

Dayana Sucely de León Miranda

PROPUESTA DE SISTEMA DE MEJORA CONTINUA, EN EMPRESA
RECIPIENTES Y EMPAQUES DE CENTROAMERICA S.A., AMATITLÁN
GUATEMALA.



Asesor General Metodológico:
Ing. Agr. Carlos Moises Hernández González.

Universidad Rural de Guatemala.

Facultad de Ingeniería.

Guatemala, octubre de 2021.

Informe final de graduación.

PROPUESTA DE SISTEMA DE MEJORA CONTINUA, EN EMPRESA
RECIPIENTES Y EMPAQUES DE CENTROAMERICA S.A., AMATITLÁN
GUATEMALA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:
Dayana Sucely de León Miranda

En el acto de investidura como Ingeniero Industrial con énfasis en Recursos
Naturales Renovables.

Universidad Rural de Guatemala.
Facultad de Ingeniería.

Guatemala, octubre de 2021.

Informe final de graduación.

PROPUESTA DE SISTEMA DE MEJORA CONTINUA, EN EMPRESA
RECIPIENTES Y EMPAQUES DE CENTROAMERICA S.A., AMATITLÁN
GUATEMALA.



Rector de la Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretaria de la Universidad:

Licenciada Lesbia Tevalán Castellanos

Decano de la Facultad de Ingeniería:

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz.

Universidad Rural de Guatemala.

Facultad de Ingeniería.

Guatemala, octubre de 2021.

Este documento fue presentado por el autor, previo a su graduación como Ingeniera Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables en el grado de Licenciatura.

PRÓLOGO.

Como parte del programa de graduación y en cumplimiento con lo establecido por la Universidad Rural de Guatemala, se realizó una propuesta sobre Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.

Previo a optar al título universitario de Ingeniería Industrial en el grado académico de Licenciatura, por lo que fue necesario realizar la investigación con el personal técnico y operativo de empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A.

Existen razones prácticas para llevar a cabo la investigación:

Servir como fuente de consulta para estudiantes y profesionales que requieran información sobre el tema de estudio.

Ser aplicable como alternativa de solución para otra empresa en condiciones similares.

Proponer una solución práctica basada en los conocimientos industriales adquiridos en las clases universitarias.

El propósito fundamental de la presente investigación es disminuir la cantidad de materia prima no reutilizada en el proceso de envases plásticos para incrementar la calidad de los productos y disminuir costos de producción, por lo cual, es necesario implementar y dotar de un documento específico que contenga alternativas de solución al problema encontrado.

PRESENTACIÓN.

Al cumplir lo establecido por la Universidad Rural de Guatemala, previo a obtener el título de Ingeniera Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables se desarrolló el trabajo “Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.” Éste hace un abordaje sobre la situación al investigar la problemática de materia prima rechazada.

Por lo que el presente informe es presentado a través de la investigación de sus causas, sus efectos y posibles soluciones, esto permitió constatar el incremento de materia prima no reutilizada, por deficiente proceso de producción en envases plásticos, debido a la inexistencia de Sistema de Mejora Continua en el proceso. Como medio para solucionar la problemática se propuso establecer estrategias que orienten y guíen correctamente a los profesionales de la empresa en función de la renovación del proceso central en el sistema productivo de la empresa.

La actividad investigativa que se realizó, sirve como aporte para elaborar mayor cantidad de envases y aprovechar así de mejor manera la materia prima. De igual forma, se presenta la formación para la unidad ejecutora, a la que corresponde la materialización y evolución de la propuesta en general; así como un programa de capacitaciones al personal involucrado.

Índice general.

Número.	Contenido.	Página.
	PROLOGO	
	PRESENTACIÓN	
I.	INTRODUCCIÓN.....	1
I.1	Planteamiento del problema.....	2
I.2	Hipótesis.....	3
I.3	Objetivos.....	3
I.3.1	General.....	3
I.3.2	Específicos..... □ □	3
I.4	Justificación	4
I.5	Metodología.....	5
I.5.1	Métodos.....	5
I.5.2	Técnicas	8
II.	MARCO TEÓRICO	9
III.	COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS	70
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	77
IV.1	Conclusiones	77
IV.2	Recomendaciones	78
	BIBLIOGRAFÍA.	
	ANEXOS.	

Índice de imágenes

Número.	Contenido.	Página.
1.	Diseño genérico de la unidad de inyección.....	20
2.	Máquina de inyección Husky.....	22
3.	Cierre del molde e inicio de la inyección	24
4.	Inyección del material	25
5.	Aplicación de la presión de sostenimiento	25
6.	Plastificación del material	26
7.	Enfriamiento y extracción de la pieza.....	26
8.	Procesamiento de plástico	28
9.	Envases plásticos PET	34
10.	Usos del polietileno HD	35
11.	Estructura química del polipropileno	40
12.	Ciclo de Deming	51
13.	Utilización de la metodología por empresas	55
14.	Rol del envase	57
15.	Las 5´S sus palabras claves	62
16.	Diagrama de Causa - Efecto.....	64

Índice de gráficas.

Número.	Contenido.	Página.
1.	Personas que conocen sobre el incremento de materia prima no reutilizada, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.....	71
2.	Personas que conocen el porcentaje de incremento de materia prima no reutilizada, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.....	72
3.	Personas que conocen el tiempo de incremento de materia prima no reutilizada, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.....	73
4.	Personas que conocen sobre Sistema Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.....	74
5.	Personas que consideran necesaria la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.....	75
6.	Personas que apoyan la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.....	76

Índice de cuadros.

Número.	Contenido.	Página.
1.	Plásticos más utilizados.....	12
2.	Simbología empleada en los plásticos...□□□.....	16
3.	Tipos de materias primas	32
4.	Clasificación de distintos tipos de polietileno.....	37
5.	Propiedades térmicas del polipropileno.....	39
6.	Materiales Reciclables y sus derivados.....	46
7.	Personas que conocen el tiempo de incremento de materia prima no reutilizada, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.....	71
8.	Personas que conocen el porcentaje de incremento de materia prima no reutilizada, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.....	72
9.	Personas que conocen el tiempo de incremento de materia prima no reutilizada, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.....	73
10.	Personas que conocen sobre sistema mejora continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.....	74
11.	Personas que consideran necesaria la implementación de sistema de mejora continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.....	75
12.	Personas que apoyan la implementación de sistema de mejora continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.....	76

I. INTRODUCCIÓN.

El presente informe investigativo y titulado de ingeniería industrial en el grado académico de licenciatura, se elaboró para dar solución a la problemática identificada en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., sobre el incremento de materia prima no reutilizada en el actual proceso de envases plásticos, por lo que fue preciso realizar el estudio del problema, su causa y efectos, con la finalidad de plantear una solución basada en la mejora continua al proceso.

El contenido consta de dos tomos, el primero se divide en: cuatro capítulos que se identifican con números romanos; capítulo uno (I) contiene la introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivos (general y específico), metodología (métodos y técnicas); capítulo dos (II) está conformado por el marco teórico (aspectos conceptuales).

El capítulo tres (III) incluye la comprobación de la hipótesis, donde se muestra la tabulación y descripción gráfica de los datos obtenidos en las encuestas, el capítulo cuatro (IV) está conformado por las conclusiones y recomendaciones. Estos capítulos son seguidos del apéndice bibliográfico. Los anexos son: 1) formato dominó, 2) hipótesis 3) diagrama del medio de solución, 4) boleta de investigación efecto, 5) boleta de investigación causa, 6) cálculo de la muestra, 7) cálculo del coeficiente de correlación, 8) cálculo de la proyección lineal sin proyecto.

El segundo tomo consiste en presentar a manera de síntesis la información y datos más relevantes de la investigación, asimismo, anexas el planteamiento de la propuesta de solución, la matriz de estructura lógica del trabajo investigativo y el presupuesto general de propuesta.

I.1 Planteamiento del problema.

El presente informe sobre reutilización de la materia prima, tiene origen en el incremento de materia prima no reutilizada de empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., provocado por el deficiente proceso de producción de envases plásticos, debido a no contar con Sistema de Mejora Continua, esta problemática se ha percibido en los últimos cinco años y limita la producción de la empresa.

El incremento de materia prima no reutilizada en la empresa, se refiere a que en la actualidad la empresa no cuenta con Sistema de Mejora Continua en el proceso de fabricación de envases plásticos lo cual afecta la satisfacción de los clientes como la producción de la empresa, lo que ha provocado que la empresa presente pérdidas económicas considerables en el proceso, además esta situación limita la capacidad de proveer a nuevos clientes por exigencias de calidad y compromete la fidelidad de los clientes actuales.

Este efecto se ha percibido por deficiente proceso de producción de envases plásticos, el equipo de trabajo actual no cuenta con las directrices de calidad necesarias para hacer frente a las necesidades productivas y de calidad de la empresa, el equipo de trabajo necesita ser capacitado ya que existen sistemas de trabajo que prometen mayor calidad productiva y competencia.

Toda esta situación se presenta como consecuencia de no contar con propuesta de Sistema de Mejora Continua en el proceso de fabricación de envases plásticos, cuya implementación permitiría disminuir la cantidad de producto defectuoso, con lo cual se aumentaría considerablemente la calidad del producto, así como la credibilidad de calidad de la empresa.

Al proponer que se implemente esta propuesta, se pretende que los socios de la empresa inviertan en una solución inmediata al problema encontrado y se logre contar con un proceso de fabricación de envases plásticos acorde a lo requerido.

I.2 Hipótesis.

Se pudo establecer la hipótesis de trabajo como parte del trabajo de investigación.

Hipótesis causal.

El incremento de materia prima no reutilizada, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años, por deficiente proceso de producción de envases plásticos, es debido a inexistencia de Sistema de Mejora Continua.

Hipótesis interrogativa.

¿Será la inexistencia de Sistema de Mejora Continua, por deficiente proceso de producción de envases plásticos, la causante del incremento de materia prima no reutilizada, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años?

I.3 Objetivos.

El desarrollo de la investigación conllevó el planteamiento de los objetivos: general y específico, los cuales conforme la investigación avance deben alcanzarse para comprobar la veracidad de la hipótesis y la forma de solucionar la problemática.

