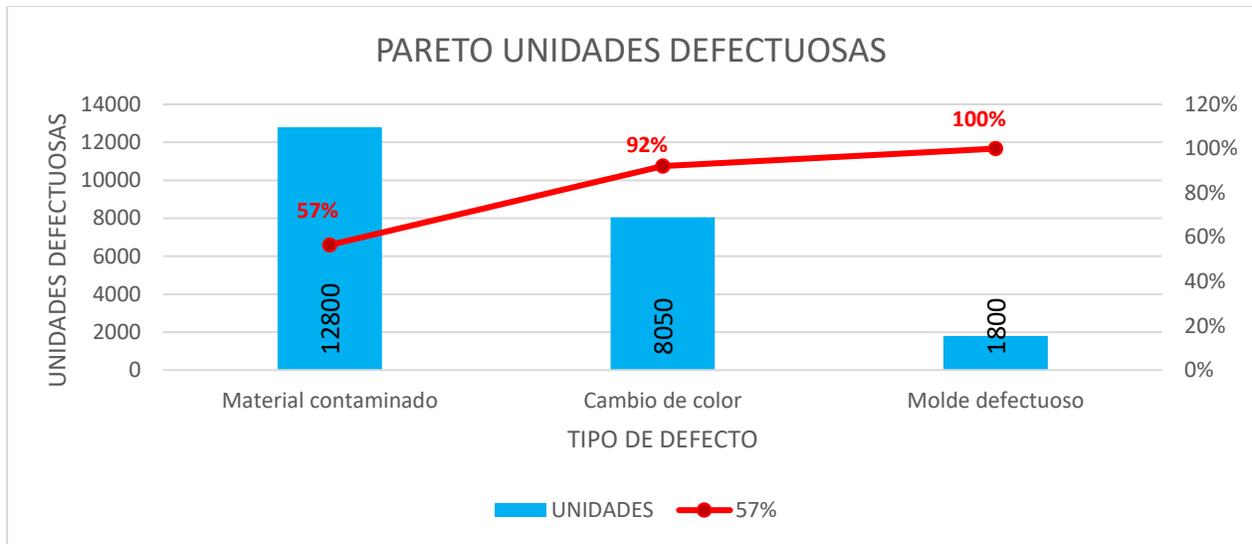
Por lo anterior se cuantifica la incidencia de la ocurrencia de cada defecto y su impacto con respecto al costo. Por medio de un diagrama de Pareto fue posible definir el defecto con mayor ponderación y de esta forma hallar la causa raíz de los defectos. Ver figuras 11 y 12.

Tabla 4.

*Datos de Paretos (figuras 7 y 8), Defectos por cantidad de unidades NC vs costo.*

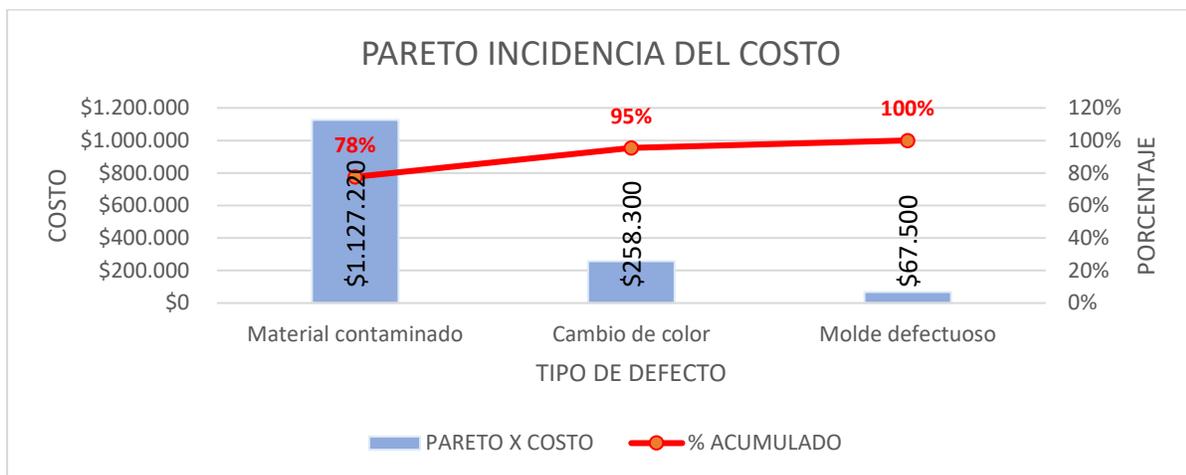
Desperdicio	Pareto x Unidades		Pareto x costo	
	Unidades	Porcentaje acumulado de unidades no conformes	Pareto x costo	Porcentaje de costo acumulado
Material contaminado	12800	57%	1127220	78%
Cambio de color	8050	92%	258300	95%
Molde defectuoso	1800	100%	67500	100%
<b>Total</b>	<b>22650</b>	<b>100%</b>	<b>1453020</b>	<b>100%</b>

*Nota:* Autoría propia (2019)



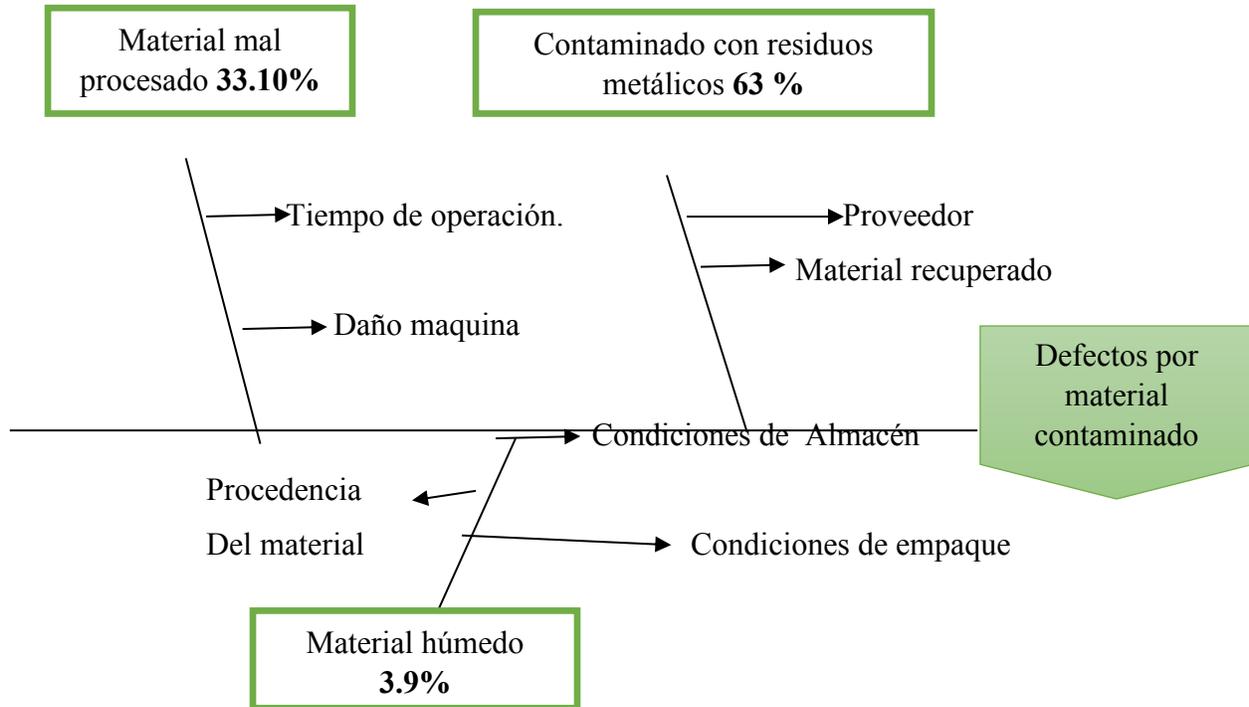
**Figura 11.** Pareto de defectos por cantidad de productos NC (Autoría propia).

Del gráfico anterior podemos determinar que el 57% que representa pérdida de material se debe a fallas por material contaminado representado en las unidades defectuosas, después se analizan los costos de dichos defectos.



**Figura 12.** Pareto de costo global por defecto. (Autoría propia 2019)

De la figura 12, podemos concluir que el material contaminado es el defecto que representa 78% del costo por defectos en el producto terminado. Dentro de lo que se considera como material contaminado, existen 3 causas que se clasifican como contaminados y que se describen a continuación por medio de un análisis de causas.



**Figura 13.** Análisis causa - efecto de material contaminado. (Autoría propia 2019)

Tabla 5.

*Clasificación del material contaminado en Inyectoplast*

<b>Material contaminado</b>	<b>Características</b>
<b>Material con residuos metálicos</b>	La materia prima recuperada que provee el cliente puede estar mezclada con residuos metálicos que finalmente se evidencian en las piezas inyectadas provocando no conformidades.
<b>Material mal procesado</b>	Cuando no se cumple con el tiempo de operación o proceso establecido ( proceso de enfriamiento, proceso de empaque.etc)
<b>Material húmedo</b>	Se da por condiciones de almacenamiento del material que pueden alterar las propiedades de la materia prima.

*Nota:* Autoría propia (Datos suministrados por la empresa) (2019)

Se identifica que el problema principal es el de material recuperado que provee el cliente el cual está contaminado con residuos metálicos y representa el 63% del total de defectos generados en el proceso que se evidencia a continuación.

Tabla 6.

*Registro de material contaminado multicausa promedio mensual a marzo del 2019.*

<b>Producto</b>	<b>Descripción</b>	<b>Material reprocesado en Kg</b>	<b>Unidades no conformes</b>	<b>Clasificación del defecto</b>	<b>Costo reproceso</b>
2	Manija portacomida	7,5	500	residuos metálicos	\$ 4.500
4	Gancho para lavandería	5,5	100	residuos metálicos	\$ 3.300
6	Bandeja grande	31,3	100	material mal procesado	\$ 18.780
7	Matera #16	94	500	residuos metálicos	\$ 56.400
8	Matera # 18	190	1000	material mal procesado	\$ 114.000
9	Matera #22	38,4	200	material mal procesado	\$ 23.040
10	Matera # 24	42	200	residuos metálicos	\$ 25.200
11	Platón # 25	95	1000	residuos metálicos	\$ 57.000
13	Tapón mesa	90	3000	material mal procesado	\$ 54.000
15	Plantilla cepillo	270	1500	residuos metálicos	\$ 162.000
16	Plantilla escoba	650	2000	residuos metálicos	\$ 390.000
17	Base trapero	40	200	residuos metálicos	\$ 24.000
18	Conector	300	2000	residuos metálicos	\$ 180.000
22	Pedal para papelera	25	500	material húmedo	\$ 15.000
<b>Total</b>		1878,7	12800		\$ 1.127.220

*Nota: Autoría propia (Datos suministrados por la empresa 2019).*

En la tabla anterior se establece que el costo por reproceso de productos contaminados es de \$1.127.220, que representa el 78% de costo por reproceso de material según figura 12 anteriormente expuesta.

Tabla 7.

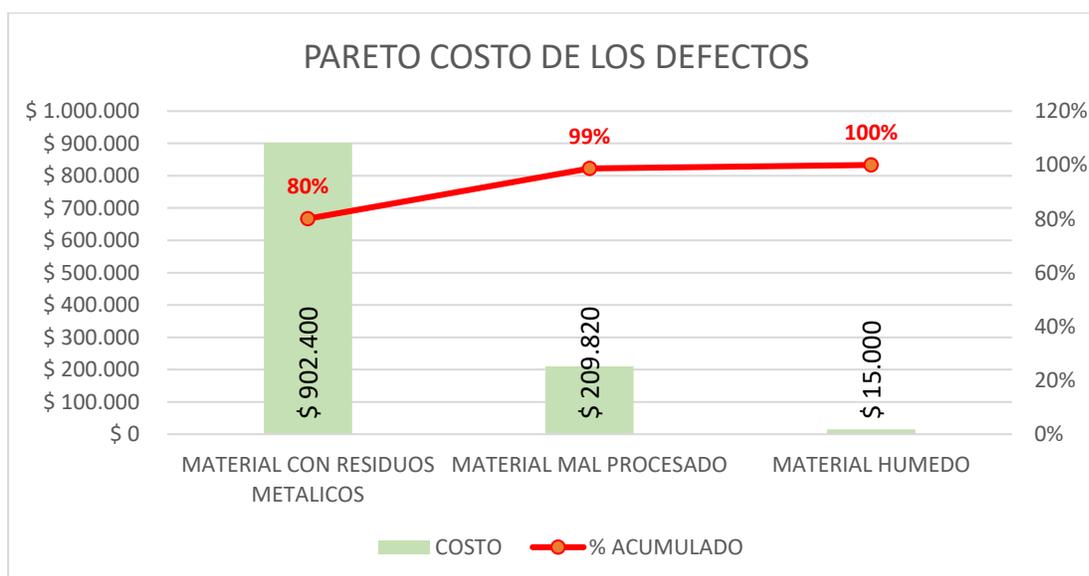
*Costo de material contaminado por residuos metálicos promedio mensual.*

<i>Material contaminado por residuos metálicos</i>					
<b>Producto</b>	<b>Descripción</b>	<b>Material reprocesado en Kg</b>	<b>Unidades no conformes</b>	<b>Clasificación del defecto</b>	<b>Costo reproceso</b>
<b>2</b>	Manija portacomida	7,5	500	residuos metálicos	\$ 4.500
<b>4</b>	Gancho para lavandería	5,5	100	residuos metálicos	\$ 3.300
<b>7</b>	Matera #16	94	500	residuos metálicos	\$ 56.400
<b>10</b>	Matera # 24	42	200	residuos metálicos	\$ 25.200
<b>11</b>	Platón # 25	95	1000	residuos metálicos	\$ 57.000
<b>15</b>	Plantilla cepillo	270	1500	residuos metálicos	\$ 162.000
<b>16</b>	Plantilla escoba	650	2000	residuos metálicos	\$ 390.000
<b>17</b>	Base traperero	40	200	residuos metálicos	\$ 24.000
<b>18</b>	Conector	300	2000	residuos metálicos	\$ 180.000
<b>Total</b>		1504	8000		\$ 902.400

*Nota:* Autoría propia (Datos suministrados por la empresa a marzo 2019)



**Figura 14.** Pareto de unidades defectuosas por contaminación con residuos metálicos. (Autoría propia 2019)



**Figura 15.** Pareto del costo de reproceso de las unidades defectuosas por contaminación con residuos metálicos. (Autoría propia 2019).