I.3.1 General.

Disminuir la materia prima no reutilizada en el proceso de producción de envases plásticos, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.

I.3.2 Específico.

Lograr eficiencia en el proceso de producción de envases plásticos, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.

I.4 Justificación.

Actualmente, la empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala, reporta en promedio 166,299 kg de materia prima no reutilizada al año, lo que equivale a un total de 831,495.5 kg en los últimos cinco años, esta es una situación ha perjudicado la productividad de la empresa lo que a su vez ha provocado el incumplimiento de la demanda productiva, de calidad y dificultad para generar mayores ingresos económicos.

Con base a los datos de los últimos cinco años, se puede deducir que el incremento en la cantidad de materia prima no reutilizable es del 5.3 % anual, esto como consecuencia del deficiente proceso de producción de envases plásticos, producto de faltar una Propuesta de Sistema de Mejora Continua al proceso.

Esta situación tenderá al aumento de la cantidad de incremento de materia prima no reutilizada en el proceso de producción de envases plásticos en los siguientes cinco años de no tomar medidas necesarias para contrarrestar la problemática, las proyecciones indican que para el año 2025 la cantidad de materia prima no reutilizable será de 228,117.20 Kg al año.

Es importante implementar la propuesta de Sistema de Mejora Continua para la elaboración de envases plásticos, cuya renovación del proceso permitirá ofrecer mejor calidad de producción, con lo que se conseguirá disminuir la cantidad de producto no conforme y lograr el crecimiento de la empresa a través de mejores costos y la obtención de nuevos clientes.

Resulta indispensable para mejorar la calidad de producción del proceso de envases plásticos de la empresa la implementación de esta propuesta que promueva la renovación e innovación del proceso en general, con lo que permitiría en los siguientes cinco años reducir la cantidad de materia prima no reutilizada en un 85 %, lo que equivaldría a uno para el año 2024.

I.5 Metodología.

Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de graduación, se expone a continuación:

I.5.1 Métodos.

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; así: Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue esencial el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en el formato dominó, que forma parte del anexo de este documento.

Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis.

La forma del empleo de los métodos citados, se expone a continuación:

1.5.1.1 Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis.

Para la formulación de la hipótesis se utilizó el método deductivo como medio principal de investigación, el cual permitió conocer aspectos generales y específicos de la empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., ubicada en el municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala. Las técnicas utilizadas fueron:

Observación directa. Esta se realizó directamente en la empresa, lo que permitió confirmar que la calidad de producción en el actual proceso de envases plásticos no era suficiente para la exigencia de la demanda actual, además permitió ahondar en las causas de esta insatisfacción, puesto que se investigó sobre la oportunidad de implementar nuevos sistemas de trabajo a través de la comparativa con modelos que demuestran mejoras notables, por último, se verificó sobre los esfuerzos del personal técnico por solucionar la problemática.

Investigación documental. Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico que se desarrolló; así como, para obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre la temática citada. Los documentos consultados se especifican en el acápite de bibliografía, que fueron obtenidos a través de las fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental.

Entrevista. Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar a colaboradores, supervisores y gerentes de los siguientes departamentos: jefes de turno, Producción, Gerencia General y Gerencia de producción, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática identificada.

Con la situación más clara sobre la problemática Incremento de materia prima no reutilizada en el proceso de producción de envases plásticos y con la utilización del método deductivo, a través de las técnicas anteriormente descritas, se procedió a la formulación de la hipótesis, se utilizó el método del marco lógico, que permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación.

La hipótesis formulada de la forma indicada, dice: “Incremento de materia prima no reutilizada en el proceso de producción de envases plásticos, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años, por deficiente proceso de producción de envases plásticos, es debido a la Inexistencia de Sistema de Mejora Continua al proceso”.

El método del marco lógico, permitió también, entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y el específico de la investigación; así mismo facilitó establecer la denominación del trabajo.

I.5.1.2 Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.

Para la comprobación de la hipótesis, el método principal utilizado, fue el método inductivo, con el que se pudo obtener resultados específicos o particulares de la problemática identificada; lo cual sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales, a partir de tales resultados específicos o particulares.

A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

Encuestas. Previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previo a ser aplicadas a población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas proporcionaran la información requerida después de ser aplicada.

Determinación de la población a investigar. En atención a este tema, se decidió efectuar la técnica del censo estadístico para evaluar tanto la población efecto (variable Y), como la población causa (variable X); se efectuó un censo, puesto que las poblaciones identificadas se componían únicamente de treinta y cinco elementos para la (variable Y) y cinco para la (variable X), con lo que se establece que el nivel de confianza para la comprobación de los dos casos será del 100 % y el margen de error de 0 %.

Después de recabar la información contenida en las boletas, se procedió a tabularlas; para cuyo efecto se utilizó el método estadístico y el método de análisis, que consistió en la interpretación de los datos tabulados en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que tuvieron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Una vez interpretada la información, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación, el que sirvió además para hacer congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo.

I.5.2 Técnicas.

Las técnicas empleadas, tanto en la formulación como en la comprobación de la hipótesis, se expusieron anteriormente; pero éstas variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así:

Como se describió en el apartado (1.5.1 Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa, la investigación documental y las fichas bibliográficas; así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática.

Por otro lado, la comprobación de la hipótesis, se utilizó la encuesta y el censo.

Como se puede advertir fácilmente, la encuesta estuvo presente en la etapa de la formulación de la hipótesis y en la etapa de la comprobación de la misma. La investigación documental, estuvo presente además de las dos etapas indicadas, en toda la investigación documental y especialmente, para conformar el marco teórico.

II. MARCO TEÓRICO.

La siguiente recopilación investigativa concierne al segmento teórico y documental de autores que han explicado y generado una base científica que ayuda a entender mejor el tema y generar la propuesta de solución. Con la finalidad de desarrollar el presente capítulo, fueron objeto de consulta autores nacionales y extranjeros, medios de comunicación visual y escrito, para así sustentar las definiciones conceptuales.

II.1 Industria de envases Plásticos

“En la industria manufacturera de envases plásticos las variables de mayor influencia en los costos son los recursos energéticos y la materia prima. Ambas influyen directamente los precios de venta de los productos”. (Gonzalez, 2011).

Según González (2011), “La materia prima básica en la industria del plástico es un derivado del petróleo, en consecuencia, nuestro país resulta un importador neto tanto de materia prima para la industria plástica, de insumos plásticos para otras industrias, así como de un gran número de bienes finales producidos con este material. Los bienes que se importan destinados a la industria son diversos: polímeros para la industria plástica de transformación; insumos para la producción de envases (preformas, films plásticos y de materiales compuestos)”.

“Por su parte, aquellos destinados al consumo final incluyen tanto productos cuyo envase es de plásticos, como una enorme gama de productos de plásticos o que parte de ellos contienen plástico”. (Gonzalez, 2011)

II.1.1 Clasificación de plásticos: “El medio ambiente es sensible a determinados envases y envolturas de plástico. Por eso es fundamental tenerlos identificados para poder aprovechar los que no tengan un impacto nocivo y saber cómo diferenciar el reciclaje de plásticos”.

“Los diferentes tipos de plástico se identifican con un número que va del 1 al 7 y que está situado en el propio envase, en el interior del signo de reciclado, formado por un triángulo formado por flechas”. (Crawford, 1989)

Aquí te mostramos los diferentes tipos de plástico, las características, aplicaciones y ventajas de cada uno de ellos: (Crawford, 1989)

II.1.1.1 PET (Tereftalato de Polietileno)

Según Crawford (1989), “Se trata del plástico más común empleado en la producción de envases como botellas de refrescos, agua, aceite... Este material tiene la ventaja de ser reciclable para obtener fibras con las que rellenar almohadas o confeccionar alfombras; por tanto, se recomienda introducirlo en el contenedor correspondiente. Asimismo, es reutilizable si está profundamente limpio”.

II.1.1.2 HDPE (Polietileno de alta densidad)

Según Crawford (1989) “Se distingue por su mayor grosor y rigidez, lo que le confiere más resistencia tanto al calor como al frío. Se emplea para fabricar botellas de lácteos, garrafas, detergentes, bolsas de plástico... Es reciclable y se puede emplear para hacer macetas o contenedores de basura. También es reutilizable si está en óptimas condiciones higiénicas”.

II.1.1.3 PVC (Polivinilo)

“Este material, por sus características, es perfecto para la fabricación de botellas de champú y detergentes, juguetes, tuberías, mangueras e incluso envoltorios de alimentos. A diferencia de los materiales anteriores, no es reciclable y no conviene reutilizarlo”. (Crawford, 1989)

II.1.1.4 LDPE (Polietileno de baja densidad)

“Destaca por ser un material muy seguro. De ahí que esté presente en envases como botellas de agua, bolsas de supermercado, plásticos para envolver y guantes. Puede ser reciclado, especialmente como bolsa”. (Crawford, 1989)

II.1.1.5 PP (Polipropileno)

Según Crawford (1989) “Es un material resistente al calor y no deja pasar la humedad, grasa o productos químicos. Esta propiedad lo hace idóneo para la fabricación de envases de mantequilla y yogures, así como para pajitas y tapas de botellas. Se puede reutilizar con toda seguridad y, además, permite ser reciclado (peldaños para registros de drenaje, cajas de baterías para automóvil, etc.)”.

II.1.1.6 PS (Poliestireno)

Según Crawford (1989) “Su uso está muy extendido entre las cafeterías y restaurantes de comida rápida porque, concretamente, se encuentra en los envases de las hamburguesas, vasos desechables para bebidas calientes, cubiertos y tarrinas de helado. Hay que tener en cuenta su alto grado de contaminación, por lo que no debe reutilizarse para contener otro alimento. Sin embargo, puede reciclarse porque es indicado para hacer viguetas de plástico o macetas”.