De lo anterior se concluye que el 80% del costo por reproceso de material contaminado se da a causa de la baja calidad de la materia prima suministrada por el cliente, pues es de material recuperado que tiene residuos metálicos lo cual no se verifican con anterioridad al proceso de inyección,. Este costo representa el 63% del costo total del reproceso de todos los defectos en

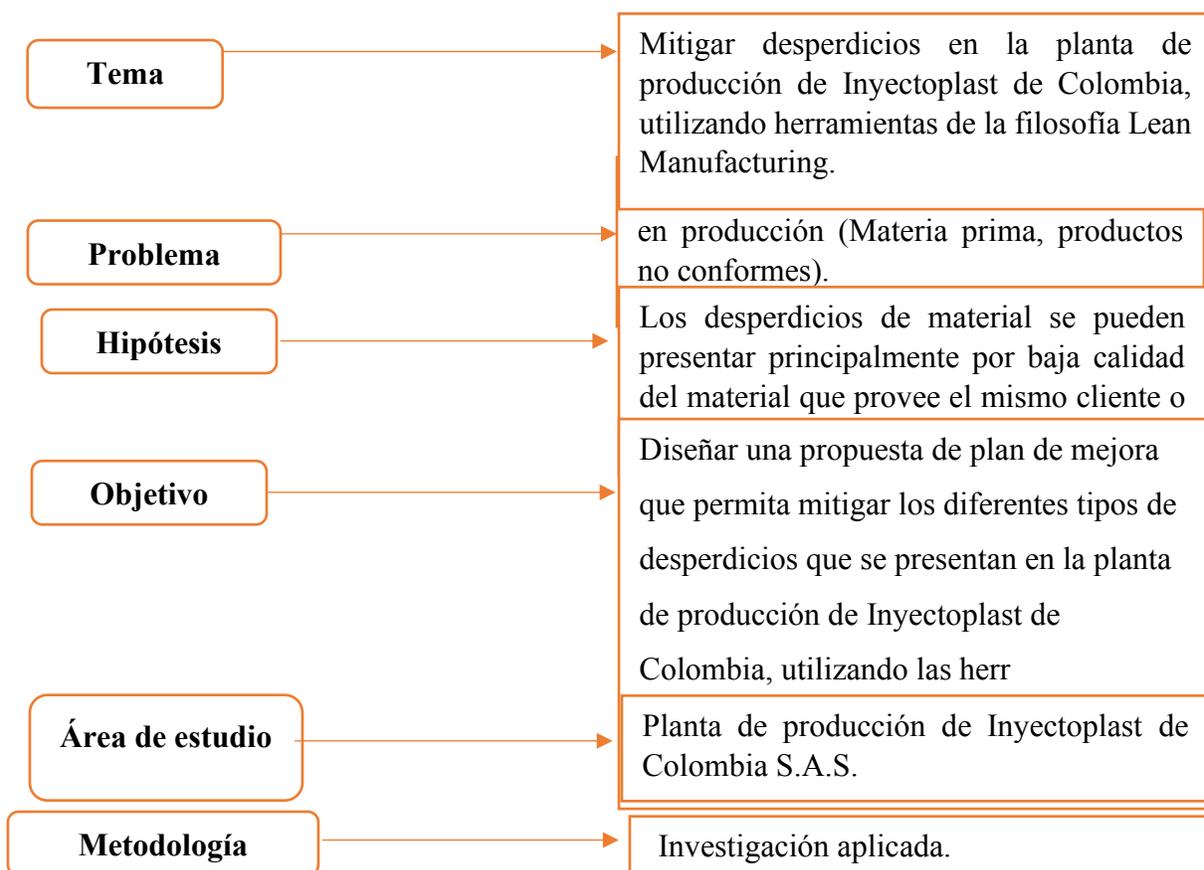
general y en síntesis puede decirse que el problema principal es la pérdida de material por el reproceso no remunerado de los productos terminados no conformes.

### 1.3 Formulación del problema

#### 1.3.1 Pregunta de investigación.

¿Cuáles deben ser las actividades de la propuesta de mejora que permitan mitigar los diferentes desperdicios de material y productos no conformes en el proceso de producción de Inyectoplast de Colombia?

#### 1.3.2 Alcance.



## 2 Justificación

Los clientes constantemente tienen a las compañías bajo presión para reducir los costos y los tiempos de entrega, así como tener la más alta calidad. El pensamiento tradicional dicta que el precio de venta es calculado por el costo más el margen de utilidad que se desea, pero actualmente esto se convierte en un problema, pues el mercado es tan competitivo que siempre hay alguien que lo puede sustituir, esto sucede en Inyectoplast de Colombia pues el sector de plástico es muy competido y el riesgo de perder mercado es alto; por esta razón los clientes marcan el precio y no se obtiene la utilidad que se espera como se identifica en la tabla 2 de este escrito.

Una de las alternativas para mitigar este efecto, obtener más utilidad y agregar valor a los procesos es eliminar los desperdicios de sus procesos y así reducir sus costos para maximizar ganancias y finalmente adoptar el modelo de que el precio menos el costo sea igual a ganancias.

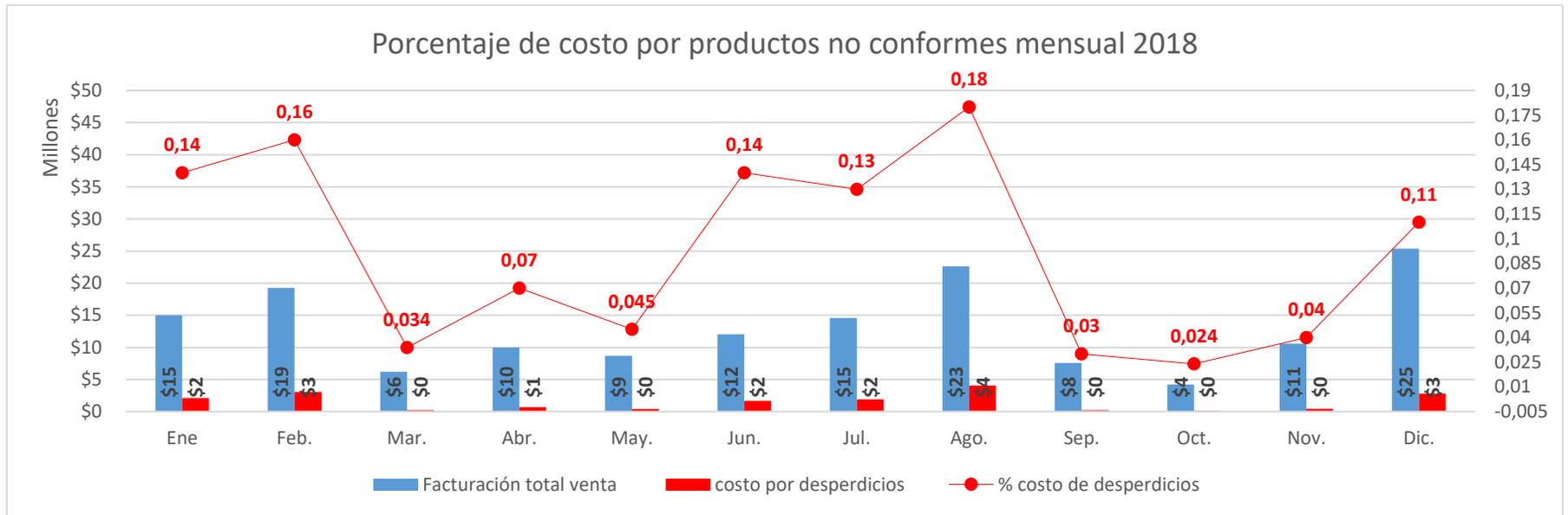
Actualmente Inyectoplast obtiene una utilidad bruta mensual en promedio de \$13.000.000 millones de pesos, el promedio del costo del desperdicio de material y el reproceso del mismo representan el 9% en promedio mensual, se desea reducir alrededor del 60% de este costo para generar más utilidad a la empresa.

Tabla 8.

*Histórico del Porcentaje del costo por reproceso y desperdicio de material Inyectoplast de Colombia*

	Ene	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Promedio
<b>Utilidad total</b>	\$ 15.026.000	\$ 19.258.461	\$ 6.189.000	\$ 10.000.201	\$ 8.679.560	\$ 12.050.000	\$ 14.589.230	\$ 22.599.300	\$ 7.560.000	\$ 4.239.000	\$ 10.589.513	\$ 25.389.426	\$ 13.014.141
<b>costo por desperdicios</b>	\$ 2.103.640	\$ 3.081.354	\$ 210.426	\$ 700.014	\$ 390.580	\$ 1.687.000	\$ 1.896.600	\$ 4.067.874	\$ 226.800	\$ 101.736	\$ 423.581	\$ 2.792.837	\$ 1.473.537
<b>% costo de desperdicios</b>	0,14	0,16	0,034	0,07	0,045	0,14	0,13	0,18	0,03	0,024	0,04	0,11	9%

*Nota:* Autoria propia (2019)



**Figura 16.** Porcentaje del costo por reproceso y desperdicio de material Inyectoplast de Colombia. (Autoría propia 2019)

### **3 Objetivos**

#### **3.1. Objetivo general**

- Crear una propuesta de mejora que permita mitigar los desperdicios de tiempo y reproceso de material que se generan en la planta productiva de Inyectoplast de Colombia, basados en herramientas del Lean Manufacturing.

#### **3.2 Objetivos específicos**

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa utilizando herramientas del Lean Manufacturing.

- Proponer metodologías que permitan identificar las actividades que no agregan valor o generan desperdicios en los procesos.

- Proponer actividades que permitan mitigar los desperdicios con mayor ponderación, que resulten en la reducción de desperdicios de material y reproceso.

## 4. Marco referencial

### 4.1 Antecedentes de la investigación

En el año 2012, tres estudiantes de la universidad de San Buenaventura realizaron propuesta de mejora al manejo de materiales de una empresa transformadora de plástico en el Valle del Cauca, su objetivo es mejorar y controlar los materiales de la empresa P.L.S., en este caso se presentaba déficit o excedente de material en sus bodegas que provocaba demoras en la entrega de pedidos al cliente final, para mejorar el proceso, en primer lugar utilizando las herramientas del Lean Manufacturing como diagramas de Pareto y el VSM (Mapeo de flujo de valor) realizaron el diagnóstico del problema concluyendo así que lo que afectaba el procesos se podría mitigar además de proponer la implementación del software Polysoft para control de materiales, la estandarización del trabajo y 5S para alinear a todo el personal de la empresa y en especial a la línea de producción ANFU, el resultado es efectivo ya que la implantación dio como resultado reducción del 25% en tiempo de proceso y mejorar la entrega de pedidos a los clientes un 5.6%. (Álvarez A., Girando C. y Salas V., 2012, p. 10, 166 y 167).

La implementación de las herramientas del Lean Manufacturing en la industria colombiana, cada vez está ganando más fuerza, ya que se ha comprobado que su aplicación resulta efectiva en las empresas donde se implementa correctamente, 4 estudiantes de la universidad EAFIT de Medellín Colombia, realizaron una investigación respecto a la aplicación del Lean Manufacturing en la industria Colombiana revisando resultados de tesis y proyectos de grado realizados en las principales universidades del país, escogieron algunas de las herramientas de manufactura esbelta como lo son: 5'S, SMED, Justo a Tiempo, Poka Yoke, seis sigma y VSM. Estudiaron 53 tesis de diferentes universidades del país, de las cuales determinan que una de las herramientas del Lean Manufacturing más implementada son las 5's, específicamente afirman que: " el tema que fue presentado en la mayor cantidad de tesis fue SMED con 34%, lo sigue SEIS SIGMA con 27% y luego 5S's con 25%. Los temas menos presentados fueron JUSTO A TIEMPO con 9% y POKA YOKE con 5%." (Arrieta J., Muñoz J., Salcedo A. y Sossa S., 2011, p. 1)

De la investigación se concluye también que:

En general se vieron mejoras significativas en la mayoría de las empresas debido a la implementación de las herramientas de manufactura esbelta, que incluían reducciones importantes de desperdicio, control visual adecuado, organización y mejor aprovechamiento del espacio en planta, reducción de inventarios de materia prima, producto en proceso y producto terminado,

documentación de los procesos, reducción de tiempos de proceso y eliminación de desperdicios. Todos estos factores representaron un incremento en la productividad y la utilidad, y una reducción de costos debido a disminución de tiempos y desperdicio. Las herramientas de manufactura esbelta son aplicables a cualquier empresa, mejoran el proceso administrativo y productivo en general y aumentan la calidad. No obstante es recomendado evaluar la factibilidad de la implementación de cualquier herramienta, ya que algunas requieren ciertos niveles de inversión (por ejemplo, capacitación a personal o cambios en las instalaciones), y puede ocurrir que el beneficio obtenido al final del plan de implementación no justifique la inversión realizada. (Arrieta J., Muñoz J., Salcedo A. y Sossa S., 2011, p. 1).

En la Revista tecnológica ESPOL de la Escuela Superior politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador, presentan un artículo de investigación acerca del de la mejora de un proceso de ensamble mediante el mapeo de la cadena de valor (VSM), el objetivo del trabajo es mejorar la cadena logística y optimizar procesos, el mapa de valor se construye mediante una revisión detallada de la situación actual del proceso general y clasificar e identificar aquellas actividades que no agregan valor al proceso y las que sí, de esta manera tomar acciones que permitan convertir las que no tienen valor en actividades que agregan valor o eliminarlas, lo que permitirá reducir el Lead time del proceso , luego se realiza el mapa futuro, donde se evidencian las mejoras , en este caso en el escrito en mención mostró lo siguiente:

El desarrollo del VSM de la situación actual mostró una radiografía bastante interesante del estado actual de la empresa y se convirtió en una herramienta importantísima para la detección y análisis de los problemas y desperdicios que se generaban causa de ellos. Esta técnica permitió desarrollar la metodología que aplicada al proceso de ensamble de PCs logró mejorarlo y hacerlo más productivo. (Revista Tecnológica ESPOL, 2007, vol 20).

#### **4.1.1. Lean Manufacturing.**

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Identifica varios tipos de “desperdicios” que se observan en la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento, defectos y subutilización de la capacidad del personal. Lean mira lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. Para alcanzar

sus objetivos, despliega una aplicación sistemática y habitual de un conjunto extenso de técnicas que cubren la práctica totalidad de las áreas operativas de fabricación: organización de puestos de trabajo, gestión de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro. (Escuela de organización industrial, 2013, pág. 1).

#### **4.1.2 Aplicación.**

Lean Manufacturing o manufactura esbelta se implementa ya que es la filosofía que tiene como objetivo eliminar o mitigar al máximo cualquier tipo de desperdicio, con esto evita o disminuyen las pérdidas, ya sea en el área de producción, administración o área logística, con desperdicio no solo se refiere a recursos de material o mano de obra, también es expresada en tiempo y calidad, que al final resulta en pérdida de utilidad y progreso de la compañía.

“El pensamiento Lean evoluciona permanentemente como consecuencia del aprendizaje, que se va adquiriendo sobre la implementación y adaptación de las diferentes técnicas a los distintos entornos industriales e, incluso, de servicios”. (Escuela de organización industrial, 2013)

#### **4.1.3 Origen y antecedentes.**

Las técnicas de organización de la producción surgen a principios del siglo XX con los trabajos realizados por F.W. Taylor y Henry Ford, que formalizan y modifican los conceptos de fabricación en serie que habían empezado a ser aplicados a finales del siglo XIX y que encuentran sus ejemplos más relevantes en la fabricación de fusiles (EEUU) o turbinas de barco (Europa). Taylor estableció las primeras bases de la organización de la producción a partir de la aplicación de método científico a procesos, tiempos, equipos, personas y movimientos. Posteriormente Henry Ford introdujo las primeras cadenas de fabricación de automóviles en donde hizo un uso intensivo de la normalización de los productos, la utilización de máquinas para tareas elementales, la simplificación-secuenciación de tareas y recorridos, la sincronización entre procesos, la especialización del trabajo y la formación especializada. En ambos casos se trata conjuntos de acciones y técnicas que buscan una nueva forma de organización y que surgen y evolucionan en una época en donde era posible la producción rígida en masa de grandes cantidades de producto.

#### **4.1.4 Estructura del sistema Lean Manufacturing.**

Lean es un sistema con muchas dimensiones que incide especialmente en la eliminación del desperdicio mediante la consideración de los pilares del pensamiento esbelto.

#### **4.1.5 Definiciones Lean Manufacturing.**

**4.1.5.1 Técnicas de calidad.** Conjunto de técnicas proporcionadas por los sistemas de garantía de calidad que persiguen la disminución y eliminación de defectos para mitigar desperdicios.

**4.1.5.2 Kaizen.** Pequeñas mejoras diarias hechas por todos, su implementación y objetivo es la eliminación del desperdicio aplica el mejoramiento continuo (Villaseñor y Galindo .2011. Pág. 112).

**4.1.5.3 Ciclo PDCA.** Dentro de las técnicas de la calidad se considera que el análisis mediante el Ciclo PDCA, conocido como círculo de Deming, es una de las técnicas fundamentales a la hora de identificar y corregir los defectos. En el entorno Lean Manufacturing, el ciclo planificar-ejecutar-verificar-actuar debe guiar todo el proceso de mejora continua, tanto en las mejoras drásticas o radicales como en las pequeñas mejoras: P (plan), diagnosticar los problemas, definir los objetivos y la estrategia para abordarlos; D (do), llevar a cabo el plan, C (control), analizar los resultados; y A (act), ajustar, aprender de la experiencia, sacar conclusiones y realizar una nueva P o pasar a la S, al estándar, si se han cubierto los objetivos. (Escuela de organización industrial, 2013).