“Los productos finales son sólidos, aunque en alguna etapa de su procesamiento son fluidos bastante fáciles de formar por aplicación de calor y presión. En forma final, los plásticos consisten de largas cadenas de moléculas o polímeros, que se obtienen a partir de bloques de moléculas o monómeros; por medio de catalizadores, calor y presión”. (Crawford, 1989)

Desde el punto de vista de Crawford (1989), “El cruce de eslabones de dos o más polímeros, proceso análogo a la aleación de los metales, es conocido como

copolimerización, aunque no todos los polímeros son plásticos. Los tres tipos básicos de plásticos son:”

“Resinas termoplásticas que pueden reprocesarse algunas veces sin ocasionar un cambio en su composición química”. (Crawford, 1989)

“Resinas termofijas las que no se pueden reprocesar debido a que se ocasionaría un cambio en su composición química”. (Crawford, 1989)

“Elastómeros, pueden ser termoplásticos o termofijos, y tienen la capacidad de experimentar una gran cantidad de deformación elástica a temperatura ambiente”. (Crawford, 1989)

Cuadro 1: Plásticos más utilizados

Nombre	Uso principal	Abreviatura (opcional)	No. de identificación
Tereftalato de Polietileno	Producción de botellas para bebidas. A través de su reciclado se obtiene principalmente fibras para relleno de bolsas de dormir, alfombras, cuerdas y almohadas.	PET o PETE	1
Polietileno de alta densidad	Se utiliza en envases de leche, detergente, aceite para motor, etc. El HDPE tras reciclarse se utiliza para macetas, contenedores de basura y botellas de detergente.	PEAD o HDPE	2
Policloruro de vinilo o Vinilo	Botellas de champú, envases de aceite de cocina, artículos de servicio para casas de comida rápida, etc. El PVC puede ser reciclado como tubos de drenaje e irrigación.	PVC o V	3
Polietileno de baja densidad	Bolsas de supermercado, de pan, plástico para envolver. El LDPE puede ser reciclado como bolsas de supermercado nuevamente.	PEBD o LDPE	4
Polipropileno	Se utiliza en la mayoría de recipientes para yogurt, sorbetes, tapas de botella, etc. El PP tras el reciclado se utiliza como viguetas de plástico , peldaños para registros de drenaje, cajas de baterías para autos .	PP	5
Poliestireno	Tazas desechables de bebidas calientes y bandejas de carne. El PS puede reciclarse en viguetas de plástico , cajas de cintas para casetes y macetas.	PS	6
Otros	Botellas de catsup para exprimir, platos para hornos de microondas, etc. Estos plásticos no se reciclan porque no se sabe con certeza qué tipo de resinas contienen.	Otros	7

(Crawford, 1989)

II.1.2 Propiedades de los plásticos

Según Morton D.H y Lancaster (1993) “Los plásticos son conjuntos de macromoléculas orgánicas, generalmente de origen sintético, en su mayoría impermeables, resistentes, diamagnéticos y buenos **aislantes acústicos, eléctricos y térmicos**, aunque no son muy resistentes a temperaturas muy elevadas en su totalidad”.

“Además, son poco densos, económicos en su fabricación, **fáciles de trabajar y moldear**. Una vez que se han enfriado y adquirido cierta forma, son resistentes a la corrosión y a muchos elementos químicos, excepto los solventes orgánicos (como el *thinner*, diluyente cuyo nombre deviene del inglés)”. (Morton D.H. y Lancaster, Procesamiento de plásticos, 1993)

“Por demás, la mayoría de los plásticos **no son biodegradables**, aunque actualmente se experimente en esa dirección, ni son fáciles de reciclar, lo cual hace de ellos una fuente de contaminación importante que perdura en el tiempo”. (Morton D.H. y Lancaster, Procesamiento de plásticos, 1993)

II.1.2.1 Propiedades generales de los plásticos

Según Morton D.H. y Lancaster (1993) “Propiedades de los plásticos que pueden ser favorables”.

1. Peso ligero. Morton D.H. y Lancaster (1993)
2. Alta resistencia química y a la humedad. Morton D.H. y Lancaster (1993)
3. Lata resistencia al choque y a la vibración. Morton D.H. y Lancaster (1993)
4. Transparentes o traslúcido. Morton D.H. y Lancaster (1993)
5. Tienden a absorber la vibración y el sonido. Morton D.H. y Lancaster (1993)
6. Alta resistencia a la abrasión y al uso. Morton D.H. y Lancaster (1993)
7. Prelubricados. Morton D.H. y Lancaster (1993)
8. Con frecuencia, fáciles de fabricar. Morton D.H. y Lancaster (1993)

9. Pueden tener color uniforme. Morton D.H. y Lancaster (1993)
10. Con frecuencia el costo es menor por parte terminada. Morton D.H. y Lancaster (1993)

Según Morton D.H. y Lancaster (1993) “Propiedades de los plásticos que pueden ser desfavorables”.

1. Baja resistencia. Morton D.H. y Lancaster (1993)
2. Alta expansión térmica. Morton D.H. y Lancaster (1993)
3. Más susceptibles a la rotura por fatiga, flujo a temperaturas bajas y deformación bajo carga. Morton D.H. y Lancaster (1993)
4. Baja resistencia al calor, tanto a la degradación térmica como a la distorsión por calor. Morton D.H. y Lancaster (1993)
5. Más propensos a volverse quebradizos a bajas temperaturas. Morton D.H. y Lancaster (1993)
6. Suaves. Morton D.H. y Lancaster (1993)
7. Menos dúctiles. Morton D.H. y Lancaster (1993)
8. Cambios dimensionales debido a la absorción de humedad y solventes. Morton D.H. y Lancaster (1993)
9. Flamables. Morton D.H. y Lancaster (1993)
10. Algunas variedades son degradadas por la radiación ultravioleta. Morton D.H. y Lancaster (1993)

Según Morton D.H. y Lancaster (1993) “Propiedades que pueden ser favorables o desfavorables”.

1. Son flexibles. Aun las variedades rígidas, tienen mayor resiliencia (capacidad de sufrir una deformación y regresar a su forma original) que los metales. Morton D.H. y Lancaster (1993)
2. No conducen la electricidad. Morton D.H. y Lancaster (1993)
3. Son aislantes térmicos. Morton D.H. y Lancaster (1993)

4.Son formados a través de la aplicación de calor y presión. Morton D.H. y Lancaster (1993)

II.1.3 Simbología empleada en los plásticos

Describe Espinosa (2014) “Un gran porcentaje de la basura de nuestros hogares son materiales plásticos. Para que el reciclaje sea efectivo es necesario realizar una selección y separación previa de estos materiales”.

Según Espinosa (2014) “Saber reconocer cuál es el tipo exacto de plástico con el que está hecho un objeto no es sencillo. Por este motivo, para facilitar su identificación existe un código de símbolos destinado a simplificar la recogida selectiva de los plásticos”.

“Aunque la cantidad de residuos plásticos generados es enorme, únicamente seis plásticos constituyen el 90% de los desechos. Por tanto, la industria del reciclado se centra en la recuperación de estos seis tipos. El sistema de identificación está compuesto por siete grupos, numerados del 1 al 7, en el interior de un símbolo en forma de triángulo, cuyos lados tienen forma de flecha. Bajo la base figuran las letras que designan el tipo de plástico”. (Espinosa, 2014)

Según Espinosa (2014) “La siguiente tabla recoge los símbolos que corresponden a diferentes tipos de plásticos”:

Cuadro 2: Simbología empleada en los plásticos

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	APLICACIONES
 PET	Para identificar plásticos de polietileno tereftalato	Envases de refrescos, Fibras textiles.
 PEAD	Para identificar plásticos de polietileno de alta densidad	Bolsas de basura y de supermercado, Botes de detergente y champús, Envases de zumo, leche y yogur.
 PVC	Para identificar plásticos de cloruro de polivinilo	Suela de zapatos, Conducciones eléctricas y tubos.
 PEBD	Para identificar plásticos de polietileno de baja densidad	Agitadores y pajitas de refrescos, Bolsas de plástico.
 PP	Para identificar plásticos de polipropileno	Bolsas de microondas, Botes de yogur, Pañales desechables.
 PS	Para identificar plásticos de poliestireno	Vasos, platos y cubiertos, Envases y tapas, Envases de foam, colchonetas, Paneles aislantes.
 OTROS	Para identificar todos los plásticos diferentes a los anteriores	Diversos.

Fuente: (Espinosa, 2014)

II.2 Importancia económica de la industria

Según Javin, (1975) “En el proceso de crecimiento económico, el sector industrial es piedra angular para la transformación productiva, al desatar las fuerzas propulsoras

del desarrollo que permiten dejar atrás actividades rudimentarias para desarrollar actividades complejas”.

□□ En segundo lugar, el Estado, a través de políticas comerciales y políticas públicas, específicamente política industrial, ha sido necesario a lo largo de la historia para brindar las condiciones que exige el desarrollo económico, lo cual es contrario a la teoría neoclásica que propone reducir al Estado y dejar actuar las fuerzas del mercado dentro de un marco de libre comercio para alcanzar altas tasas de crecimiento y lograr alcanzar el estadio del desarrollo”. (Javin, 1975)

“Es importante señalar que tradicionalmente en la literatura de la economía del desarrollo se han empleado dos categorías: países subdesarrollados y países desarrollados, o de otra forma análoga, países pobres y países ricos”. (Sarmiento, 2014)

Según Sarmiento (2014) “El concepto de subdesarrollado puede dar la apariencia de que el organismo económico ha quedado atrofiado sin posibilidad de progreso, contrario a esto, Sarmiento (2014) señala: “todos los países están en capacidad de producir los mismos bienes en condiciones similares, siempre que dispongan de la mano de obra preparada, los ingenieros y la organización administrativa”.

“Por lo tanto, se considera en este artículo que las categorías más adecuadas serían las expuestas por Prebisch y Cabañas (1949) y el estructuralismo, a de que los países se benefician de la productividad y el aumento de ella es una característica de la industria, ésta es importante porque permite aumentar la riqueza del país dados sus recursos, y se refleja, en parte, por la caída de los precios de los bienes y en consecuencia la oportunidad de los hogares a un mayor acceso a ellos, por lo tanto, el aumento en el índice de productividad global implica tanto el aumento en el crecimiento económico como el aumento de los salarios reales”. (Prebisch, 1949)

Según Prebisch y Cabañas (1949) “afirma que las empresas manufactureras son la fuente más importante de demanda de los servicios de alta productividad y en tal virtud, estos últimos no se desarrollarían a falta de un fuerte sector manufacturero. En el mismo sentido, Sarmiento (2014) expresa que “no hay sector de la economía que no le suministre insumos a la industria. De allí la estrecha relación entre el conjunto del sector y sus componentes, o si se quiere, la reducida dispersión entre los sectores industriales”.

II.2.1 Importancia del crecimiento industrial

Según Sarmiento (2014) “Se puede definir el desarrollo económico como “un proceso mediante el cual la renta nacional real de una economía aumenta durante un largo periodo de tiempo. Y si el ritmo de desarrollo es superior al ritmo de crecimiento de la población, la renta real per cápita aumentará”

“En esta definición encontramos que tanto desarrollo como crecimiento económico van de la mano, toda vez que para incrementar la riqueza per cápita de la sociedad se debe tener crecimiento económico. En este sentido, desde el enfoque estructuralista del desarrollo económico se encuentran diferencias de productividad entre sectores y existe fuerte relación entre el sector industrial y el desarrollo económico”. (Ortiz, 2012)

Según Naudé, W. y Szirmai A. (2012) “La industrialización es sinónimo de riqueza, desarrollo económico, liderazgo tecnológico, poder político y dominación internacional, de tal modo que tradicionalmente “la industrialización fue correctamente vista como el motor principal del crecimiento y el desarrollo”.

“En este orden de ideas, la historia evidencia que, a partir de la primera revolución industrial, ocurrida en el siglo XVIII, la brecha entre países ricos y países pobres se

ha hecho más grande, fue así dentro de Europa y aquellos países que fueron llamados del Tercer Mundo”. (Landes, 2015)

II.2.2 Desarrollo de la Industria en Guatemala

“La industrialización se inició tardíamente en América Latina y ha sido lenta la difusión de la tecnología específica, tanto en las áreas rurales como en las urbanas. Entre los primeros esfuerzos para el desarrollo industrial se pueden mencionar la construcción de vías férreas y, un tiempo después, el establecimiento de compañías productoras de electricidad. No surgió un sector manufacturero local de bienes de consumo debido a las preferencias de las élites y a la mala distribución de la riqueza nacional”. (Creery, 1871-1885)

Según Creery, (1871-1885) “la historia de Guatemala en el Siglo XIX sigue un modelo desafortunadamente común entre los países de la recién independiente América Latina”.

II.3 Proceso de producción de envases plástico.

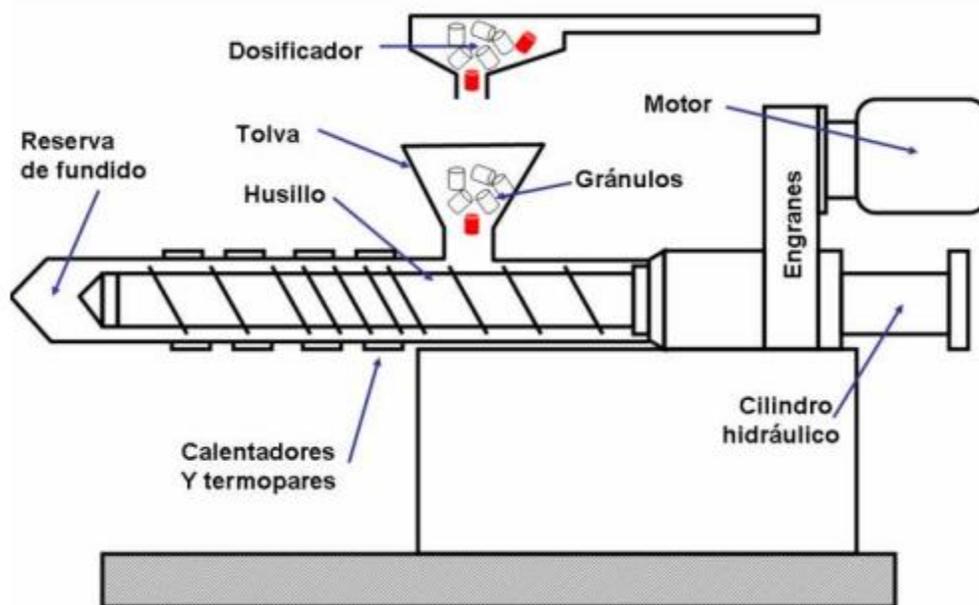
“El moldeo por inyección es una técnica muy popular para la fabricación de artículos muy diferentes”. (Anguita, 1975)

Según Anguita (1975) “La popularidad de este método se explica con la versatilidad de piezas que pueden fabricarse, la rapidez de fabricación, el diseño escalable desde procesos de prototipos rápidos, altos niveles de producción y bajos costos, alta o baja automatización según el costo de la pieza, geometrías muy complicadas que serían imposibles por otras técnicas, las piezas moldeadas requieren muy poco o nulo acabado pues son terminadas con la rugosidad de superficie deseada, color y

transparencia u opacidad, buena tolerancia dimensional de piezas moldeadas con o sin insertos y con diferentes colores”.

Según Anguita (1975) “En el proceso de inyección de plástico el material entra a través de una tolva, después, pasa por un cilindro de calentamiento o plastificación donde es derretido para ser inyectado en la cavidad del molde por medio de un pistón accionado hidráulicamente, o de un tornillo sinfín; la acción del tornillo no sólo es giratoria, sino que también se mueve longitudinalmente como el pistón de inyección, lo que permite incrementar la capacidad de inyección de la máquina”.

Imagen 1: Diseño genérico de la unidad de inyección.



Fuente: (Anguita, 1975)

“Las máquinas de inyección tienen sistemas hidráulicos que controlan el movimiento de los sistemas de inyección y cierre; y sistemas eléctricos, que controlan las temperaturas, flujo de agua, aceite, etc.”. (Anguita, 1975)

II.3.1 Descripción de la máquina

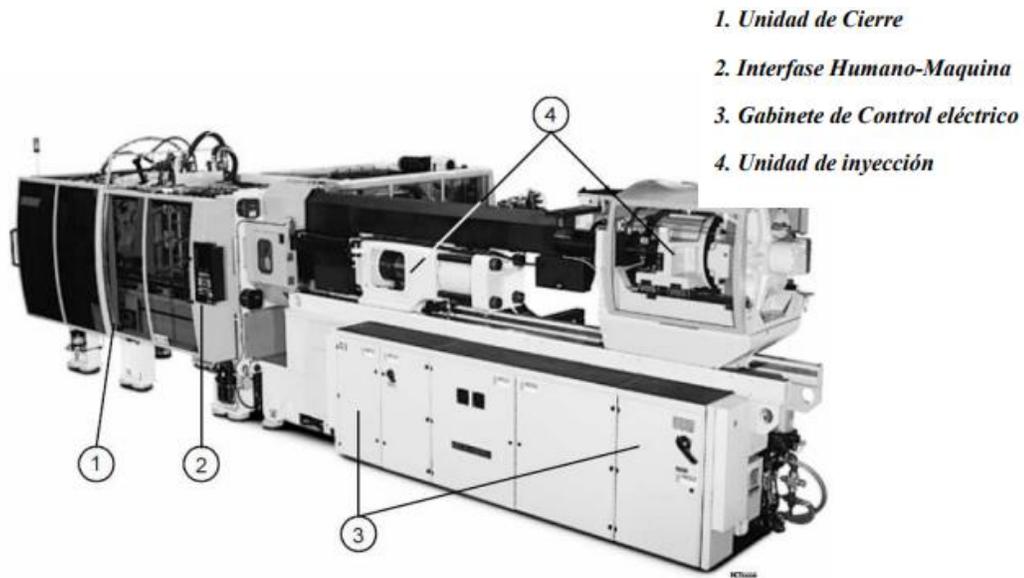
“Una máquina para inyección de plásticos (inyectora) consta de tres partes principales; la unidad de inyección, unidad de cierre, y la unidad de control (Gabinete de control eléctrico y la interfase Humano-Máquina), En muchas ocasiones, para la extracción de la pieza (preforma) se utiliza un robot”. (Anguita, 1975)

“Unidad de inyección:La función principal de la unidad de inyección es la de fundir, mezclar e inyectar el polímero”. (Anguita, 1975)

“Unidad de cierre:Una prensa hidráulica o mecánica, con una fuerza de cierre lo suficientemente grande para contrarrestar la fuerza ejercida por el polímero fundido al ser inyectado en el molde. Si la fuerza de cierre es insuficiente, el material escapará por la unión del molde”. (Anguita, 1975)

Según Anguita (1975) “La Unidad de Control se compone del gabinete eléctrico y de la Interfase Humano Máquina (IHM).El gabinete eléctrico contiene el controlador lógico programable, los interruptores de circuito y la lógica. LaInterfase Humano-Máquina (IHM) regula el funcionamiento de la máquina y las funciones de operación”.

Imagen 2: Máquina de inyección Husky



Fuente: (Anguita, 1975)

II.3.1.1 Características técnicas de las máquinas de inyección de plástico

Según Anguita (1975) “Depende del material que se inyecte, se debe tomar en cuenta ciertas características técnicas de las máquinas en la inyección de plástico, dentro de las que se encuentra las siguientes”:

“Diámetro del husillo (mm): Diámetro externo del husillo que plastifica e inyecta el plástico”. (Anguita, 1975)

“Relación L/D del husillo: Es la relación entre la longitud del husillo (L) y el diámetro del mismo (D)”. (Anguita, 1975)

“Máxima presión de inyección (kg/cm²): Presión que se aplica sobre el material al ser inyectado”. (Anguita, 1975)

“Volumen teórico de inyección (cm³): Volumen generado por el husillo que se inyecta”. (Anguita, 1975)

“Velocidad de inyección (cm³/s): Velocidad con el que se inyecta el material al molde”. (Anguita, 1975)

“Velocidad de rotación del husillo (rpm): Velocidad de rotación que alcanza el husillo en la etapa de plastificación”. (Anguita, 1975)

“Potencia del motor hidráulico (hp): Es la potencia disponible para hacer girar el husillo”. (Anguita, 1975)

Anguita (1975) menciona “Sistema de cierre”

“Fuerza de cierre (Ton.): Fuerza máxima con la que puede cerrarse el molde”. (Anguita, 1975)

“Distancia entre columnas (mm): Máxima distancia entre las columnas de deslizamiento de la platina móvil”. (Anguita, 1975)

“Carrera de la platina móvil (mm): Carrera máxima de la apertura del molde”.