**4.1.5.4 Ishikawa (diagrama de causa efecto).** Kaoru Ishikawa fue un ingeniero japonés que destacó entre otras cosas por la creación de los “Círculos de Calidad” y el “Diagrama causa-efecto” que lleva su nombre. Por tanto, nos referimos a lo mismo al hablar de los diagramas de Ishikawa, causa-efecto o espina de pescado. Las técnicas sirven para obtener una visión global de las posibles causas de un problema.

**Siete desperdicios (muda).** Es la forma en la cual una empresa analiza su valor agregado en la producción y en la manufactura e identifica los tipos de desperdicios que se observan en ella. Estos entendidos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los necesarios y presentan daños en el sistema de producción. En general se identifican 7 desperdicios.

**a. Sobre-producción.** Es identificada como la causa de la mayoría de los otros desperdicios y se define como el procesamiento de artículos en mayor cantidad que las requeridas por el cliente, producir más de lo demandado o producir algo antes de que sea necesario.

**b. *Tiempo de espera.*** Se refiere al tiempo durante el proceso productivo en el que no se añade valor, es decir, es el tiempo perdido en el que operarios y clientes esperan por información, hay averías de máquinas, material, etc. “En términos fabriles estaríamos hablando de los citados cuellos de botella, donde se genera una espera en el proceso productivo debido a que una fase va más rápida que la que le sigue, con lo cual el material llega a la siguiente etapa antes de que se la pueda procesar”

**c. *Transporte.*** Todo tipo de movimiento innecesario de productos y materias primas debe ser minimizado porque se trata de un desperdicio que no aporta valor añadido al producto. El transporte cuesta dinero, equipos, combustible y mano de obra, además de que aumenta los plazos de entrega del producto.

**d. *Sobre-procesamiento o procesos inapropiados.*** Realizar trabajo extra sobre un producto es un desperdicio difícil de detectar ya que muchas veces el responsable de este no sabe que lo está haciendo. Se resume en tomar pasos innecesarios para procesar artículos y proveer niveles de calidad más altos que los requeridos por el cliente.

**e. *Inventarios innecesarios.*** Es el excesivo almacenamiento de materia prima, productos en proceso o productos terminados dentro de la planta que no agrega ningún valor al cliente, muchas empresas utilizan el inventario para minimizar el impacto de las ineficiencias en sus procesos. Un inventario que sobrepase lo necesario para cubrir las necesidades del cliente tiene un impacto negativo en la economía de la empresa y así emplea espacio valioso.

**f. *Defectos.*** Por naturaleza los defectos de producción y los errores de servicio no aportan valor y producen un desperdicio enorme, ya que consumen materiales, mano de obra y en general insatisfacción en el cliente. Siempre es preferible prevenir los defectos en vez de buscarlos y eliminarlos. También son considerados defectos como desperdicios la repetición o el reproceso de trabajo en los productos.

**g. *Movimientos innecesarios.*** Cualquier movimiento de personas o equipamiento que no añada valor al producto es un desperdicio. Todo movimiento extra como subir o bajar escaleras de más, incluso caminar innecesariamente es un desperdicio. (CUMD, 2015).

## **5. Marco metodológico**

El presente capítulo expone el marco conceptual referencial y metodológico que sustenta el desarrollo de este proyecto de grado, La fundamentación teórica se centró en el desarrollo del enfoque de gestión Lean Manufacturing a partir del tratamiento de las principales aportaciones existentes, así como de los procedimientos y herramientas para su adecuada implementación en la mejora de sistemas de producción de la empresa Inyectoplast de Colombia, ejecutara mediante un trabajo de campo, observando, analizando y ejecutando los procesos de producción para la mitigación de desperdicios, teniendo en cuenta los parámetros establecidos de la compañía.

### **5.1 Tipo de investigación**

La investigación es de enfoque cuantitativo, pues se definen los aspectos de estudio, por medio de análisis de los datos cualitativos y cuantitativos, recolectados mediante el estudio de observación realizado en la planta, a partir de ello se genera el esquema del diseño aplicando las herramientas del lean como: Diagrama causa – efecto, diagrama Pareto y VSM . Investigación tipo aplicada explicativa, ya que el diagnóstico nos permite concluir y determinar las causas que afectan el proceso objeto de estudio.

### **5.2 Metodología**

Este proyecto se define como investigación explicativa, pues en el estudio de los elementos y técnicas que componen las herramientas del Lean Manufacturing y su efectividad en la aplicación de las mismas tienen como finalidad caracterizar o definir estos conceptos para cumplir con el objetivo de la propuesta planteada. A continuación describimos cada uno de los pasos en esta investigación.

### **5.3 Desarrollo metodológico de la investigación de la situación actual**

1.1 Observación y análisis de la información recopilada de la empresa sobre los desperdicios y defectos que allí se presentan para posteriormente clasificar la detección de problemas.

1.2 Recolección de información acerca de la solución que plantean otras fuentes (Empresas, artículos, repositorios, revistas etc.) a los problemas encontrados y que se pueden generar en empresas transformadoras de plástico y así dirigir este proyecto con altas probabilidades de logro y fiabilidad.

1.3 Análisis de indicadores: El análisis de los indicadores nos permite establecer los objetivos y políticas de la empresa en cuanto a reducción de desperdicios y reproceso.

1.4 Estudio y planteamiento de posibles soluciones.

1.5 Implementación metodología 5's, estudio por medio del VSM.

#### **5.4 Ciclo PHVA del proyecto**

*Planear.* A partir del diagnóstico de problemas realizado, desarrollar propuesta del plan de mejora utilizando herramientas del Lean Manufacturing para mitigar dichos problemas.

*Hacer.* Con base en el pilar de trabajo estandarizado, Kaizen, VSM y 5s, utilizar sus herramientas y diseñar la propuesta de mejora para perfeccionar el proceso productivo actual de la empresa, específicamente en el ejercicio de producción y manejo de material procesado en la planta para evitar defectos y con esto mitigar los desperdicios de material.

*Verificar.* Utilizar las herramientas del lean Manufacturing para realizar el control y registro de los procesos productivos de la empresa integrando los procesos y fomentar la participación del personal en el proceso.

*Actuar.* Aplicar las estrategias propuestas y realizar estudio de efectividad del mismo.

## 6. Planteamiento de la propuesta de mejora

Se propone la utilización de algunas herramientas del Lean Manufacturing basadas en el pilar de la estandarización del trabajo, 5s, Kaizen y VSM. Se menciona anteriormente la utilización de otras herramientas de ingeniería para exponer la situación actual del problema, desarrollo y verificación del plan, se trata de indicadores, en este caso específicamente del indicador de eficiencia global de la maquina (OEE), defectos por unidad (DPU) y porcentaje de costos por material defectuoso y reproceso.

### Planteamiento

1. Identificación de tiempos críticos de los procesos de operación VSM actual.
2. Propuestas de mejora a procesos que no agregan valor.
  - 2.1 Propuesta de inversión de compra de filtro imanes para tolva.
  - 2.2 Metodología de las 5s.
  - 2.3 Trabajo estándar.
    - 2.4.1 Crear Hoja de verificación del ítem defectuoso del proceso.
    - 2.4.2 Ficha técnica del producto y del proceso.
    - 2.4.3 Formato de programación de la producción
3. VSM final.
4. Instrumentos de control.
  - 4.1 Indicadores, OEE, Defectos por unidad (DPU), Porcentaje de costos por defectos y reproceso.
  - 4.2 Auditorías y calificación 5`s.
  - 4.3 Formato de control de producción por máquina.

Con estas actividades se propone garantizar el flujo continuo del proceso mejorando la productividad y mitigar los diferentes desperdicios además de hacer seguimiento a la eficacia de la propuesta de mejora.

Tabla 9.

*Gestión del despilfarro, Lean Manufacturing de Taiichi Ohno*

<i>Inicio</i>	<i>Paso 1</i>	<i>Paso 2</i>	<i>Paso 3</i>
Recolección de información	Inventario de actividades	Separar actividades que agregan valor y las que no	Actuar sobre las actividades que no añaden valor

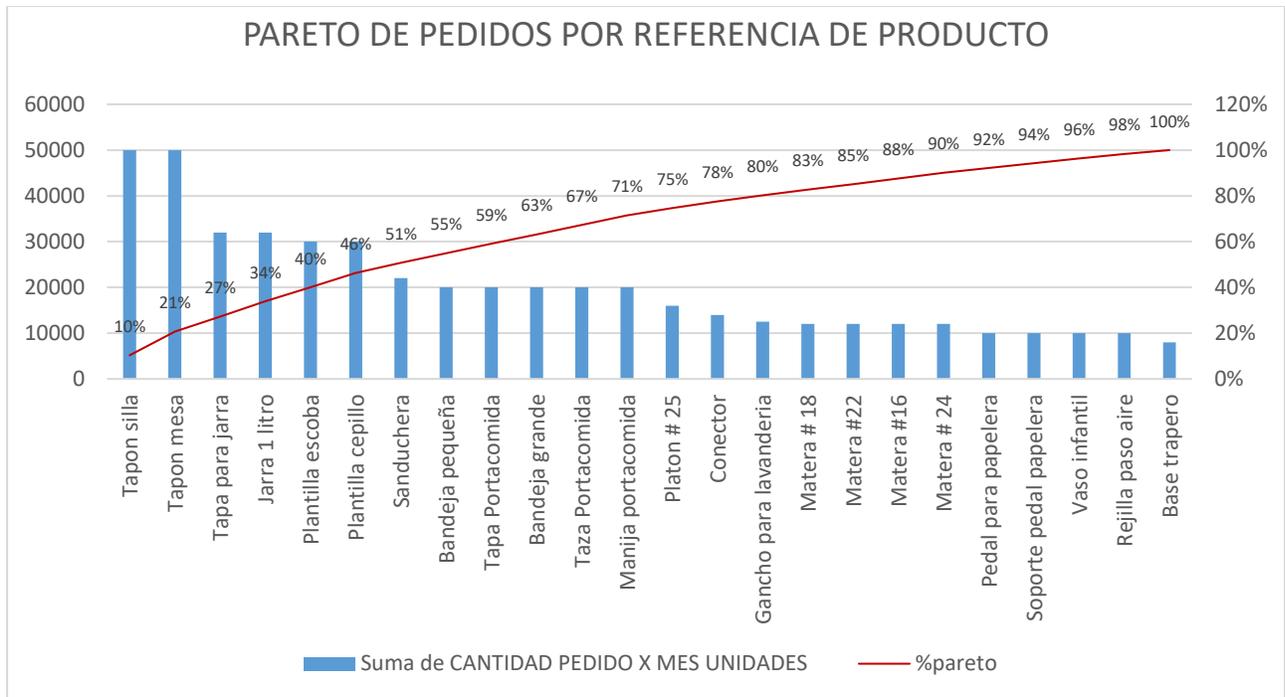
*Nota:* Planteamiento de la metodología Propia. (2019)

## 6.1 Desarrollo de la propuesta

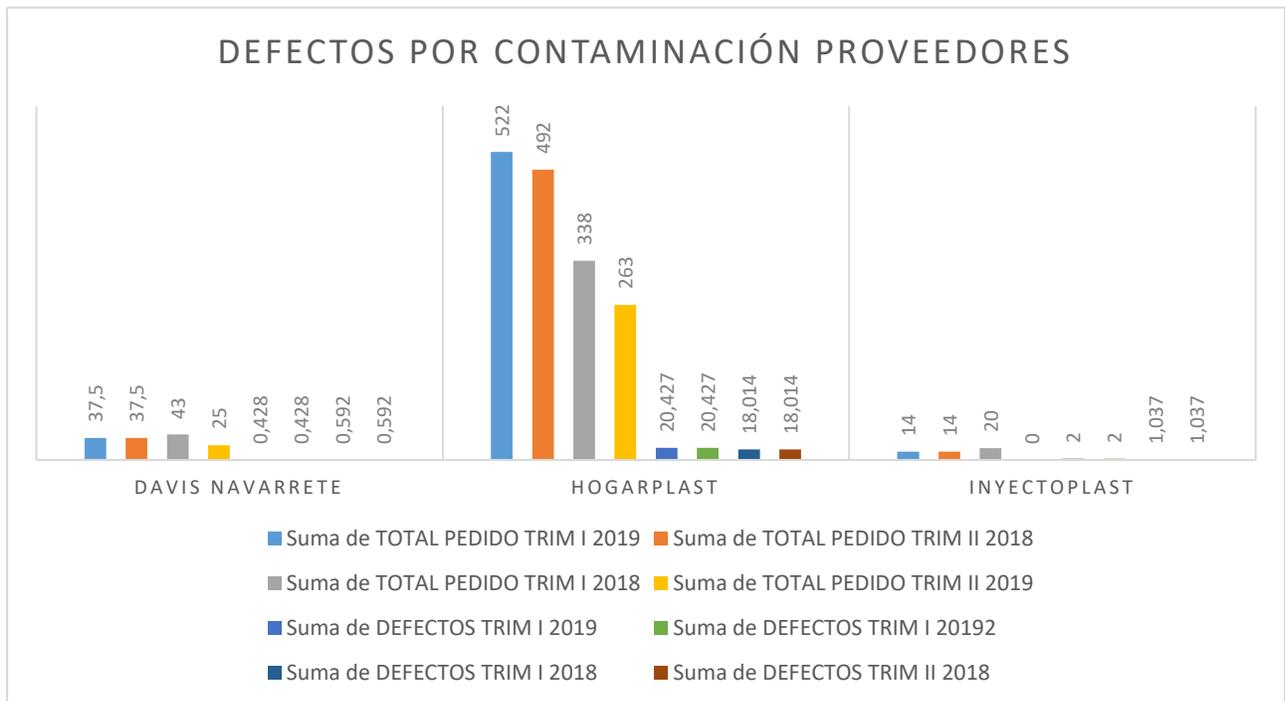
### 6.1.1 VSM actual.

a) *Identificación de la familia de productos.* Se seleccionaron 2 personas que conocen muy bien el proceso de principio a fin, (Giovanny Flechas y Eleazar Aguirre Jefe de Bodega), a las personas se les explico el proceso y el objetivo de este para crear una visión más amplia del proceso e identificar oportunidades de mejora en cuanto a tipos de desperdicio y actividades necesarias e innecesarias que agregan o no valor para el cliente.

Ya que el número de referencias es alto, se decide centrar previamente el estudio en las referencias que presentan pedidos o producción mayor, el siguiente Pareto ilustra el resultado , es necesario ya que mapear en el VSM todas las referencias resultaría menos preciso.



**Figura 17.** Pareto de pedidos por referencia de producto. (Autoría propia 2019)



**Figura 18.** Gráfica de clientes críticos por defectos de producción. (Autoría propia 2019)

De las gráficas anteriores se determina que la familia de productos del cliente Hogarplast presenta mayor ponderación tanto en órdenes de producción como en defectos respectivamente, por ello se decide realizar el VSM actual con esta familia de productos.

**b) Determinar requerimiento del cliente.** De acuerdo a ordenes de producción

- Pedido mensual: 210000 piezas
- Por día: 8077 piezas
- Tiempo: 86400 seg
- Precio al cliente: \$ 750 pesos

- **Tiempo Disponible.** El tiempo disponible es de 24 horas menos una hora de parada programada por descanso de los operarios menos 1 hora de alistamientos y cambio de molde.

$$23 \text{ h/turno} * 60 \text{ min} = 1380 \text{ min / turno}$$

(1)

$$1380 \text{ min / turno} * 60 \text{ seg} = 82800 \text{ seg}$$

**c) Demanda diaria.**

$$\frac{210000 \text{ piezas/mes}}{26 \text{ días laborados}} = 8077 \text{ piezas/día} \quad (2)$$

**d) Tiempo Takt.** Indica la frecuencia de la demanda, se calcula el tiempo neto, en este caso:

- Alistamiento ( 1 x 60 min) =1 hora
- Intervalos descanso ( 2 x 30 min) = 1 hora
- Instalación de moldes (2 x 60 min) = 2 horas
- Reprocesos (222 min) = 3.7 horas

$$\text{Tiempo neto operación} = 1440 \text{ minutos disponibles} - 462 \text{ minutos no producido} = 978 \text{ minutos de} \quad (3)$$

$$\text{Tiempo Takt} = \frac{978 \frac{\text{min}}{\text{día}} \times 60}{8077 \text{ piezas demanda diaria}} = 7.26 \text{ segundos/día} \quad (4)$$

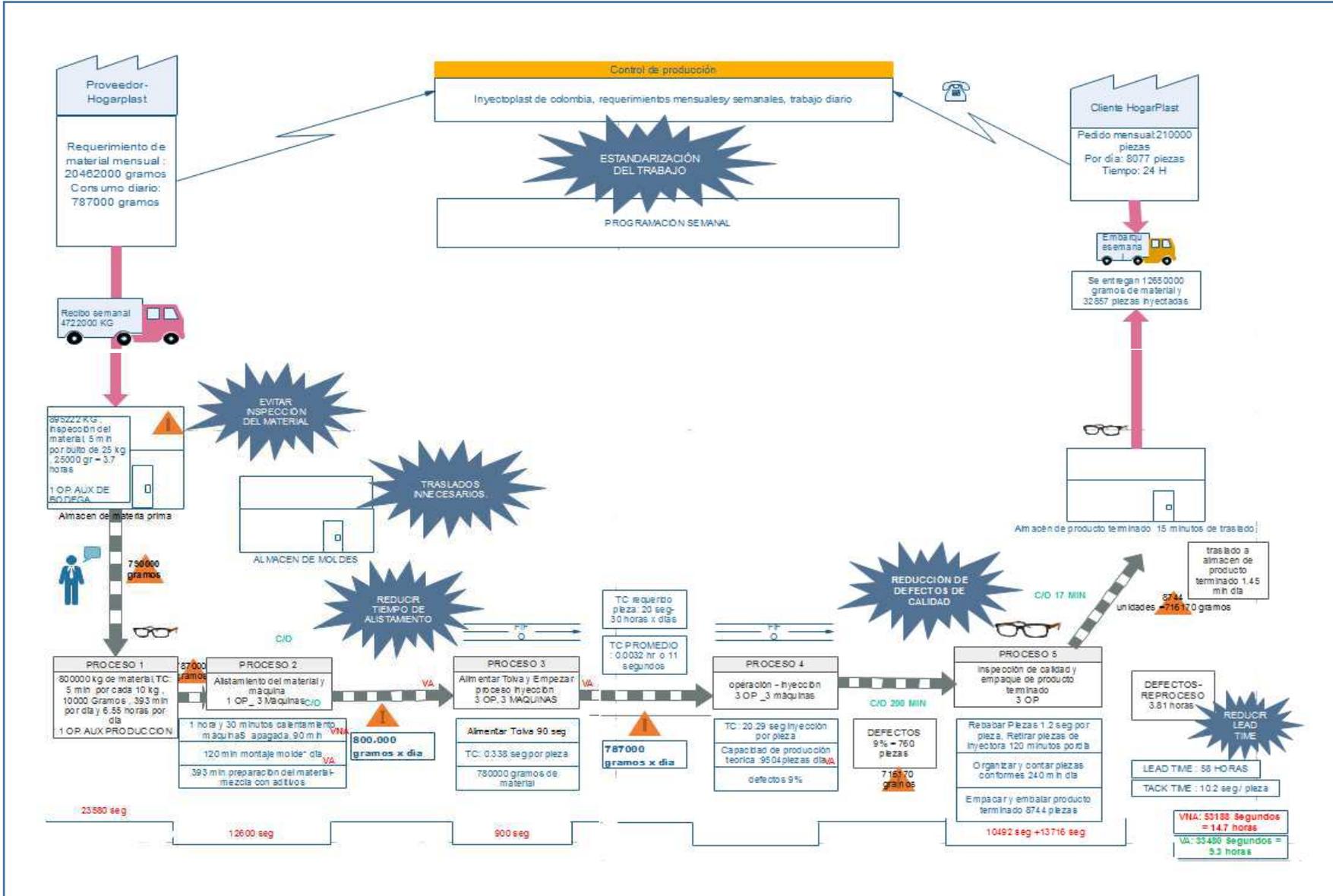


Figura 19. VSM actual de Inyectoplast de Colombia. (Autoría propia 2019).

*e) Identificar tiempos que no agregan valor.*

Tabla 10.

*Resultado de toma de tiempos – VSM actual.*

N°	Descripción Actividades- flujo del material	Tiempo (min)
1	Llega camión con material	3
2	Auxiliar de bodega abre muelle	4
3	Auxiliar de transporte descarga el material	26
4	Auxiliar de transporte ingresa material	16
5	Auxiliar de bodega pesa cada bulto de material	36,8
6	Auxiliar de bodega confirma cantidad contra pedido	6
7	Auxiliar de bodega confirma visto bueno de revisión	2
8	Auxiliar de bodega organiza material y almacena	45
9	Auxiliar de bodega alista material para alimentar planta de producción.	126,2
10	Inspeccionar material recuperado antes de suministrar a producción.	222,3
11	Prepara el material para suministrar a planta	10
12	Auxiliar mezcla material plástico con aditivos y colorantes y suministra a planta	45
<b>Total tiempo</b>		<b>542,3</b>
13	Operario desmonta molde que no utilizará de la maquina	60
14	Operario traslada molde a zona de moldes	10
15	Operario traslada molde a utilizar hasta la máquina	10
16	Operario monta molde	60
17	Operario Alimenta tolva con material mezclado	40
18	Proceso total de moldeo por inyección	360
19	Operario retira pieza inyectada	90
20	Operario revisa calidad de pieza inyectada	60
21	Rechazo de producto no conforme si aplica	120
22	Rebabar productos conformes	105

23 Organizar y contar piezas conformes	89
24 Empacar y embalar producto terminado	60
25 Trasladar a zona de almacén el producto terminado	15
26 Trasladar a proceso de molido los productos no conformes	2
27 Moler productos no conformes	67
28 Reprocesar en la inyectora material molido	280
<b>Total tiempo</b>	<b>1428</b>

*Nota: Autoría propia (2019)*

En el tabla anterior se evidencian las actividades que no agregan valor a al proceso.

1. En el proceso de recepción y almacén de material se evidencia 438.3 minutos que no agregan valor a cuenta del pesaje del material e inspección del mismo.
2. En el proceso de inyección se evidencian 489 minutos que no agregan valor al proceso por traslado de moldes, rechazo de productos no conformes y reproceso de piezas inyectadas defectuosas.

### **6.1.2 Propuesta de mejora a procesos que no agregan valor.**

**6.1.2.1 Inversión de filtro imanes para tolva de inyectoras.** Según diagnóstico del VSM actual, se identificó que uno de los procesos que no agrega valor es la de la inspección del material recuperado antes de suministrarlo a planta, representa una pérdida de tiempo de 3.7 horas promedio diario. Para eliminar el proceso de verificación y limpieza del material se propone comprar 3 rejillas magnéticas las cuales tienen un costo de \$250.000 cada una, son altamente eficaces al atraer contaminantes ferrosos de productos granulados de plástico y productos químicos en polvo. Las rejillas circulares se instalan fácilmente dentro de las tolvas que son la entrada del material a la inyectora. Las rejillas fueron instaladas en la semana 14 del año 2019, se realizó monitoreo de los defectos de material de la semana 14 a las 40 del 2019 evidenciando así la reducción de producto terminado con defectos por material contaminado con residuos metálicos.

Tabla 11.

*Costo de compra filtro imanes*

Filtro Imán	Inversión		Total compra
	Precio unitario	Cantidad requerida	
	\$ 250.000	3	\$ 750.000

**Figura 20.** Rejilla filtro imán. (Autoría propia)*Nota: Autoría propia (2019)*

Con la instalación de las rejillas en cada tolva se omite el proceso de verificación del material y se evita en gran medida el paso de residuos metálicos al proceso de inyección, lo cual también reduce los productos rechazados por contaminación con residuos metálicos y tiempos de reproceso.

Tabla 12.

*Reducción de tiempos - verificación instalación de imanes.*

Nº	Descripción Actividades- flujo del material	Tiempo (min)	Tiempo (min)	%
1	Llega camión con material	3	3	0,55%
2	Auxiliar de bodega abre muelle	4	4	0,74%
3	Auxiliar de transporte descarga el material	26	26	4,79%
4	Auxiliar de transporte ingresa material	16	16	2,95%

5	Auxiliar de bodega pesa cada bulto de material	36,8	36,8	6,79%
6	Auxiliar de bodega confirma cantidad contra pedido	6	6	1,11%
7	Auxiliar de bodega confirma visto bueno de revisión	2	2	0,37%
8	Auxiliar de bodega organiza material y almacena	45	45	8,30%
9	Auxiliar de bodega alista material para alimentar planta de producción.	126,2	126,2	23,27%
10	Inspeccionar material recuperado antes de suministrar a producción.	222,3	0	<b>40,99%</b>
11	Prepara el material para suministrar a planta	10	10	1,84%
12	Auxiliar mezcla material plástico con aditivos y colorantes y suministra a planta	45	45	8,30%
<b>Total tiempo</b>		<b>542,3</b>	<b>320</b>	

*Nota: Autoría propia (2019)*

Se verifica que la instalación de los imanes de inmediato arroja un resultado de mejora del proceso reduciendo 50.7% del tiempo que no agrega valor en el proceso, con esto aumenta 40.99% más de disponibilidad en el tiempo total operación.

La efectividad del mismo no solo se refleja en la reducción de tiempos que no agregan valor, también se evidencia en la mejora de la calidad del producto terminado, pues el principal objetivo de los imanes es atraer todo residuo que puede llegar a procesarse en la inyectora.

Tabla 13.

*Comparativo rechazos por residuos metálicos de abril a septiembre 2018 vs 2019*

Histórico semanal de PNC por residuos metálicos											
	Abril			Mayo			Junio				
	SEM	PRODUCCIÓN	DEFECTOS	SEM	PRODUCCIÓN	DEFECTOS	SEM	PRODUCCIÓN	DEFECTOS		
2018	14	41700	2500	18	41890	2630	22	35200	562		
	15	58700	1000	19	50255	852	23	62000	1100		
	16	40000	1200	20	40000	566	24	42002	785		
	17	5000	206	21	12000	458	25	45200	663		
	18	52000	963	22	52000	1200	26	46020	1200		
<b>% DEFEC</b>			2,97%	<b>% DEFEC</b>			2,91%	<b>% DEFEC</b>			1,87%
2019	14	40250	420	18	352000	328	22	50000	162		
	15	98521	510	19	62000	239	23	35825	389		
	16	40000	120	20	42002	250	24	50000	415		
	17	5000	300	21	45200	421	25	58000	294		
	18	52000	153	22	46020	274	26	50000	220		
<b>% DEFEC</b>			0,64%	<b>% DEFEC</b>			0,28%	<b>% DEFEC</b>			0,61%
<b>% VARIACIÓN 2018 VS 2019</b>			79%	<b>% VARIACIÓN 2018 VS 2019</b>			91%	<b>% VARIACIÓN 2018 VS 2019</b>			68%

Nota: Autoría propia (2019)

Tabla 14.

*Comparativo rechazos por residuos metálicos de abril a septiembre 2018 vs 2019*

Histórico semanal de PNC por residuos metálicos											
	Julio			Agosto			Septiembre				
	SEM	PRODUCCIÓN	DEFECTOS	SEM	PRODUCCIÓN	DEFECTOS	SEM	PRODUCCIÓN	DEFECTOS		
2018	27	40000	1253	31	50000	2500	35-36	60000	1562		
	28	42000	625	32	35825	985	37	22360	965		
	29	60000	452	33	50000	2110	38	50000	669		
	30	58000	2556	34	58000	2523	39	58000	523		
	31	5000	362	35	50000	1200	40	25640	699		
<b>% DEFEC</b>			2,56%	<b>% DEFEC</b>			3,82%	<b>% DEFEC</b>			2,05%
2019	27	60000	134	31	59263	97	35-36	32596	70		
	28	23569	115	32	20587	130	37	56982	59		
	29	50000	265	33	52000	120	38	13256	48		
	30	53002	176	34	58000	85	39	59023	75		
	31	25640	215	35	25640	176	40	59622	51		
<b>% DEFEC</b>			0,43%	<b>% DEFEC</b>			0,28%	<b>% DEFEC</b>			0,14%
<b>% VARIACIÓN 2018 VS 2019</b>			83%	<b>% VARIACIÓN 2018 VS 2019</b>			93%	<b>% VARIACIÓN 2018 VS 2019</b>			93%

Nota: Autoría propia. (Datos suministrados por la empresa) (2019)

Se evidencia entonces que el promedio de reducción de defectos por residuos metálicos es del 84% respecto al mismo periodo del año anterior.

La empresa evidencia la eficacia de estos resultados también en la reducción de costos por reproceso del material como se evidencia a continuación.

Tabla 15.

*Histórico del costo de reproceso PNC contaminado con residuos metálicos 2018 vs 2019*

Histórico semanal del costo PNC por residuos metálicos									
Abril			Mayo			Junio			
SEM	PRODUCCIÓN	DEFECTOS	SEM	PRODUCCIÓN	DEFECTOS	SEM	PRODUCCIÓN	DEFECTOS	
2018	14	\$ 1.500.000	2500	18	\$ 1.578.000	2630	22	\$ 337.200	562
	15	\$ 600.000	1000	19	\$ 511.200	852	23	\$ 660.000	1100
	16	\$ 720.000	1200	20	\$ 40.000	566	24	\$ 471.000	785
	17	\$ 123.600	206	21	\$ 12.000	458	25	\$ 397.800	663
	18	\$ 577.800	963	22	\$ 52.000	1200	26	\$ 720.000	1200
<b>% DEFEC</b>		\$ 3.521.400			\$ 3.423.600			\$ 2.586.000	
2019	14	\$ 252.000	420	18	\$ 196.800	328	22	\$ 97.200	162
	15	\$ 306.000	510	19	\$ 143.400	239	23	\$ 233.400	389
	16	\$ 72.000	120	20	\$ 150.000	250	24	\$ 249.000	415
	17	\$ 180.000	300	21	\$ 252.600	421	25	\$ 176.400	294
	18	\$ 91.800	153	22	\$ 164.400	274	26	\$ 132.000	220
<b>% DEFEC</b>		\$ 901.800			\$ 907.200			\$ 888.000	
<b>% VARIACIÓN 2018 VS 2019</b>		74%			74%			66%	

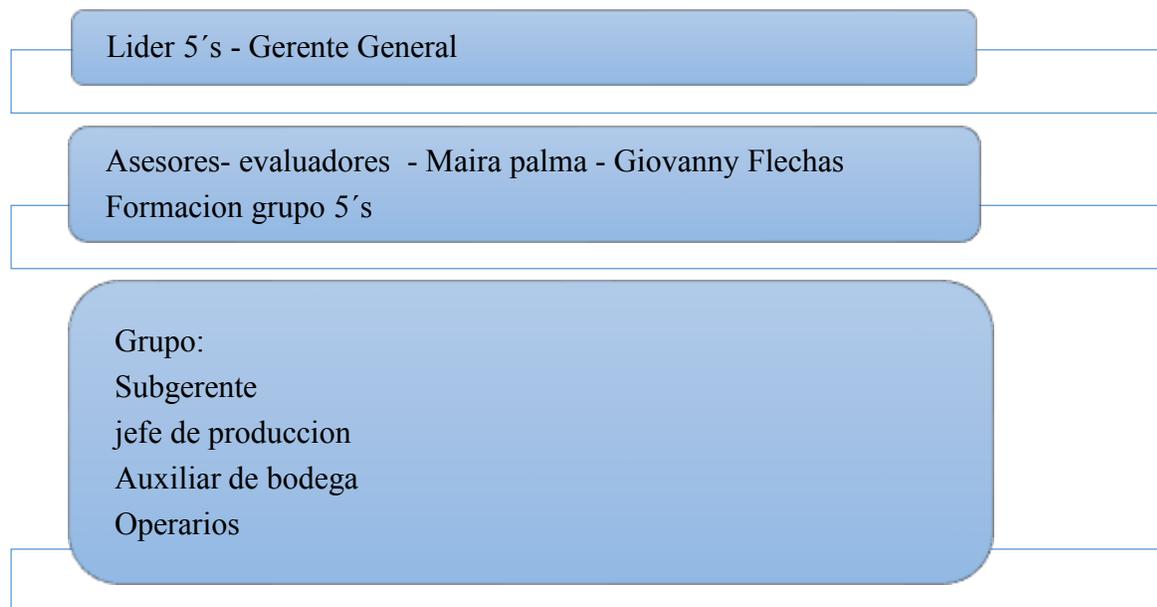
  

Histórico semanal del costo PNC por residuos metálicos									
Julio			Agosto			Septiembre			
SEM	PRODUCCIÓN	DEFECTOS	SEM	PRODUCCIÓN	DEFECTOS	SEM	PRODUCCIÓN	DEFECTOS	
2018	27	\$ 751.800	1253	31	\$ 1.500.000	2500	35-36	\$ 937.200	1562
	28	\$ 375.000	625	32	\$ 591.000	985	37	\$ 579.000	965
	29	\$ 271.200	452	33	\$ 1.266.000	2110	38	\$ 401.400	669
	30	\$ 1.533.600	2556	34	\$ 1.513.800	2523	39	\$ 313.800	523
	31	\$ 217.200	362	35	\$ 720.000	1200	40	\$ 419.400	699
<b>% DEFEC</b>		\$ 3.148.800			\$ 5.590.800			\$ 2.650.800	
2019	27	\$ 80.400	134	31	\$ 58.200	97	35-36	\$ 42.000	70
	28	\$ 69.000	115	32	\$ 78.000	130	37	\$ 35.400	59
	29	\$ 159.000	265	33	\$ 72.000	120	38	\$ 28.800	48
	30	\$ 105.600	176	34	\$ 51.000	85	39	\$ 45.000	75
	31	\$ 129.000	215	35	\$ 105.600	176	40	\$ 30.600	51
<b>% DEFEC</b>		\$ 543.000			\$ 364.800			\$ 181.800	
<b>% VARIACIÓN 2018 VS 2019</b>		83%			93%			93%	

Nota: Autoría propia. (Datos suministrados por la empresa) (2019)

Se reduce entonces el costo por reproceso de material en un promedio 80% mensual a causa de material contaminado con residuos metálicos.