II.3.2 El proceso de inyección

“El proceso de inyección es discontinuo, y es llevado totalmente por una sola máquina llamada inyectora con su correspondiente equipo auxiliar o periférico”. (Mink, 1981)

Según Mink (1981) “El proceso de inyección consiste básicamente en”:

“Plastificar y homogenizar con ayuda de calor el material plástico que ha sido alimentado en la tolva y el cual entrara por la garganta del cilindro”. (Mink, 1981)

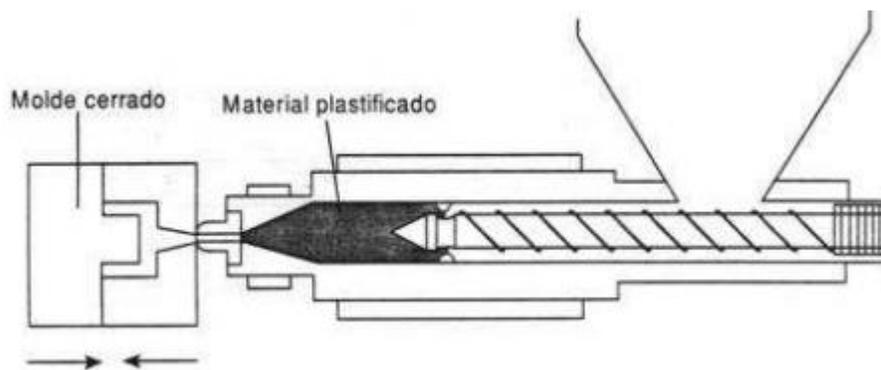
a) “Inyectar el material fundido por medio d presión en las cavidades del molde, del cual tomará la forma o figura que tenga dicho molde”. (Mink, 1981)

b) “En el tiempo en el que el plástico se enfría dentro del molde se lleva a cabo el paso "a", posteriormente se abre el molde y expulsa la pieza moldeada”. (Mink, 1981)

II.3.2.1 “A continuación, se describe en una forma más detallada lo que ocurre en los pasos del proceso de moldeo por inyección”. (Mink, 1981)

“Se cierra el molde vacío, mientras se tiene lista la cantidad de material fundido para inyectar dentro del barril.El molde se cierra en tres pasos: primero con alta velocidad y baja presión, luego se disminuye la velocidad y se mantiene la baja presión hasta que las dos partes del molde hacen contacto, finalmente se aplica la presión necesaria para alcanzar la fuerza de cierre requerida”. (Mink, 1981)

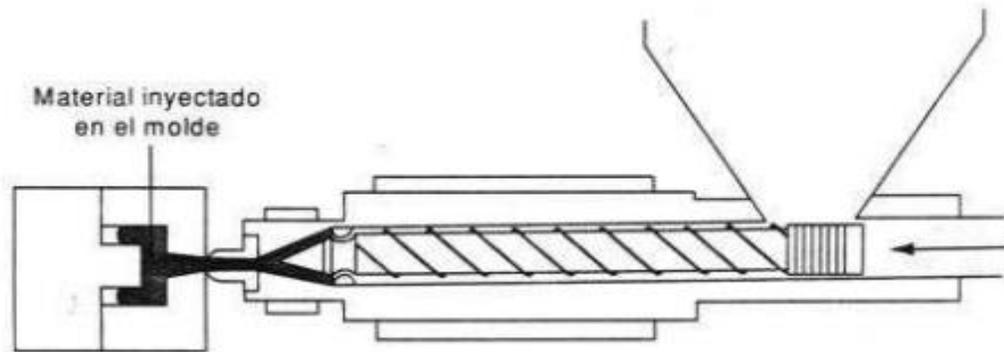
Imagen 3: Cierre del molde e inicio de la inyección



Fuente: (Mink, 1981)

II.3.2.2 “El tornillo inyecta el material, actúa como pistón, sin girar, forzar el material a pasar a través de la boquilla hacia las cavidades del molde con una determinada presión de inyección”. (Mink, 1981)

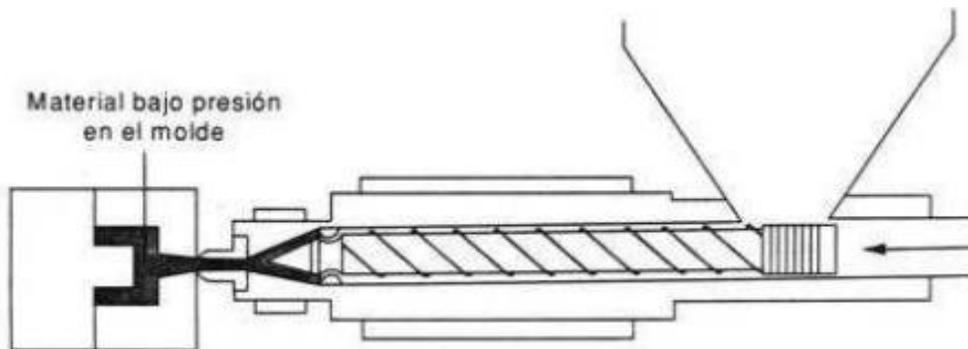
Figura 4: Inyección del material



Fuente: (Mink, 1981)

II.3.2.3 “Al terminar de inyectar el material, se mantiene el tornillo adelante aplica una presión de sostenimiento antes de que se solidifique, con el fin de contrarrestar la contracción de la pieza durante el enfriamiento. La presión de sostenimiento, usualmente, es menor que la de inyección y se mantiene hasta que la pieza comienza a solidificarse”. (Mink, 1981)

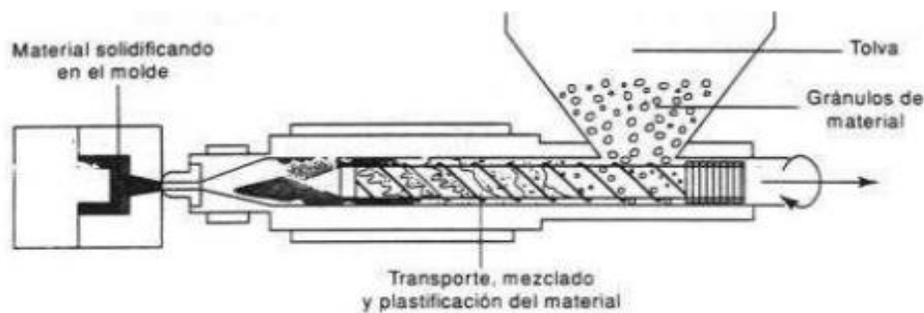
Figura 5: Aplicación de la presión de sostenimiento



Fuente: (Mink, 1981)

II.3.2.4 “El tornillo gira para hacer circular los gránulos de plástico desde la tolva y plastificándolos. El material fundido es suministrado hacia la parte delantera del tornillo, donde se desarrolla una presión contra la boquilla cerrada, obligando al tornillo a retroceder hasta que se acumula el material requerido para la inyección”. (Mink, 1981)

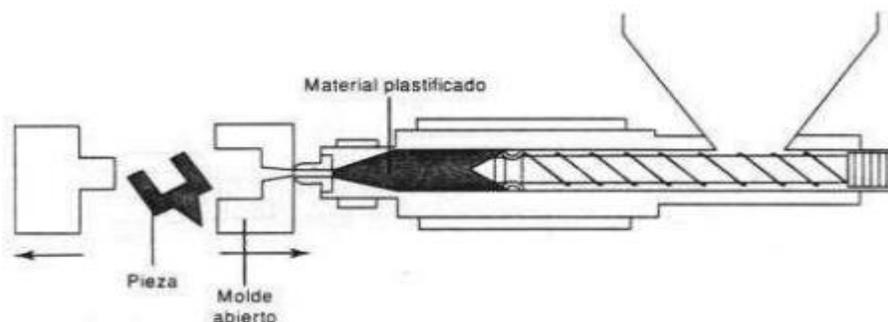
Figura 6: Plastificación del material



Fuente: (Mink, 1981)

II.3.2.5 Según Mink (1981) “El material dentro del molde se continúa y enfría en donde el calor es disipado por el fluido refrigerante. Una vez terminado el tiempo de enfriamiento, la parte móvil del molde se abre y la pieza es extraída”.

Figura 7: Enfriamiento y extracción de la pieza



Fuente: (Mink, 1981)

II.3.2.6 El molde cierra y se reinicia el ciclo. (Mink, 1981)

II 3.4 Moldeo por inyección-soplado

“El moldeo por inyección-soplado consiste en la obtención de una preforma del polímero a procesar, similar a un tubo de ensayo, la cual posteriormente se calienta y se introduce en el molde que alberga la geometría deseada, en ocasiones se hace un estiramiento de la preforma inyectada, después se inyecta aire, con lo que se consigue la expansión del material y la forma final de la pieza y por último se procede a su extracción”. (Anguita, 1975)

Según Anguita (1975) “En muchas ocasiones es necesario modificar el espesor de la preforma, ya sea para conseguir una pieza con diferentes espesores o para lograr un espesor uniforme en toda la pieza, pues en la fase de soplado no se deforman por igual todas las zonas de los materiales”.