**6.1.2.2 Metodología 5's.** Se pretende mostrar e implementar en la fábrica un estándar 5's que involucre al personal y que tenga relación directa con los procesos para velar por el cuidado de las instalaciones y el mejor proceso de la producción; el cual se ha dispuesto de la siguiente forma:



**Figura 21:** Esquema 5's. (Autoría propia 2019)

A continuación, se ilustra un formato de evaluación general del área de producción para validar estado de la misma mensualmente en cuanto a la relación del personal con la metodología y el avance.

Tabla 16.

*Formato auditoría 5S Inyectoplast de Colombia 2019*

	<b>AUDITORIA 5'S - INYECTOPLAST DE COLOMBIA</b>
<b>PLANTA DE PRODUCCIÓN INYECTOPLAST DE COLOMBIA</b>	
<b>AUDITOR</b>	
<b>RESPONSABLES:</b>	

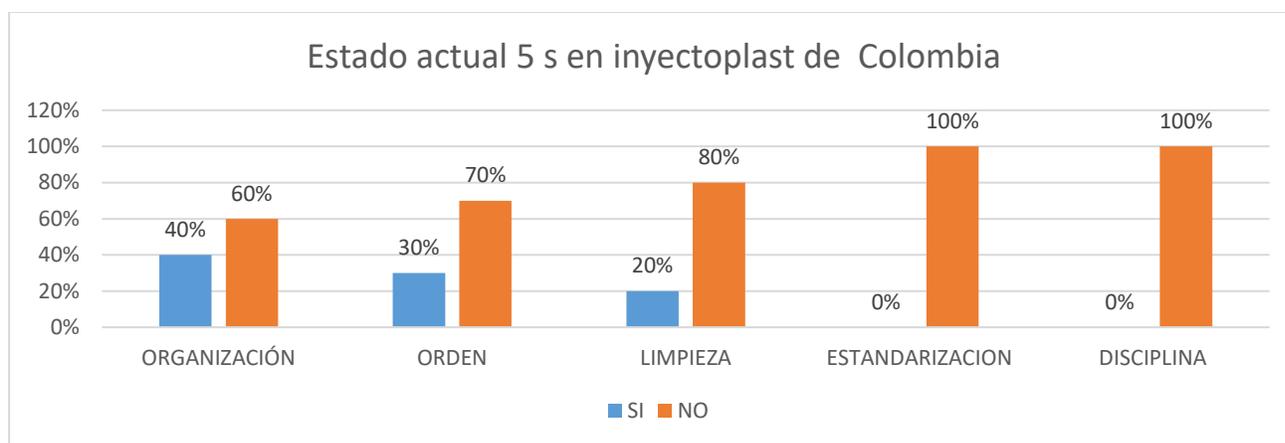
EVIDENCIAS = PUNTOS    Cero = 5 Puntos    01 = 4 Puntos    02 = 3 Puntos    03 = 2 Puntos 04 = 1 Punto    05 = Cero			
1ºS - SELECCIÓN	EVIDENCIAS	NOTA	PUNTOS
<b>1 Movimientos: Los dispositivos móviles, grúa de moldes escaleras y calzos</b> están limpios, organizados y en lugares definidos?			
<b>2 Utensilios de limpieza: ¿Trapos, palas, escobas, recogedores, mangueras</b> y otros están identificados y almacenados de forma organizada?			
<b>3 Herramientas manuales: ¿Atornilladores, Bisturí, martillos y afines</b> están en uso para la tarea, colaborador y turno definido? (3 verificaciones)			
2ºS - ORDEN	EVIDENCIAS	NOTA	PUNTOS
<b>4 Recorrido: ¿Corredores, patios, rampas, plataformas, puestos de trabajo, bancos</b> están señalizados, limpios, iluminados (luminarias en funcionamiento) y organizados? ¿Sin obstaculizar el flujo de proceso?			
<b>5 Información: ¿Orden de venta, descriptivo operacional y ficha de producto,</b> están identificados, organizados y en locales adecuados?			
<b>6 Almacenamiento/stock de materiales/materias primas: ¿Sacos de material</b> están alineados, limpios e identificados? ¿Comprobado doble uso en Kanban? ¿Se identifican las piezas carro a carro?			
<b>7 Sustancias y material químico: ¿Aceite, alcohol, disolvente, acetona, grasas y otros</b> están identificados, en envases adecuados y almacenados según indicaciones del material y en lugar seguro?			
3ºS - LIMPEZA	EVIDENCIAS	NOTA	

<p><b>8 Residuos:</b> Existen depósitos de basura adecuados para los residuos generados en el sector? ¿Están separados según la identificación (Papel/cartón, orgánicos, plásticos, hierro, acero, aluminio, etc.), ¿están alineados y organizados?</p>			<b>PUNTOS</b>
<p><b>9 Desperdicios:</b> Materiales sueltos, anclados o escondidos debajo o encima de estantes, escaleras y armarios? (Paños, papeles, plásticos, embalajes, guantes, máscaras, piezas, etc.)</p>			
<p><b>10 Baño:</b> ¿Puertas funcionales? ¿Tienen jabón y papel higiénico? ¿Los sanitarios y los basureros están con tapas y en buen estado? Las bombillas están funcionando? ¿Se evidencian residuos en piso?</p>			
<b>4ºS - ESTANDARIZACIÓN</b>	<b>EVIDENCIAS</b>	<b>NOTA</b>	<b>PUNTOS</b>
<p><b>11 Elementos de Protección Personal:</b> ¿Los colaboradores utilizan los EPP's ?</p>			
<p><b>12 Conocimiento:</b> ¿Los colaboradores conocen la metodología 5S's, los 7 tipos de desperdicio y principios LEAN? (03 verificaciones)</p>			
<p><b>13 Equipos de emergencia:</b> camillas, extintores e hidrantes son funcionales y están conservados, limpios, señalizados y sin obstrucciones?</p>			
<b>5ºS - DISCIPLINA</b>	<b>EVIDENCIAS</b>	<b>NOTA</b>	<b>PUNTOS</b>
<p><b>14 Mejoras Implementadas:</b> ¿Se mantienen las mejoras implementadas por el equipo?</p>			
<b>TOTAL GENERAL 5S's</b>	<b>PUNTUACIÓN</b>		
<b>AUDITORIA GENERAL DE AR</b>			

<b>BUENO</b> 1S = 015 a 017 5S = 075 a 087	<b>EXCELENTE</b> 1S = 018 a 020 5S = 088 a 100	<b>REGULAR</b> 1S = 012 a 014 5S = 060 a 074	<b>MALO</b> 1S = 000 a 011 5S = 000 a 059
<b>Firmas de verificación</b>			
<b>Supervisor de Área:</b>		<b>Gerente de Área:</b>	

Nota: Autoría propia (2019)

En la primera evaluación realizada a la empresa arrojó el siguiente resultado respecto al porcentaje del estado actual de la compañía en cada aspecto de las 5 s, donde se evidencia que gran parte de los ítems no están implementados.



**Figura 22.** Estado actual de las 5s en Inyectoplast de Colombia S.A. (Autoría propia 2019)

Las siguientes premisas se presentan actualmente:

- No existe capacitación al personal y el aseo de las áreas es deficiente.
- No existe ningún tipo de demarcación de las áreas.
- Los procesos no están estandarizados.
- Se encuentran herramientas u objetos innecesarios.

### 6.1.2. Planeación de las 5`s.

**1) Organización y/o clasificación (Seiri).** Inicialmente se clasifican todas las herramientas, equipos y utensilios que están en el puesto de trabajo, según las operaciones realizadas se determina si es necesario o no tenerlas a la mano, se crea el formato de tarjeta roja que es la herramienta que permite realizar dicha clasificación.

inyectoplast de colombia		TARJETA ROJA 5 S	
N° de referencia	1		
Nombre de Objeto			
Acción	Eliminar X	Ordenar	Limpiar
Fecha	Asignacion de etiqueta:	Destruir	
		Reciclar	

**Figura 23.** Formato Tarjeta Roja 5s.(Autoría propia 2019)

2) **Ordenar (Seiton)**. Establecer para cada objeto un espacio, donde se ubiquen por prioridad o nivel de utilización y evitar movimientos innecesarios.

3) **Limpieza (Seiso)**. Eliminar interferencias entre operario y máquina, así como en las vías de desplazamiento del operario, ya que de allí también se evalúa el aspecto de seguridad. Para este caso se diseñó el formato para verificar limpieza.

Tabla 17.

*Formato estándar de limpieza, Inyectoplast.*

Estándar de limpieza				
Área	Objeto	Definición	Tiempo	Asignado
<b>Aglutinado</b>	Machete Pizón Pulidora	Al terminar turno se debe utilizar un trapo para retirar suciedad (polvo), entregar afilado.	Cada 12 horas	Operario 1
<b>Triturado</b>	Empaque	Se debe sacudir y organizar, apilándolas en	Cuando la operación lo requiera.	Operario 2

		el lugar asignado.		
<b>Inyección</b>	Bisturí Llave boquilla Destornillador Barra cobre Guante de Carnaza	Utilizar un trapo para retirar suciedad (polvo-engrase), verificar que su estado sea óptimo y dejar en sitio asignado	Cada 12 horas	Operario 3

*Nota: Autoría propia (2019)*

4) **Estandarizar (Seiketsu)**. Se deben las 3 s anteriores, realizar estándar de cómo y dónde se deben ubicar los elementos, si en la verificación o auditoría que se realice, algún elemento esta fuera del estándar afectará esta calificación (restará puntos).

5) **Disciplina (shitsuke)**. Puesto que este Ítem tienen como finalidad convertir esta filosofía en una cultura dentro de la organización y de cada empleado, se decide diseñar para Inyectoplast un formato de verificación de las 5` s que permitirá complementar la auditoría semanal que se realizará.

Tabla 18.

Verificación estándar- Auditoría semanal.

inyectoplast de colombia	VERIFICACIONES Y OBSERVACIONES 5'S	
<b>3 Herramientas manuales:</b> ¿Atornilladores, Bisturí, martillos y afines están en uso para la tarea, colaborador y turno definido? (3 verificaciones)	<b>EVIDENCIAS</b>	
Evidencia 01: HERRAMIENTA _____ NUMERO _____ NOMBRE OP _____		
Evidencia 02: HERRAMIENTA _____ NUMERO _____ NOMBRE OP _____		
Evidencia 03: HERRAMIENTA _____ NUMERO _____ NOMBRE OP _____		
<b>12 Conocimiento:</b> ¿Los colaboradores conocen la metodología 5S's? (03 verificaciones)	<b>EVIDENCIAS</b>	
VERIFICACION 01 - NOMBRE: _____ 5'S, 7 MUDAS, P. LEAN: ( ) OK ( ) Dudas ( ) Desconocimiento Desconocimiento	ERR: ( ) OK ( ) Dudas ( )	
VERIFICACION 02 - NOMBRE: _____ 5'S, 7 MUDAS, P. LEAN: ( ) OK ( ) Dudas ( ) Desconocimiento Desconocimiento	ERR: ( ) OK ( ) Dudas ( )	
VERIFICACION 03 - NOMBRE: _____ 5'S, 7 MUDAS, P. LEAN: ( ) OK ( ) Dudas ( ) Desconocimiento Desconocimiento	ERR: ( ) OK ( ) Dudas ( )	
<b>OBSERVACIONES</b>		
<b>EVIDENCIAS = PUNTOS    Cero = 5 Puntos    01 = 3 Puntos    02 = 1 Puntos    03 = 0 Puntos</b>		

Nota: Autoría propia (2019)

### 6.1.2. Implementación.

Tabla 19.

*Cuadro comparativo antes y después 5's en Inyectoplast de Colombia.*

<b>Objetos presentes al momento de asignar tarjeta roja</b>	<b>Objetos necesarios para el proceso</b>
1. Lonas deterioradas por el pasillo mezclándose con la materia prima	1. Se eliminan estos objetos y queda el pasillo libre para una mejor circulación y se deja solo la materia prima.
2. En la maquinas se encontraron aceiteras, martillo, punzones que no tienen que ver con la operación realizada.	2. Se les asigna un puesto obligatorio, ya que no se necesitan para el proceso y se deja solamente llave boquilla, destornillador
3. En la mesa de trabajo se encontraron guantes imperfectos, muestras desechadas, alimentos	3. Se eliminan estos objetos y se deja solamente el bisturí necesario para la operación.
4. En zona de aglutinado se encuentran extensiones sin uso, pala, caneca plástica vacía	4. Se reubican estos objetos y se deja solamente una pulidora y un machete.
5. En el cuarto de insumos se ven overoles, producción sobrante, repuestos, galones aceite	5. Se reubican y/o eliminan y se deja solamente insumos utilizados en las operaciones.

*Nota: Autoría propia (2019)*

En la semana 30 del 2019 se asigna tarjeta roja a todo objeto que es considerado no influyente en el proceso, se le da la clasificación y disposición que corresponde, transcurridos 15 días de haber realizado el ejercicio, es decir para la semana 33 se evidenció nuevamente que algunos objetos que se habían clasificado estaban fuera de lugar, así que se decide realizar la planilla de verificación de puesto de trabajo y resulta el anterior cuadro comparativo de los objetos que realmente se utilizan y los que no, después de esto se plantean las acciones pertinentes para la implementación de esta metodología y muestra de resultados.



**Figura 24.** Antes y después demarcación áreas. (Autoría propia 2019)



**Figura 25.** Antes y después clasificación herramientas. (Autoría propia 2019)



**Figura 26.** Antes y despu3s arreglos infraestructura. (Autoría propia 2019)



**Figura 27.** Antes y despu3s clasificaci3n moldes. (Autoría propia 2019)



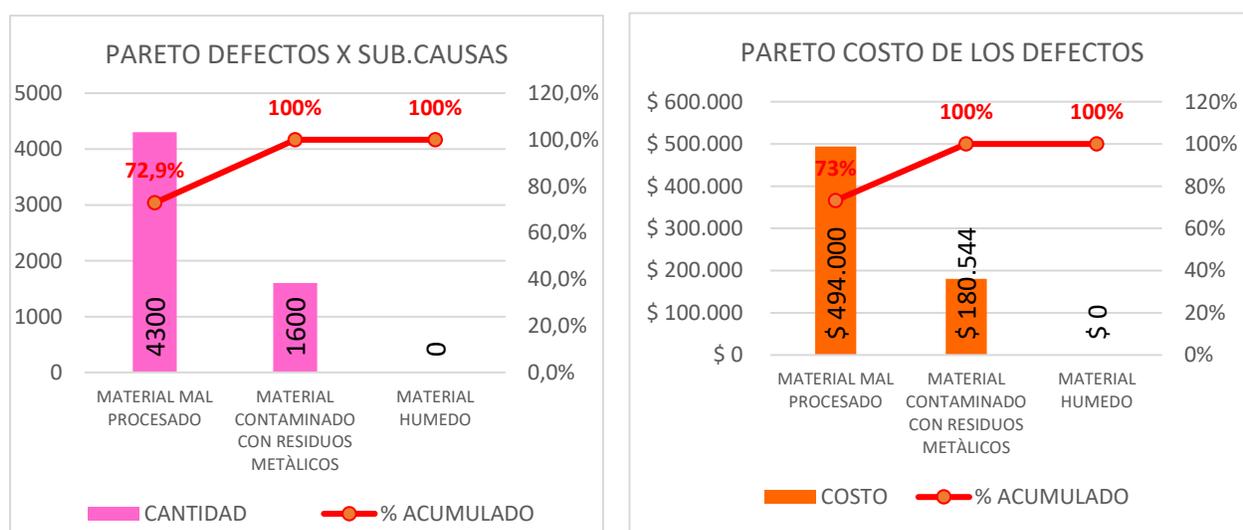
**Figura 28.** Antes y despu3s 1rea materia prima. (Autor1a propia 2019)



**Figura 29.** Antes y despu3s 1rea de almac3n. (Autor1a propia 2019)

### 6.1.2. Resultados de la implementación.

- Con la reubicación de implementos se liberan las zonas de trabajo que ofrecen una mejor movilidad y eficiencia de la producción, permitiendo una mejor labor por parte del operario y reduciendo posibles accidentes laborales.
- Asignado las tarjetas y dando gestión a los elementos marcados se observa que al quitar los elementos innecesarios permite una operación más rápida y un menor riesgo de contaminación o accidente laboral.
- En el planteamiento del problema de este documento se menciona el defecto de material contaminado que se clasifica en 3 factores, desperdicios generados por residuos metálicos, materiales mal procesado y material húmedo, este último nos representó un 3,9% de participación generando un desperdicio de 500 unidades con un costo entre \$15.000 a \$50.000 dependiendo la operación. Por medio de la metodología de las 5s se identificó que el defecto era generado por las condiciones del techo anteriormente descritas y al realizar su respectivo mantenimiento se obtuvo como resultado a la fecha la eliminación por completo de materiales húmedos para los procesos productivos realizados en Inyectoplast de Colombia S.A.S, de tal manera que el Pareto futuro queda de la siguiente manera.

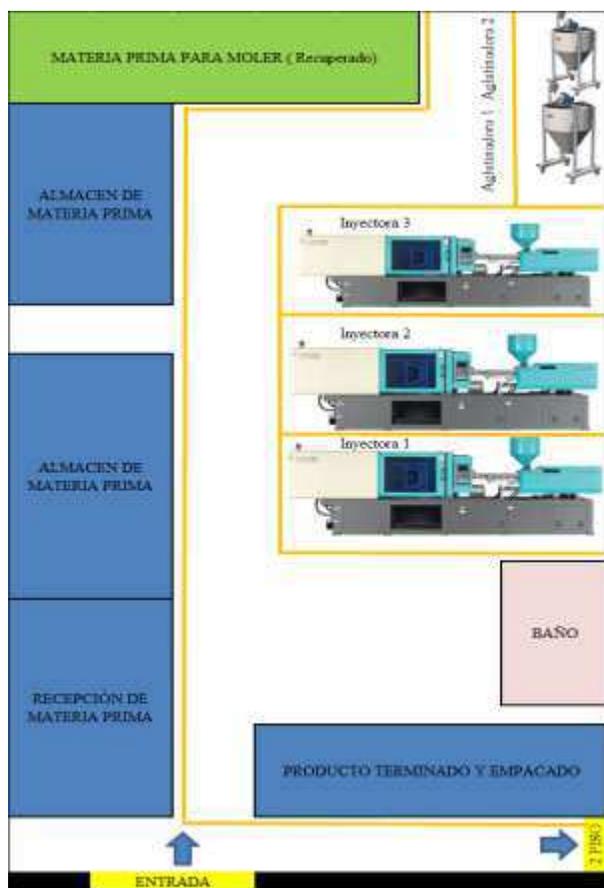


**Figura 30.** Paretos futuros por falla y costos de material húmedo. (Autoría propia 2019)

- Con la señalización se pretende generar en los colaboradores estímulos visuales que les permita sentirse en condiciones de seguridad y evitar riesgos, también es necesario para definir cada área y cada espacio para lo que se designa, así no se

tendrá el problema de mezclar o perder material por qué no se encontraba bien ubicado.

- e. Con la ubicación de los moldes frente a cada máquina se disminuye el tiempo de desplazamiento y montaje del mismo en el proceso de producción, se procedió a realizar un estudio porcentual de utilización de los moldes con los que cuenta la empresa y se decide que aquellos que su frecuencia sea mayor a 3 meses tendrán que ser devueltos al cliente respectivo una vez termine su orden de producción; con esto se podrá obtener más espacio en la planta y mejorar el almacenaje de los sobrantes. Con estos resultados podemos observar que se ha despejado y organizado el área de trabajo.

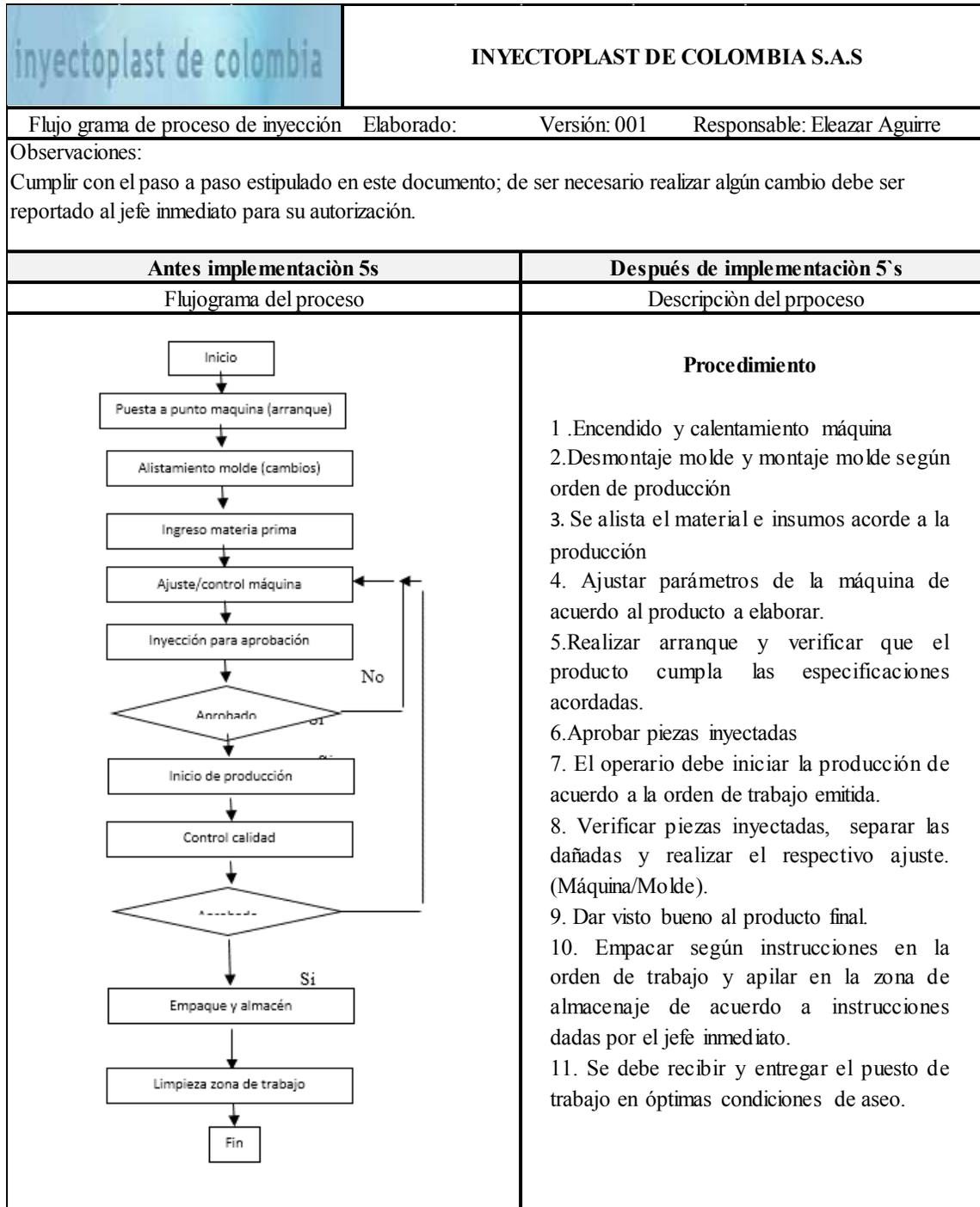


**Figura 31.** Distribución de planta y señalización de Inyectoplast de Colombia S.A.S (Autoría propia)

### 6.1.3 Trabajo estándar.

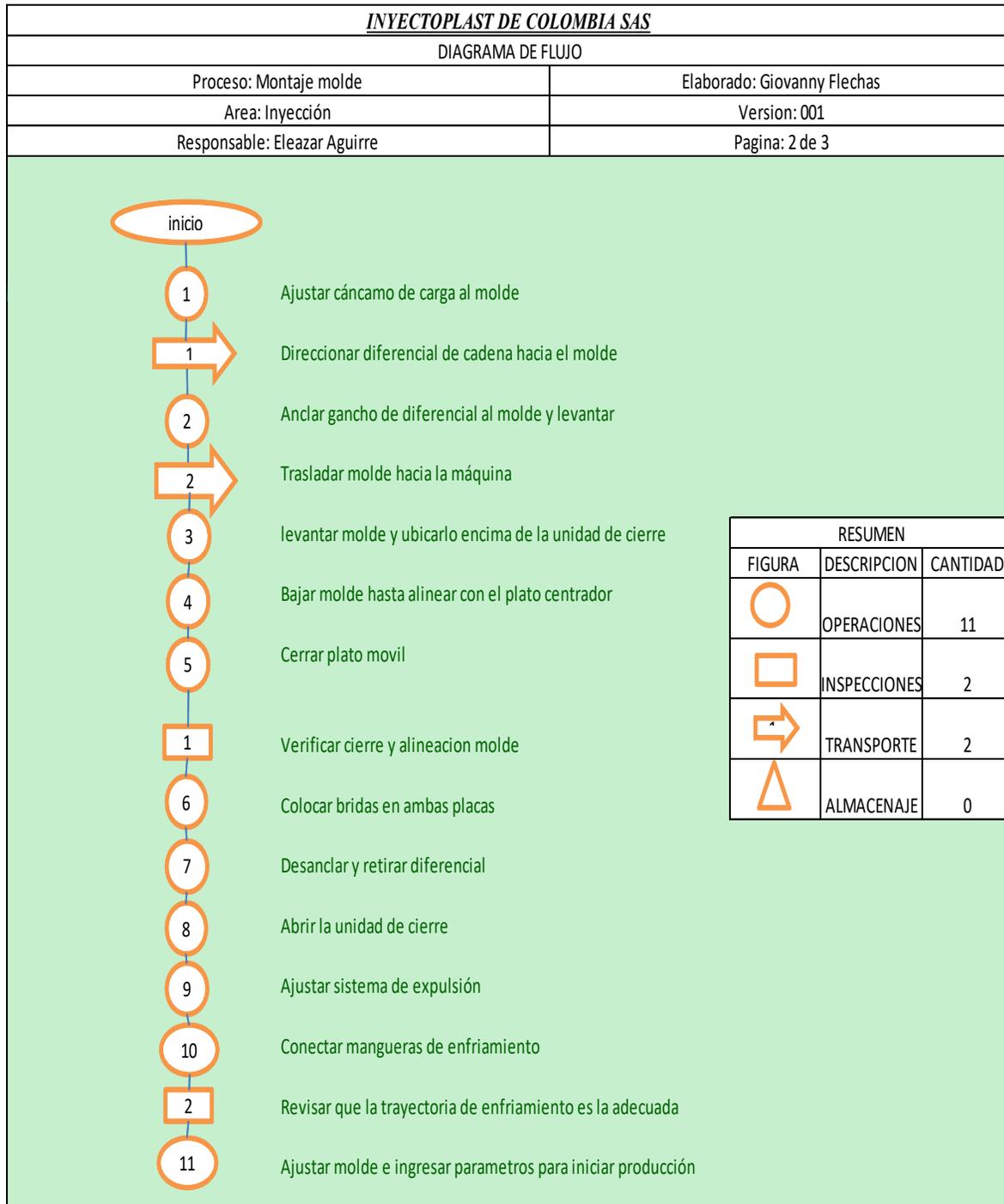
Anteriormente se menciona que en la empresa no existe ningún tipo de estandarización para los procesos que se realizan, por ello se presentan diferentes acciones que no son necesarias o se

pueden reemplazar por otra acción más eficiente; de acuerdo a lo anterior como parte de la propuesta y siguiendo la metodología de las 5s, se crean hojas de trabajo para estos procesos, donde el objetivo es la mejora de cada uno de ellos tanto en tiempos como movimientos.

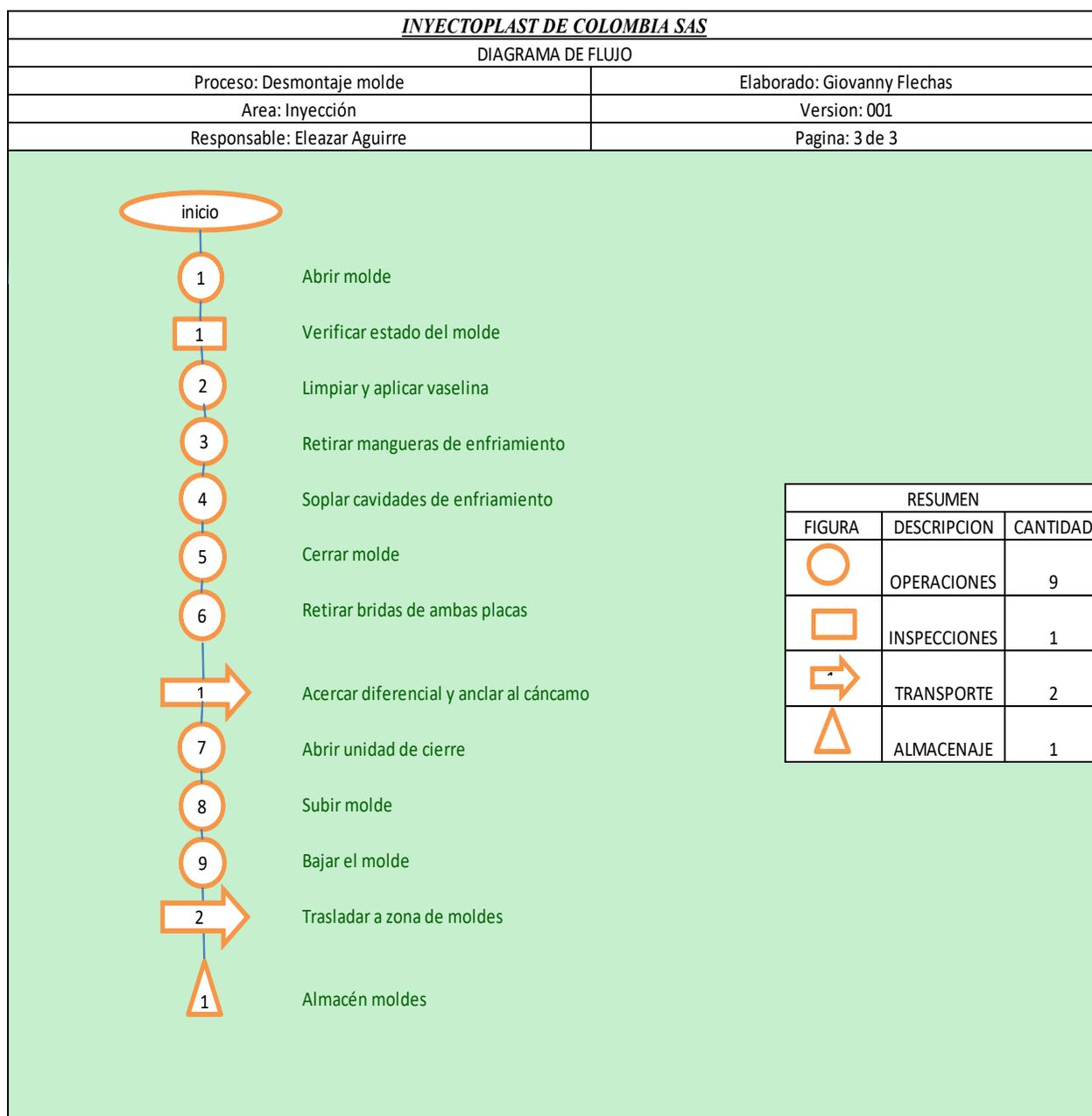


**Figura 32.** Estandarización del trabajo en Inyectoplast de Colombia S.A.S (Autoría propia 2019)

Se crea además un formato con las instrucciones para realizar el proceso de montaje y desmontaje de molde, este nos permite eliminar otro tipo de movimientos que se realizaban anteriormente los cuales se consideraron innecesarios.