“extrusión soplado es un proceso de soplado en el que la preforma es una manga tubular, conformada por extrusión, llamada párison, el cual se cierra por la parte inferior de forma hermética debido al pinzamiento que ejercen las partes del molde al cerrarse, posteriormente se sopla, se deja enfriar y se expulsa la pieza se procede con termoplásticos”. (Anguita, 1975)

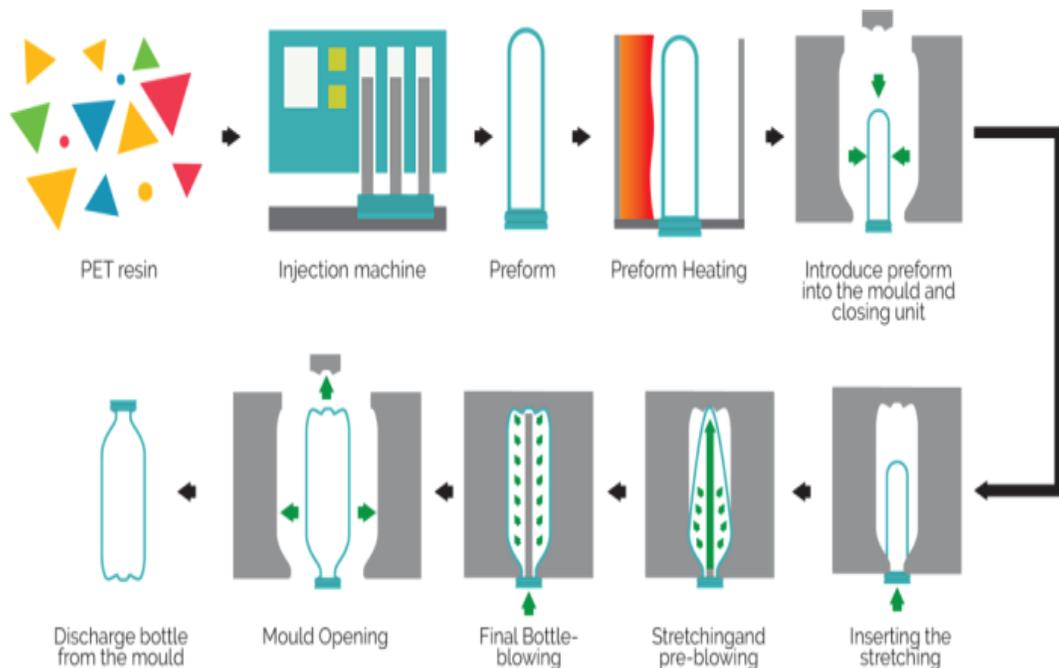
II.3.5 Moldeo por coextrusión-soplado

“Mediante esta técnica de soplado se consiguen productos multicapa. Esto puede interesar por diversas cuestiones como son; incluir diferentes características de permeabilidad, disminuir el costo de los materiales, al poder utilizarse materiales reciclados o de menor calidad, combinar características ópticas de los polímeros o crear efectos de colores iridiscentes”. (Anguita, 1975)

Según Anguita (1975) “El párison extruido incluye todas las capas necesarias que en forma de tubo ingresan al molde, en la misma forma que el párison de monocapa. Además el control de espesor del párison se puede llevar a cabo al igual que en el proceso de extrusión-soplado”.

II.3.6 Proceso de fabricación de botellas PET

Imagen 8: procesamiento de plástico



Fuente: (Morton D.H. y Lancaster, Procesamiento de plásticos, 1993)

Según Morton D. (1993) “Para realizar el proceso de fabricación de las botellas contenedoras de líquido hechas a base de PET, existen muchos métodos. A continuación vamos a describir uno de los más utilizados que se basa en el soplado e inyección de preformas. Tomaremos en cuenta el reciclaje, describe un proceso en donde se mezcla materia prima reciclada y materia prima virgen para fabricar botellas de PET”

“Así, un porcentaje de la materia prima serán botellas de PET recicladas (entre un 25% y 30%), mientras que el resto será materia prima virgen, es decir, resina PET granulada, la cual es presentada comercialmente en forma de pequeños pellets almacenados dentro de sacos o bidones”. (Crawford, 1989)

“Según el planteamiento anterior, se procede a adquirir la resina PET granulada a un proveedor de confianza y a recolectar botellas de centros de reciclaje. Una vez llegada la materia prima a la planta, se almacena la resina PET, mientras que las botellas recolectadas pasan por un proceso detallado de revisión y selección, separándolas por color y retirar etiquetas y tapas, deja solamente las botellas (las tapas y las etiquetas son aprovechadas en otros procesos de reciclaje, son almacenadas o vendidas a otras plantas recicladoras)”. (Crawford, 1989)

“Una vez que se tienen las botellas libres de etiquetas y tapas, pasan por un proceso de lavado para retirar las impurezas que puedan tener, y estar listas para ser enviadas mediante bandas transportadoras a máquinas trituradoras con la finalidad de convertirlas en hojuelas de PET. Estas hojuelas son transportadas a una zona de secado o estufas donde se les retira la humedad, se limpian con aire en contra corriente, y una vez secas, se almacenan”. (Crawford, 1989)

Según Crawford (1989) “Las hojuelas almacenadas son enviadas a un proceso de extrusión para convertirlas en pellets (partículas pequeñas) de PET. Estos pellets son sometidos a un proceso de polimerización con la finalidad de obtener una resina plástica reciclada, que se conoce como PET PCR, la cual se utilizará como materia prima para la fabricación de las botellas. Esta materia prima debe pasar exigentes controles de calidad para poder cumplir con estándares ISO 9001 y otros estándares en consideración, como FSSC 22000”.

“A continuación, el **PET PCR** se somete a fundición junto a la resina virgen de PET (en relación: 30% de PET PCR), para seguidamente, mediante inyección y moldeado crear preformas de botellas (recipientes similares a un tubo de ensayo). Estos pequeños tubos son diseñados con la capacidad de tomar cualquier forma o grosor mediante procesos como el soplado”. (Crawford, 1989)

Según Crawford (1989) “Para ello, se colocan los tubos en unas máquinas sopladoras donde se calientan las preformas a unos 100 grados Celsius, se toman por el cuello y se les coloca el molde de la botella. El calor hace al PET más elástico, lo que permite estirarlo y soplarlo, hasta que toma la forma del molde”.

“Una vez que salen de la máquina de soplado, las botellas deben ser sometidas a un intercambio térmico para enfriarlas y asegurar de esta manera que mantengan su forma. Las botellas fabricadas pasan por un nuevo control de calidad e inspección, con la finalidad de que el producto cumpla con las normas sanitarias vigentes. Finalmente, las botellas de PET son empaquetadas y almacenadas para ser distribuidas a plantas de bebidas, donde serán utilizadas como recipientes de jugos, gaseosas y otros líquidos”. (Crawford, 1989).

II.4 Materia prima

“Los Materia prima: Sustancia básica en el proceso de elaboración, imprescindible para obtener el nuevo producto conforme a especificaciones técnicas prefijadas y que se incorpora a la misma conserva o no sus propiedades físicas y/o químicas originales”. (Pino, 2012)

Según aporte de Pino (2012), “Materiales: Sustancias y elementos cuya utilización es necesaria en un determinado proceso de elaboración y que pueden o no incorporarse al artículo terminado”.

“Suministros de fábrica: Materiales de fábrica (elementos de limpieza, materiales de mantenimiento, herramientas, etc.). Generalmente no se incorporan al producto”. (Pino, 2012).

II.4.1 “Materia Prima Plástica: Los plásticos son derivados de materiales orgánicos, naturales, como la celulosa, el carbón, el gas natural, la sal y, por supuesto, el petróleo. El petróleo es una mezcla compleja de miles de compuestos y debe procesarse antes de ser utilizado. La producción del plástico empieza con la destilación en una refinería, donde el petróleo crudo se separa en grupos de componentes más ligeros, denominados fracciones”. (Tex Delta, 2005)

Según Tex Delta (2005), “Cada fracción es una mezcla de cadenas de hidrocarburos (compuestos químicos formados por carbono e hidrógeno) que difieren en términos de tamaño y estructura de sus moléculas. Una de esas fracciones, la nafta, es el compuesto esencial para la producción del plástico”.

“Para fabricar plástico se utilizan dos procesos principales: la polimerización y la policondensación, y ambos requieren unos catalizadores específicos. En un reactor de polimerización, monómeros como el etileno y el propileno se unen para formar cadenas largas de polímeros. Cada polímero tiene sus propias propiedades, su estructura y sus dimensiones en función del tipo de monómero básico que se haya utilizado”. (Tex Delta, 2005).

Según Tex Delta (2005) “Hay muchos tipos diferentes de plástico, y se pueden agrupar en dos familias principales de polímeros”:

“Los termoplásticos (que se ablandan con el calor y se endurecen cuando se enfrían)

Los termoestables (que nunca se ablandan una vez moldeados)”. (Tex Delta, 2005)

Cuadro 3: Tipos de materias primas

Ejemplos de termoplásticos	Ejemplos de termoestables
Acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS)	Epóxido (EP)
Policarbonato (PC)	Fenol-formaldehído (PF)
Polietileno (PE)	Poliuretano (PUR)
Polietileno tereftalato (PET)	Resinas de poliéster insaturado (UP)
Policloruro de vinilo (PVC)	
Polimetilmetacrilato (PMMA)	
Polipropileno (PP)	
Poliestireno (PS)	
Poliestireno expandido (EPS)	
Politetrafluoroetileno (PTFE)	

Fuente: Tex Delta, 2005

II.4.2 “El plástico Pet, o polietileno tereftalato-poliéster, es un polímero plástico que se obtiene a partir del etileno y el paraxileno. Puede ser transformado mediante procesos de extrusión, inyección, inyección-soplado y termoformado”. (Alesmar & Rendon, 2017).

“Es un material lineal, con una gran transparencia y dureza, muy resistente, tanto al desgaste y a los productos químicos, como al impacto, a la rotura y al fuego. Además, hay que sumarle que es totalmente reciclable y respetuoso con el medio ambiente. A la par que genera poco humo no tóxico y no emite sustancias tóxicas que contaminen en los vertederos, actúa como barrera contra los gases”. (Alesmar & Rendon, 2017)

II.4.2.1 Tipos de plástico PET

“Podemos distinguir tres tipos, según su grado, de plástico Pet”: (Alesmar & Rendon, 2017)

“Textil. Comenzó para reemplazar las fibras naturales, como el algodón o el lino, fue el primer uso en el mundo industrial”. (Alesmar & Rendon, 2017)

“Botella. Principalmente envases, al tratarse de un material que puede estar en contacto con bebidas y alimentos, y que ayuda a conservar el aroma y sabor de los mismos”. (Alesmar & Rendon, 2017)

“Film. Alguno de sus usos más integrados en la sociedad son las películas fotográficas y de audio o rayos X”. (Alesmar & Rendon, 2017)

“Los envases hechos con tereftalato de polietileno (PET por sus siglas en inglés) constituyen uno de los elementos reciclables más usados en todo el mundo, cada vez son más los productos envasados en este material gracias a sus cualidades: irrompible, económico, liviano, impermeable y reciclable; además, desde el punto de vista ambiental, el PET es la resina con mejores características para el reciclado”, (Barcaza, 2006-2018).

“Hay una problemática alrededor de este plástico -adicional a los 700 años que tarda en degradarse- y es su acelerada demanda y producción. El interés de las empresas productoras de alimentos, bebidas e incluso cosméticos, en este material hace que se incremente el impacto ambiental del plástico”. (Barcaza, 2006-2018)

“Por otra parte, el porcentaje reciclado de estos recipientes respecto a su producción es muy bajo, y aunque se reciclara la totalidad de estos, no se reduciría significativamente la producción. Esto porque el RPET (PET reciclado) no puede ser

usado en la fabricación de envases para bebidas o alimentos, a menos de que se realice un complejo proceso químico que hasta solo muy pocas empresas de reciclaje han implementado”. (Barcaza, 2006-2018).

Imagen 9: Envases plásticos PET



Fuente: (Barcaza, 2006-2018)

II4.2.1.1 “Polietileno, es un polímero orgánico sencillo con una excelente flexibilidad, facilidad de manipulación y buenas propiedades físicas”. (Repsol, 2008)

II4.2.1.2 “Poliamidas, son termoplásticos procesables fundidos que tienen un grupo amida de manera repetitiva en la cadena. Sus principales características son su alta resistencia a temperaturas elevadas, ductilidad, una buena resistencia a la abrasión y al desgaste, baja permeabilidad a los gases y los hidrocarburos y una buena resistencia química”. (Repsol, 2008)

II4.2.1.3 “Poliésteres, son un grupo de polímeros. Se caracterizan por ser poco deformables, ofrecer gran resistencia a los rayos UV y tener un módulo de elasticidad elevado” (Repsol, 2008)

II4.2.1.4 Desde el punto de vista de Repsol (2008), **“Polietileno de alta densidad:** es un tipo de termoplástico que está muy presente en nuestro día a día. Podemos

encontrarlo en cascos, envases, juguetes, botellas, cosméticos y mucho más. Es el polímero sintético más producido a nivel mundial. Es inodoro, insípido y no tóxico”.

Imagen 10. Usos del polietileno HD



Fuente: (Carballo, 2000)

“Además de ser muy utilizado en el uso de hogar, su uso en tuberías es habitual para la conducción de líquidos en alcantarillados o en la agricultura. Su uso es más frecuente en sectores tales como la química, la pesca, la construcción o la industria. Es un plástico muy conocido al contar con una gran flexibilidad y resistencia, tener una extensa vida útil y ser seguro y eficaz”. (Repsol, 2008)

Desde el punto de vista de Repsol (2008), “Cómo se recicla el HDPE el polietileno de alta densidad sufre oxidación a 50°C, pero incluso puede degradarse a temperaturas ordinarias en presencia de luz. Por esto, habitualmente le incorporan antioxidantes”.

“En primer lugar, el material se clasifica y se procede a su limpieza en aras de eliminar cualquier residuo no deseado. Lo separamos del resto, homogeneizándolo, para aseguramos que sólo se procesará HDPE ya que si hubiese otros polímeros plásticos

en el lote podría arruinarse completamente el producto final reciclado”. (Repsol, 2008)

Desde el punto de vista de Repsol (2008), “En este caso, a menos que el plástico sea demasiado oscuro como para absorber ondas infrarrojas, se le aplican técnicas de radiación infrarroja cercana y posteriormente, se muele y funde para refinar aún más el polímero. Así, convertimos el plástico en gránulos, útiles para fabricar otros productos”.

II4.2.1.5 “Polietileno de baja densidad (PEBD): “este producto ofrece propiedades como una buena resistencia al impacto, una muy buena procesabilidad, resistencia térmica y química y es más flexible que el polietileno de alta densidad”. (Fortaps, 2013)

Acorde a Fortaps (2013), “Propiedades: El polietileno es un polímero termoplástico que consiste en largas cadenas de hidrocarburos. Depende de la cristalinidad y el peso molecular, un punto de fusión y de transición vítrea puede o no ser observables. La temperatura a la que esto ocurre varía fuertemente con el tipo de polietileno”.

Acorde a Fortaps (2013), “Para calidades comerciales comunes de polietileno de media y alta densidad, el punto de fusión está típicamente en el rango de 120 a 130°C. El punto de fusión promedio polietileno de baja densidad comercial es típicamente 105 a 115°C. La mayoría de los grados de polietilenos de baja, media y alta densidad tienen una excelente resistencia química, lo que significa que no es atacado por ácidos fuertes o bases fuertes”.

“También es resistente a los oxidantes suaves y agentes reductores. El polietileno se quema lentamente con una llama azul que tiene una punta de color amarillo y desprende un olor a parafina. El material continúa con la eliminación de la fuente de

llama y produce un goteo. El polietileno (aparte del polietileno reticulado) generalmente se puede disolver a temperaturas elevadas en hidrocarburos aromáticos tales como tolueno o xileno, o en disolventes clorados tales como tricloroetano o triclorobenceno”. (Fortaps, 2013)

“Clasificación El polietileno se clasifica en varias categorías basadas sobre todo en su densidad y ramificación. Sus propiedades mecánicas dependen en gran medida de variables tales como la extensión y el tipo de ramificación, la estructura cristalina y el peso molecular. Con respecto a los volúmenes vendidos, los grados de polietileno más importantes son el HDPE, LLDPE y LDPE”. (Fortaps, 2013)

Cuadro 4. Clasificación de distintos tipos de polietileno

Polietileno de ultra alto peso molecular (UHMWPE)	Polietileno de media densidad (MDPE)
Polietileno de ultra bajo peso molecular (ULMWPE)	Polietileno de baja densidad lineal (LLDPE)
Polietileno de alto peso molecular (HMWPE)	Polietileno de baja densidad (LDPE)
Polietileno de alta densidad (HDPE)	Polietileno de muy baja densidad (VLDPE)
Polietileno de alta densidad reticulado (HDXLPE)	Polietileno clorado (CPE)
Polietileno reticulado (PEX o XLPE)	Polietileno de ultra bajo peso molecular (PE-WAX)

Fuente: Fortaps, 2013

II4.2.1.6 “Polipropileno (PP)“Es el polímero termoplástico, parcialmente cristalino, que se obtiene de la polimerización del propileno (o propeno).Pertenece al grupo de las poliolefinas y es utilizado en una amplia variedad de aplicaciones que incluyen empaques para alimentos, tejidos, equipo de laboratorio, componentes automotrices y películas transparentes. Tiene gran resistencia contra diversos solventes químicos, así como contra álcalis y ácidos”. (Arlie, 1990).

Según Arlie, (1990), “Cuando el porcentaje de etileno supera un cierto valor, el material pasa a comportarse como un elastómero, con propiedades muy diferentes del PP convencional. A este producto se le llama caucho etileno-propileno (EPR, del inglés Ethylene-Propylene Rubber)”. (Arlie, 1990).

II.4.3 Tipos.

“PP homopolímero: se denomina homopolímero al PP obtenido de la polimerización de propileno puro. Según su tacticidad, se distinguen tres tipos:” (Arlie, 1990).

II.4.3.1 “PP isotáctico. La distribución regular de los grupos metilo le otorga una alta cristalinidad entre 70 y 85%, gran resistencia mecánica y gran tenacidad. Es el tipo más utilizado hoy día en inyección de piezas (tapa-roscas, juguetes, contenedores, etc.) y en extrusión de película plana para fabricar rafia o como papel de envoltura, sustituto del celofán”. (Arlie, 1990)

II.4.3.2 Según Arlie (1990) “PP atáctico. Material de propileno que polimeriza y deja los metilos laterales espacialmente en desorden tal como se muestra en la figura. Este polímero tiene una "pegajosidad" tal que permite adherirse en superficies aún en presencia de polvo, por lo cual se utiliza como una goma en papeles adheribles, o como base para los adhesivos en fundido ("hot melt" o barras de "silicón")”.

II.4.3.3. “PP sindiotáctico. Muy poco cristalino, que tiene los grupos metilos acomodados en forma alterna, lo cual le hace ser más elástico que el PP isotáctico, pero también menos resistente”. (Arlie, 1990)

II.4.4 Propiedades térmicas:

Cuadro 5. Propiedades térmicas del polipropileno.

Propiedades	PP homopolímero	PP copolímero	Comentarios
Temperatura de fusión (°C)	160 a 170	130 a 168	Superior a la del polietileno
Temperatura máxima de uso continuo (°C)	100	100	Superior al poliestireno, al LDPE y al PVC pero inferior al HDPE, al PET y a los "plásticos de ingeniería"
Temperatura de transición vítrea (°C)	-10	-20	

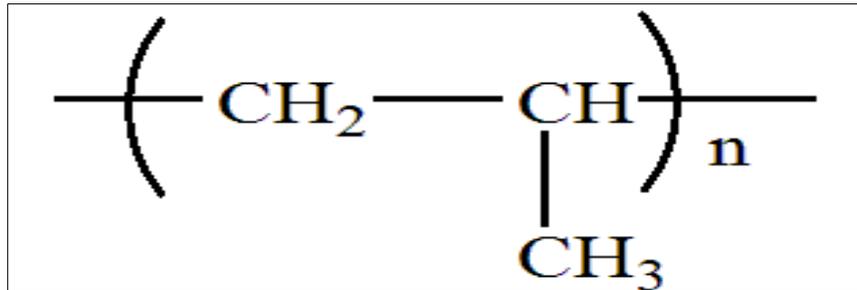
Fuente: (Pasquini, 2005)

Según Pasquini (2005), “A baja temperatura el PP homopolímero se vuelve frágil (típicamente en torno a los 0 °C);no tanto el PP copolímero, que conserva su ductilidad hasta los -40 °C. El PP es una poliolefina termoplástica parcialmente cristalina”.

II.4.5 Estructura del polipropileno.

“Estructuralmente es un polímero vinílico, similar al polietileno, sólo que uno de los carbonos de la unidad monomérica tiene unido un grupo metilo”. (Pasquini, 2005).