**Figura 33.** Estandarización del trabajo – Montaje de molde. (Autoría propia 2019)



**Figura 34.** Estandarización del trabajo –Desmontaje de molde. (Autoría propia 2019)

Se diseñan también las planillas de programación de producción y seguimiento de turno, formatos que permitirán realizar seguimiento y tener control de las operaciones, registrar paradas no programadas y tener control de la producción, así tomar acciones de las deficiencias oportunamente.



inyectoplast de colombia		INYECTOPLAST DE COLOMBIA					
<b>FICHA TECNICA DEL PRODUCTO</b>							
Proceso: Inyección				Elaborado: Giovanni Flechas			
Encargado: Eleazar Aguirre				Version: PP-03			
				Pagina: 1 de 1			
A continuación referenciamos los insumos a utilizar							
Producto:	Matera 22			FOTO			
Material:	Polipropileno						
Tipo de empaque:	Bolsa polietileno de 16" x 35" Calibre 3						
Cantidad de empaque:	30 unidades por bolsa						
Pigmento:	Rojo	Verde	Azul				
<b>MEZCLA</b>							
Por cada 25 Kilogramos de material polipropileno se le adicionara 250 Gramos de pigmento, la cantidad a mezclar será de acuerdo a la orden de producción							
<b>PARAMETROS</b>							
Temperatura:	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
	250	240	230	220	210	0	0
Enfriamiento	1 Entrada y 1 salida por cada cara						
Expulsión	1		2		3		
	Mecanica		Aire		Manual		
Tiempo de apertura	280						
Velocidad Apertura	50						
Velocidad cierre	60						
Tiempo de enfriamiento	10 Seg						
Tiempo de ciclo	30 Seg						
Unidades por ciclo	1 Unidad						
Peso unidad	192 gramos						

**Figura 37.** Ficha técnica del producto (Autoría propia 2019)



**Figura 38.** Resultados esperados- Ficha técnica del producto (Autoría propia 2019)

**6.1.3.1 Resultados esperados del trabajo estándar y 5's.** De aplicarse la metodología de la estandarización del trabajo, se esperan resultados a corto plazo evidenciando una mejora en la cultura de la empresa respecto a los procesos, se potencian entonces la organización, disciplina y mejora continua; sin embargo, los beneficios monetarios, se darán gradualmente y sus resultados no serán inmediatos pero si efectivos.

Los resultados con la propuesta serán:

1. Que el empleado este más involucrado en los procesos (mejora continua).
2. Que las zonas estén organizadas.
3. Zonas de trabajo limpias
4. Actividades estandarizadas para evitar defectos, reproceso y paradas no programadas.
5. Utilización de herramientas adecuadas.
6. Seguimiento y control de los procesos para tomar acciones sobre ello.

**6.1.3.2 VSM futuro.** Después de la propuesta e implementaciones de mejora realizadas se estructura el VSM futuro, el cual evidencia los cambios y resultados esperados del plan de mejora propuesto.



Tabla 20.

*VSM futuro mejora tiempo del proceso*

N°	Descripción Actividades- flujo del material	Tiempo (min) antes	Tiempo (min) despues	%
1	Llega camión con material	3	3	0,00%
2	Auxiliar de bodega abre muelle	4	4	0,00%
3	Auxiliar de transporte descarga el material	26	26	0,00%
4	Auxiliar de transporte ingresa material	16	16	0,00%
5	Auxiliar de bodega pesa cada bulto de material	36,8	36,8	0,00%
6	Auxiliar de bodega confirma cantidad contra pedido	6	6	0,00%
7	Auxiliar de bodega confirma visto bueno de revisión	2	2	0,00%
8	Auxiliar de bodega organiza material y almacena	45	45	0,00%
9	Auxiliar de bodega alista material para alimentar planta de producción.	126,2	126,2	0,00%
10	Inspeccionar material recuperado antes de suministrar a producción.	222,3	0	100,00%
11	Prepara el material para suministrar a planta	10	10	0,00%
12	Auxiliar mezcla material plástico con aditivos y colorantes y suministra a planta	45	45	0,00%
<b>Total tiempo</b>		<b>542,3</b>	<b>320</b>	<b>-69%</b>
13	Operario desmonta molde que no utilizará de la maquina	60	60	0,00%
14	Operario traslada molde a zona de moldes	10	0	100,00%
15	Operario traslada molde a utilizar hasta la máquina	10	0	100,00%
16	Operario monta molde	60	60	0,00%
17	Operario Alimenta tolva con material mezclado	40	40	0,00%
18	Proceso total de moldeo por inyección	360	360	0,00%
19	Operario retira pieza inyectada	90	90	0,00%
20	Operario revisa calidad de pieza inyectada	60	60	0,00%
21	Rechazo de producto no conforme si aplica	120	15	87,50%
22	Rebabar productos conformes	105	105	0,00%
23	Orzanizar y contar piezas conformes	89	89	0,00%
24	Empacar y embalar producto terminado	60	60	0,00%
25	Trasladar a zona de almacen el producto terminado	15	15	0,00%
26	Trasladar a proceso de molido los productos no conformes	2	2	0,00%
27	Moler productos no conformes	67	15	77,61%
28	Reprocesar en la inyectora material molido	280	120	57,14%
<b>Total tiempo</b>		<b>1428</b>	<b>1091</b>	<b>-31%</b>
<b>Reducción de tiempos</b>		<b>VSM actual</b>	<b>VSM Futuro</b>	<b>% variación</b>
Total de tiempos críticos - Total operación		801,1	241,8	-231%

Nota: Autoría propia (2019)

Se evidencia entonces una reducción de tiempos en bodega del 69%, y en operación una disminución del 31% en tiempos que no agregan valor a la operación.

#### 6.1.4 Indicadores de seguimiento.

**6.1.4.1 Eficiencia global de la maquina OEE.** Se establecen las características del sistema promedio mes, de horas programas de trabajo, no programadas, unidades producidas y unidades defectuosas que muestran la eficiencia global de las máquinas.

Tabla 21.

*Características del proceso- Indicador OEE.*

<b>Características del proceso</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidades</b>
D Maquinas	3	UND
D Unidades/hora	720	UND
E Tiempo estudio	850	HORAS
E Paros programados	20	HORAS
E Paros no programados	15	HORAS
C Unidades producidas	484500	UND
C Unidades rechazadas	22650	UND

Nota: Autoría propia (2019).

#### 6.1.5. Tiempo Total de Producción (TPO).

$$TPO = (\text{Tiempo Total de Trabajo} - \text{Tiempo de Paradas Planificadas}) \quad (5)$$

$$TPO = 850hs - 20hs = 830 hs$$

$$TO = (TPO - \text{Paradas no programadas}) \quad (6)$$

$$TO = 830hs - 15hs = 815 hs$$

$$\text{Tiempo de Ciclo Ideal} = \frac{1}{\text{Capacidad nominal}} \quad (7)$$

$$\text{Tiempo de Ciclo Ideal} = \frac{1}{720 \text{ ud/hs}} = 0.0014 \text{ hs / unidades}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo de Ciclo Ideal}}{(TO / \text{Total de Unidades Producidas})} \quad (8)$$

$$\mathbf{Rendimiento} = \frac{0,0014hs/unidades}{((815hs / 484.500 unidades))} = 0.832 * 100 = 83\%$$

$$\mathbf{Disponibilidad} = TO/TPO$$

$$\mathbf{Disponibilidad} = \frac{815hs}{830hs} = 0.981 * 100 = 98 \quad (9)$$

$$\mathbf{Calidad} = \frac{Unidades\ Conformes}{Total\ de\ Unidades\ Producidas} \quad (9)$$

$$\mathbf{Calidad} = \frac{461.850}{484.500} = 0.953 * 100 = 93\%$$

$$\mathbf{OEE} = Disponibilidad \times Rendimiento \times Calidad \quad (10)$$

$$0,981 \quad \times \quad 0,832 \quad \times \quad 0,953 = 0.777$$

$$\mathbf{OEE} (\%) = 77.78\%$$

Se determina la eficiencia de las máquinas como aceptable.

**6.1.5.1. Capacidad requerida en segundos.** Se toma el registro de tiempo de operación en diferentes días y horas.

Tabla 22.

*Registro de datos, toma de tiempos de ciclo de la máquina*

<b>Capacidad Requerida ( Seg)</b>				
<b>Registro</b>	<b>Maquina</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Fecha</b>	<b>Hora</b>
Tiempo 1	1	15,2	11/02/2019	07:30:00 a. m.
Tiempo 2	1	15,9	12/02/2019	08:00:00 a. m.
Tiempo 3	3	15,1	13/02/2019	09:15:00 a. m.

Tiempo 4	1	15,5	14/02/2019	12:40:00 a. m.
Tiempo 5	2	16,1	15/02/2019	02:30:00 a. m.
Tiempo 6	2	16	18/02/2019	12:00:00 p. m.
Tiempo 7	1	15,3	19/02/2019	03:30:00 p. m.
Tiempo 8	3	15,2	20/02/2019	06:00:00 p. m.
Tiempo 9	3	15,7	21/02/2019	03:30:00 p. m.
Tiempo 10	2	15,4	22/02/2019	05:20:00 p. m.

*Nota:* Registro Toma de datos (Autoría Propia 2019).

Tiempo Promedio para producir una unidad = 15,5 Seg

$$\begin{aligned}
 \text{Capacidad de moldeo} &= 15.5\text{Seg} \text{ ----- } 1 \text{ unidad} & (11) \\
 &= 2787 \text{ unidades en un turno de 12 hs.} \\
 &43.200\text{Seg} \text{ ----- } X
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Capacidad efectiva} & & (12) \\
 &= (\text{Trabajo real } 80\% \text{ ----- } \text{suplementos } 20\%)
 \end{aligned}$$

**2787 Unidades X 0.80%** = 2446 Unidades

**Valor merma del 2%**

**2446 Unidades X 0.78%** = 1907 Unidades

**Capacidad de moldeo** = 2787 Unidades

**Capacidad efectiva** = 2446 Unidades

**Capacidad producción real** = 1907 Unidades

Se hallaron entonces:

$$\text{Utilización: } \frac{\text{Producción real}}{\text{capacidad de moldeo}}$$

$$\frac{1907}{2787} = 68.4\%$$

$$\text{Eficiencia: } \frac{\text{Producción real}}{\text{capacidad efectiva}}$$

$$\frac{1907}{2446} = 77.9 \%$$

Estos son los resultados que nos arroja en un turno de 12 horas, se debe tener en cuenta que cuando la utilización es menor al 70% se puede concluir que existe improductividad, alerta suficiente para actuar y mejorar su capacidad.

**6.1.4.2 Defectos por unidad (DPU).** Este indicador mide el nivel de defectos de un proceso. Relaciona el número de unidades producidas que tiene uno o más defectos y el número total de unidades producidas.

$$\frac{\# \text{ de unidades defectuosas por contaminación + cambio color + molde defectoso}}{\text{número de unidades producidas buenas + reproceso defectuosas}} * 100$$

Tabla 23.

*Registro productos no conformes valor de reproceso*

<i>Registro de defectos</i>					
<b>Producto</b>	<b>Descripción</b>	<b>Producto conforme/ Unid</b>	<b>Producto no conforme / Unid</b>	<b>Costo de reproceso</b>	<b>Clasificación del defecto</b>
<b>1</b>	Taza Portacomida	19.000	1000	\$ 24.000	cambios de color
<b>2</b>	Manija portacomida	19.500	500	\$ 15.000	material contaminado
<b>3</b>	Tapa Portacomida	19.700	300	\$ 24.000	molde defectuoso
<b>4</b>	Gancho para lavandería	12.400	100	\$ 7.500	material contaminado
<b>5</b>	Bandeja pequeña	19.950	50	\$ 6.000	cambios de color
<b>6</b>	Bandeja grande	19.900	100	\$ 60.000	material contaminado
<b>7</b>	Matera #16	11.500	500	\$ 43.200	material contaminado
<b>8</b>	Matera # 18	11.000	1000	\$ 43.200	material contaminado
<b>9</b>	Matera #22	11.800	200	\$ 43.200	material contaminado
<b>10</b>	Matera # 24	11.800	200	\$ 28.800	material contaminado
<b>11</b>	Platón # 25	15.000	1000	\$ 19.200	material contaminado

12	Tapón silla	50.000	2000	\$ 52.500	cambios de color
13	Tapón mesa	50.000	3000	\$ 75.000	material contaminado
14	Sanduchera	22.000	0	\$ 0	N/A
15	Plantilla cepillo	28.500	1500	\$ 36.000	material contaminado
16	Plantilla escoba	28.000	2000	\$ 27.000	material contaminado
17	Base trapero	7.800	200	\$ 28.800	material contaminado
18	Conector	12.000	2000	\$ 8.400	material contaminado
19	Vaso infantil	10.000	0	\$ 0	N/A
20	Tapa para jarra	32.000	2000	\$ 96.000	cambios de color
21	Jarra 1 litro	32.000	3000	\$ 38.400	cambios de color
22	Pedal para papelera	9.900	500	\$ 12.000	material contaminado
23	Soporte pedal papelera	10.000	500	\$ 12.000	molde defectuoso
24	Rejilla paso aire	10.000	1000	\$ 18.000	molde defectuoso
<b>Total</b>		473.750	22650	\$ 718.200	

*Nota:* Autoría propia (2019)

A partir de los datos suministrados en la tabla anterior, se clasifica la cantidad de unidades no conformes por clase de defecto, teniendo como resultado la siguiente tabla.

Tabla 24.

*Clasificación defectos para hallar DPU.*

<b>Clase de defecto</b>	<b>Reproceso</b>	<b>Malas</b>
Cambios de color	\$ 216.900	8050
Material contaminado	\$ 447.000	12800
Molde defectuoso	\$ 54.000	1800
<b>Total</b>	<b>\$ 717.900</b>	<b>22650</b>

*Nota:* Autoría propia (2019)

El resultado de la ecuación es el siguiente:

$$DPU = \frac{(8050 + 12800 + 1800)}{(473750 + 22650)} * 100 = 4.56\% \quad (13)$$

Es decir que los defectos representan el 4.56% la producción total el objetivo es llegar a menos del 1% en defectos.

**6.1.4.3 Porcentaje de costos por reproceso y desperdicio de material.** Se establece el promedio del porcentaje del costo por desperdicio de material reproceso vs la facturación total de la empresa, se toman datos históricos del año 2018 plasmados en la tabla número 8, a continuación se muestra el promedio y gráfico del indicador.

Tabla 25.

*Indicador de porcentaje de costos vs utilidad promedio.*

<b>Porcentaje costo de desperdicios y reproceso de material promedio 2018</b>	
<b>Utilidad bruta total venta</b>	\$ 13.014.140,92
<b>costo por desperdicios</b>	\$ 1.473.536,78
<b>% costo de desperdicios</b>	9%

*Nota:* Autoría propia (2019)

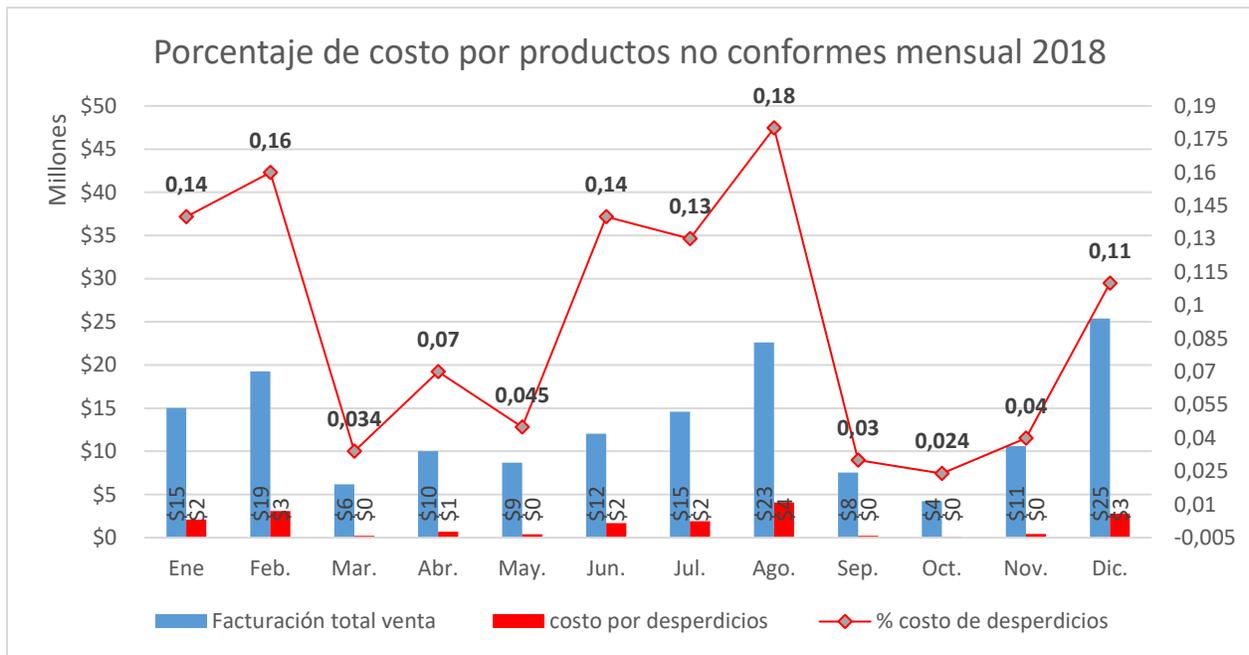
Se desea reducir este costo un 60% que equivale a la reducción de \$884.122 en costo promedio mensual de defectos y el objetivo de cumplimiento para el indicador se desea que sea menor al del 5%, en cuanto a costos.

Tabla 26.

*Objetivo del indicador % costos por defectos y desperdicio de material.*

<b>Indicador</b>	<b>Ecuación</b>	<b>Objetivo</b>
% porcentaje costos por desperdicios de material y reprocesos	$\% = \frac{\text{costo de material repr.} + \text{costo del material desp.}}{\text{facturación total Inectoplast}}$	< 5%

*Nota:* Autoría propia (2019)



**Figura 40.** Porcentaje costo por desperdicio y reproceso. (Autoría propia 2019).

El objetivo de esta medida es verificar si se cumple el aumento de utilidad al menos 4 % mensualmente.

## 7. Análisis costo beneficio

Tabla 27.

Cuadro resumen costo beneficio de propuesta de mejora

Propuesta	Problemas encontrados /oportunidades de mejora	Causa raíz	Consecuencia	Solución propuesta	Recurso	Cantidad	Unidad de medida	Salario base/costo hora	Costo total	Frecuencia	Responsable	Beneficios
1	Desperdicio de tiempo por inspección y limpieza del material recuperado.	El material recuperado viene mezclado con residuos metálicos, pues así lo suministra el proveedor sin hacerle antes una inspección o proceso de limpieza.	El proceso de inspección y limpieza del material recuperado debe hacerlo auxiliar de bodega de Inyectoplast y equivale a 3,7 horas de operación en actividad que no agrega valor al proceso.	Propuesta de inversión para compra de 3 filtro imanes, 1 para cada tolva, con el objetivo de eliminar proceso de inspección del material por el auxiliar de bodega antes de entregar a producción.	Filtro Imán para tolva	3	Unidades	\$ 3.333	\$ 750.000	Diaria	Jefe de Planta	Reducción del 69% en desperdicio de tiempo por proceso de inspección del material, pues el proceso general de almacén pasa de ser de 8,7 horas a 2,3 horas promedio.
2	Desperdicio de tiempo y aumento del costo de operación por reprocesos de productos no conformes.	De los productos no conformes, el defecto principal es por material contaminado y representa el 57% de unidades defectuosas y 78% de los costo por reprocesos de material contaminado.	El porcentaje del costo de desperdicios y reproceso de material representan 9% de la facturación total mensual de la empresa, además de representar 5,1 horas en reproceso de productos no conformes, es la segunda actividad que no agrega valor al proceso.	Con la compra de los filtro imán se espera reducir también la cantidad de productos defectuosos por contaminación con residuos metálicos, pues son especiales para este proceso y su efectividad es del 89% según especificaciones del producto.	Acuerdo	3,7	Horas	\$ 3.333	\$ 12.323	Según cantidad de rechazos	Jefe de Planta	Se evidencia entonces que el promedio de reducción de defectos por residuos metálicos es del 84% respecto al mismo periodo del año anterior. Se reduce entonces el costo por reproceso de material en un promedio 80% mensual a causa de material contaminado con residuos metálicos
3	No existen zonas delimitadas o asignadas de almacén, se presenta desorden en las instalaciones, no hay tablero de herramientas ni cultura 5's establecida.	A causa de las condiciones de la planta, se evidencia que el defecto de calidad por material húmedo se genera por fisuras en el techo y malas condiciones de almacenaje.	Representa un 3,9% de participación de los defectos totales generando un desperdicio de 500 unidades con un costo entre \$15.000 a \$50.000	Por medio de la inspección inicial 5's, se evidencio la falla y se propone arreglar tejado de las instalaciones para evitar las filtraciones de agua.	Servicio de reparación instalaciones	8	Horas	\$ 112.000	\$ 896.000	1	Gerente general	Por medio de la metodología de las 5s se identificó que el defecto era generado por las condiciones del techo anteriormente descritas y al realizar su respectivo mantenimiento se obtuvo como resultado a la fecha la eliminación por completo de materiales húmedos.
4	No existe estandarización del trabajo 36% de los productos no conformes se presentan por cambio de color incorrecta pigmentación del mismo.	No se ofrece la capacitación ni medios de guía al operario para realizar las actividades.	En consecuencia se generan defectos como cambio de color del producto y pérdidas de tiempo en los procesos por traslados innecesarios como en el proceso de instalación y desmonte de los moldes.	Se realiza modelo de ficha técnica de los productos que permite utilizarlas cantidades de material adecuada para cada producto a inyectar y se propone realizar gestión de los moldes para evitar pérdidas de tiempo por traslado a zona de almacén.	Ficha técnica	1	Unidades	\$ -	\$ -	Cada que se realiza cambio de referencia a producir.	Jefe de Planta	Reducción de productos defectuosos por color o pigmentación. Se reduce 20 minutos el proceso de instalación y desmonte del molde para el operario, además de despejar zonas que no estaban siendo utilizadas.
<b>Total recursos</b>								<b>\$</b>	<b>1.658.323</b>			

Nota: Autoría propia (2019)

## 8. Conclusiones

De los objetivos planteados en este proyecto se concluye lo siguiente.

Se utilizan las herramientas de diagnóstico del Lean Manufacturing como lo son los diagramas causa- efecto, diagramas de Pareto y VSM que resultaron efectivas para determinar el nivel de afectación de los problemas detectados y de los cuales se desprende el desarrollo de este escrito. De ellos se determina que en los procesos principales de la empresa que son almacén y producción existen deficiencias en los procedimientos que generan pérdidas de tiempo considerables que reducen la capacidad de producción y disponibilidad de tiempo del almacén en un 69% y en planta del 31%, rendimiento que es posible mejorar mediante las herramientas del Lean Manufacturing como 5's y estandarización del trabajo.

Se utiliza el VSM como herramienta de diagnóstico y evaluación de la situación actual de la empresa donde se determina que las actividades principales que no agregan valor son:

- Inspección del material recuperado antes de suministrar a planta.
- Traslados innecesarios en proceso de instalación y desmonte de molde en inyectora.
- Reprocesos de productos no conformes por contaminación de residuos metálicos, material húmedo y cambio de color.

El tercer objetivo se cumple a cabalidad, ya que se realizan las propuestas pertinentes para mitigar las deficiencias detectadas anteriormente, 2 de ellas fue posible implementarlas.

La instalación de los 3 filtro imanes para reducir tiempos de operación resultó efectiva en la mejora del proceso reduciendo 50.7% del tiempo que no agrega valor en el proceso, con esto aumenta 40.99% más de disponibilidad en el tiempo total de operación, el promedio de reducción de defectos por residuos metálicos es del 84% según seguimiento de la semana 14 a semana 40 del 2019 respecto al mismo periodo del año anterior, se reduce el costo por reproceso de material en un promedio del 80% mensual a causa de material contaminado con residuos metálicos y se elimina el proceso de inspección del material antes de ser suministrado a planta, esto reduce un 69% el tiempo de operación pues inicialmente el proceso del auxiliar de bodega demoraba 8.7 horas de las cuales 3.7 correspondían al proceso de inspección y limpieza de la materia prima.

Con la evaluación 5's inicial realizada en las instalaciones de la empresa, se logró evidenciar que con esta herramienta es posible obtener resultados rápidos y efectivos, se logró evidenciar la mejora luego de atender las recomendaciones realizadas en cuanto a mejoras locativas e

implementación de estándar 5's en los puestos de trabajo. Por medio de la metodología 5s se identificó que el defecto de los productos no conformes por material húmedo radicaba en la mala condición del techo de las instalaciones anteriormente descritas y al realizar su respectivo mantenimiento se obtuvo como resultado la eliminación por completo de material húmedo por ende también este defecto.

También por medio de la aplicación de las 5's se logra reducir el tiempo de operación de instalación y desmonte de molde 20 minutos, ya que ubicando moldes frente a cada máquina se disminuye el tiempo de desplazamiento y montaje del mismo, se realizó un estudio porcentual de utilización de los moldes con los que cuenta la empresa y se decide que aquellos que su frecuencia sea mayor a 3 meses tendrán que ser devueltos al cliente respectivo una vez termine su orden de producción; con esto se obtuvo más espacio en la planta y se cumplió con el ítem de organización de las 5's.

De las propuestas que no fue posible implementar en su totalidad está la de estandarización del trabajo, hasta el momento se brindaron las herramientas de control y formatos necesarios para crear cultura en la organización de diligenciar correctamente los formatos y cumplir con lo estipulado en las fichas procedimentales y ficha técnica propuesta.

Se establecen los indicadores de control principales para la organización que permitirán mes a mes monitorear y actuar sobre las deficiencias detectadas, el gerente general de Inyctoplast de Colombia S.A.S aceptó y permitió que se realizaran las implementaciones de las 2 propuestas mencionadas, de las cuales se demostró su efectividad y con ello se genera confiabilidad para continuar implementando las propuestas del plan de mejora que se expuso.

## 9. Recomendaciones

Se debe involucrar al cliente y proveedor en los procesos de mejora de la empresa, ya que algunas deficiencias no dependen completamente de Inyectoplast, por ejemplo, el procedimiento de pesaje del material, el pago por reproceso de piezas defectuosas o mantenimiento de moldes que generan productos defectuosos.

No todas las implementaciones de las propuestas darán resultados rápidos e inmediatos, sin embargo de las que se lograron implementar es importante realizar el debido control y ser insistentes en su aplicación ya que naturalmente como todo cambio genera incertidumbre e inconformidad en algunos colaboradores, es necesario acompañar, apoyar y ayudar más que imponer la metodología o nuevos procedimientos para involucrar al personal en la mejora, con esto se garantizará la disposición del personal en el ejercicio y se darán con más probabilidad los buenos resultados.

Es necesario realizar las fichas técnicas de los productos y de las máquinas para complementar el ejercicio de estandarización del trabajo, poner a disposición del colaborador estas herramientas generara empoderamiento en sus procesos y disminuirá las deficiencias si se aplica correctamente, del diagnóstico inicial se expusieron los defectos por material mal procesado que en su mayoría se dan por factores de mal proceder del operario, con la potenciación de la estandarización de trabajo se puede disminuir este factor.

Las auditorías estándar 5's, es necesario complementarlas con más ítems de seguridad, pese a que en Inyectoplast de Colombia no es alto el nivel de accidentalidad, si es importante velar por la salud y seguridad de los colaboradores y fomentar el auto cuidado.

## 10. Referencias

### Trabajos de grado

Álvarez Vásquez A. , Giraldo C y Salas Pérez V. *Mejoramiento del manejo de materiales de una empresa transformadora de plásticos valle del cauca Cuesta Rueda*. (Tesis de pregrado. Universidad de San Buenaventura), Valle del Cauca, Colombia.

### Libros y artículos

Arrieta J., Muñoz J., Salcedo A. y Sossa S., (2011). *Aplicación del Lean Manufacturing en la industria Colombiana. Revisión de resultados de tesis y proyectos de grado*.

(Investigación). Recuperado de:

[http://www.laccei.org/LACCEI2011Medellin/RefereedPapers/PE298\\_Arrieta.pdf](http://www.laccei.org/LACCEI2011Medellin/RefereedPapers/PE298_Arrieta.pdf)

Barcia k. (2007). *Metodología para Mejorar un Proceso de Ensamble Aplicando el Mapeo de la Cadena de Valor (VSM)*. Revista tecnológica ESPOL. Volumen 20. ISSN 1390-3659. Recuperado de: <http://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/issue/view/16>.

CUMD. (2015). *Corporacion universitaria minuto de dios*. Obtenido de <https://mdc.org.co/desperdicios-lean-manufacturing/>

Escuela colombiana de ingenieria Julio Garavito. (2007). *Plasticos, protocolo, cursos de procesos de manufactura*. 26 - 27.

Escuela de organizacion industrial. (2013). *Lean Manofacturing conceptos, tecnicas e implantacion*. Madrid.

Fundación PRODINTEC. (17 de mayo de 2017). Obtenido de [http://www.camara-ovi.es/documentos/aempresarial/LEAN\\_MANUFACTURING%20.pdf](http://www.camara-ovi.es/documentos/aempresarial/LEAN_MANUFACTURING%20.pdf)

Madariaga, F. (2013). *Lean Manufacturing*. Bubok Publishing.

Procolombia. (2016). *Portal oficial de inversion de Colombia*. Obtenido de <http://www.inviertaencolombia.com.co/sectores/manufacturas.html>

Salazar Sánchez, F. R. (2011). *Repositorio academico, Propuesta de mejora del proceso de producción de*. Peru.

Sergio A. Rico. (20 de 02 de 2018). *Programa de transformación productiva*. Obtenido de Plásticos y pintura: <https://www.ptp.com.co/ptp-sectores/manufactura/plastico-y-pinturas>

studyLib. (s.f.). *StudyLib* . Obtenido de [studylib.es/doc/760144/2.--marco-de-referencia-2.1.1-bolsas-de-plastico](https://studylib.es/doc/760144/2.--marco-de-referencia-2.1.1-bolsas-de-plastico)

VORKAUF, S.A. (2018). *Eclipse Magnetics*. Obtenido de Separadores magnéticos: [https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos\\_y\\_documentos/87204/5.pdf](https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/87204/5.pdf)