Imagen 11. Estructura química del polipropileno.



Fuente: (Pasquini, 2005).

“Por su mecanismo de polimerización, el PP es un polímero de reacción en cadena ("de adición" según la antigua nomenclatura de Carothers). Por su composición química es un polímero vinílico (cadena principal formada exclusivamente por átomos de carbono) y en particular una poliolefina”. (Pasquini, 2005).

Según Pasquini (2005), “El polipropileno fabricado de manera industrial es un polímero lineal, cuya espina dorsal es una cadena de hidrocarburos saturados. Cada dos átomos de carbono de esta cadena principal, se encuentra ramificado un grupo metilo (CH₃). Esto permite distinguir tres formas isómeras del polipropileno”.

II.5. Reutilización de materia prima

“Reciclar es más que disponer los residuos en forma eficiente. Separar lo reciclable de los residuos sólidos es solo un primer paso en el proceso de reciclado. La segunda etapa consiste en el uso de estos productos reciclables para la producción de nuevos bienes, mientras que el tercero consiste en la adquisición por parte de los consumidores de estos materiales reciclados”. (Mvotma, 2009)

De acuerdo a Mvotma (2009), “La compra de productos reciclados tiene diversos beneficios ambientales. Da soporte a los programas locales de reciclado al crear mercado para los materiales acopiados que se procesan y usan en la producción de

nuevos bienes. Crea empleos, ayuda a la mejora de las condiciones socio-económica de los recicladores, crea la posibilidad de una mayor formalización de ese proceso y en general colabora en el crecimiento económico. Aporta a la conservación de los recursos naturales y reduce los residuos sólidos”.

“Qué importancia social y económica tiene la reutilización de residuos? ¿Y qué impacto medioambiental? La importancia de la reutilización abarca diversos aspectos. Por ejemplo, la reutilización de materias primas procesadas como el plástico, el vidrio, el metal, papel, etc. tiene como beneficios muchos apartados”. (Tecnología Industrial, 2016)

“La baja proporción de residuos sólidos de plástico que se recicla en el país, y la preocupación creciente de la sociedad por la presencia masiva de estos residuos que por su no degradabilidad y durabilidad persisten en el ambiente en forma permanente, ha impulsado al Estado a tomar medidas al respecto. En principio, se han impulsado medidas en relación a los envases plásticos y está en proceso el desarrollo de un plan estratégico en relación a la utilización de bolsas plásticas”. (Mvotma, 2009).

II.5.1 “Residuos plásticos: La materia prima básica en la industria del plástico es un derivado del petróleo, en consecuencia, nuestro país resulta un importador neto tanto de materia prima para la industria plástica, de insumos plásticos para otras industrias, así como de un gran número de bienes finales producidos con este material”. (Withington, 2005)

Acorde a Withington (2005), “Los bienes que se importan destinados a la industria son diversos: polímeros para la industria plástica de transformación; insumos para la producción de envases (preformas, films plásticos y de materiales compuestos); envases finales o parte de estos (tapas) para diversas industrias, principalmente la industria de la bebida y alimentos; bolsas plásticas. Por su parte, aquellos destinados al consumo final incluyen tanto productos cuyo envase es de plásticos, como una enorme gama de productos de plásticos o que parte de ellos contienen plástico”.

“La utilización del plástico en diferentes procesos industriales, el uso de diversos envases plásticos en diferentes industrias (principalmente la industria de alimentos y bebidas), así como la presencia de plástico en diferentes bienes finales de uso industrial y domiciliario, presenta el serio problema de la disposición final de los residuos que los mismos generan”. (Withington, 2005).

Acorde a Withington (2005), “En el sector industrial estos residuos pueden resultar del propio proceso de transformación de los poliméricos en productos plásticos, de productos defectuosos, o de envases de productos utilizados en el proceso industrial. En el consumo final, los residuos provienen tanto del sector comercio y servicio como de los hogares y están constituidos en general por envases desechables (bolsas, recipientes, hojas, frascos, botellas etc.). Finalmente, el sector agropecuario también genera un volumen importante de residuos plásticos, tanto de envases que se utilizan en el proceso de recolección y empaque como de aquellos que contienen insumos para el sector”.

“Una característica fundamental de los residuos plásticos es su no degradabilidad, lo que genera serios problemas en su disposición final. Si bien los residuos plásticos representan un porcentaje reducido en el peso total de los residuos sólidos que se generan (alrededor del 11% en 1996 según estudio de OPS/OMS-DINAMA-GTZPNUD), participan en un porcentaje mucho mayor en el volumen de los residuos sólidos generados”. (Cempre, 1998)

Según Cempre (1998), “En consecuencia su recolección, transporte y disposición final genera costos importantes. Por otra parte, la disposición final de los residuos plásticos presenta perjuicios para el ambiente. En el caso en que se depositen en vertederos y se proceda a su quema, puede contaminarse el ambiente dado que ciertos plásticos al quemarse generan gases tóxicos”.

“Por otra parte, si se depositan en rellenos, los plásticos dificultan la compactación de los residuos y perjudican la descomposición de los materiales biológicamente degradables, al formar capas impenetrables que impiden la eliminación de los gases y líquidos generados en el proceso de biodegradación de la materia orgánica” (Cempre, 1998)

“En consecuencia, proceder a separar y reducir los plásticos de los residuos sólidos es, en general, una meta que los diferentes países tratan de procurar para alcanzar un ambiente más sustentable. Los residuos plásticos recolectados de los residuos sólidos urbanos, así como los residuos plásticos generados en el sector industrial (en general, preconsumo) pueden ser útiles una vez reciclados; pueden reutilizarse para recuperar componentes iniciales; o pueden servir como fuente energética”. (Cempre, 1998)

II.5.1.1 “Tipos de reciclado: El reciclado del plástico a través de medios mecánicos puede realizarse sólo en el caso de los materiales termoplásticos, los que pueden ser transformados en nuevas materias primas plásticas, en general sustitutivas del plástico virgen. Los termoplásticos pueden ser de diferente tipo, con diferentes propiedades físicas y mecánicas”. (Environmental Protection Agency (Epa), 2007).

Según Environmental Protection Agency (Epa) (2007), “El mayor desafío en el reciclaje mecánico es que muchas veces diferentes polímeros no son compatibles entre sí y su mezcla puede determinar que, al reciclarse, pierdan algunas propiedades mecánicas. En este caso, el plástico reciclado no puede utilizarse en algunas aplicaciones, como por ejemplo piezas estructurales que requieren resistencia y flexibilidad”.

“Este tipo de reciclaje puede consistir en un reciclaje primario o pre consumo o en un reciclaje secundario o post consumo. El primero de ellos implica la recuperación de los residuos generados por la propia industria o en otras empresas transformadoras y se trata de un reciclado de residuos limpios, no contaminados, y de fácil identificación. En la práctica casi el 100% de estos residuos se recuperan y la calidad de los artículos producidos con esta materia, tiene las mismas propiedades que los fabricados con resinas vírgenes”. (Environmental Protection Agency (Epa), 2007).

“El segundo caso, consiste en la transformación de residuos plásticos de productos descartados en los residuos sólidos urbanos y provienen de clasificadores formales o informales, sistemas de clasificación selectiva y depósitos. La utilización de este material requiere un proceso de selección previa ya que el mismo viene en general mezclado con otros materiales. Esta problemática se reduce cuando la separación de

los diversos tipos de materiales se realiza en los propios hogares o comercios, con lo que se evita la contaminación con otros materiales”. (Environmental Protection Agency (Epa), 2007)

II.5.1.2 “Beneficios del reciclado: El reciclado de residuos plásticos urbanos presenta importantes beneficios relacionados con la reducción del volumen de residuos sólidos que se envían a los rellenos sanitarios lo que favorece además el proceso de descomposición de la materia orgánica en dichos rellenos; reducción en el uso de energía y petróleo ya que los plásticos son derivados de esta industria; menor precio para el consumidor de los artículos elaborados con plástico reciclado; generación de empleo en la industria del reciclado que incluye el proceso de clasificación”. (Comisión of the European, 2008).

Según comisión of the European (2008), “Resultados del reciclado El plástico reciclado puede utilizarse en prácticamente todo tipo de proceso de fabricación de productos finales. Sin embargo, existen algunas restricciones y limitaciones en cuanto a los posibles usos del plástico reciclado. El mismo, en general, no es apto para la producción de ningún recipiente o artículo que vaya a estar en contacto con alimentos, productos farmacéuticos y hospitalarios, así como para fabricar algún tipo de juguetes.

“Sin embargo, la normativa de la Unión Europea permite, bajo ciertas condiciones la utilización de plástico reciclado en contacto con alimentos. Para ello, las empresas recicladoras requieren de autorización y un estricto control del cumplimiento de las normativas técnicas establecidas por este organismo para el reciclado del plástico (Regulación No. 282/2008 de la Comisión de la Unión Europea). (Comisión of the European, 2008)

“En general se exceptúan los plásticos que fueron utilizados detrás de alguna barrera plástica o aquellos que resultan de recortes y scraps del proceso de producción que no han estado en contacto con ningún tipo de alimentos y otros contaminantes”. (Comisión of the European, 2008).

Algunas de los productos que se pueden obtener a partir de este tipo de reciclado son:

Cuadro 6: Materiales Reciclables y sus derivados.

A partir de	Producir
PET	Almohadas, bolsas de dormir, alfombras, láminas para carpetas, hilado para polar, vestimenta, botellas para bebidas
PEAD	Recipientes reciclables, baldes, contenedores de detergentes, botellas, tubos, postes, cercas (madera plástica)
PVC	Tubos para cañerías de desagüe, material para pisos, film y hojas, cables, empaques, tablas, flan y alfombras de automóviles
PEBD	Bolsas para residuos sólidos, revestimientos para tarros de basura, folios, protectores
PP	Cuerdas, cajas o cajones, palillos, tubos, cajas de batería de automóviles, bandejas
PS sin expandir	Perchas, bandejas y accesorios de escritorio
EPS	Partes de automóviles, bandejas, madera plástica
Otros	Partes de automóviles, madera plástica

Fuente: Rosario D, 2011

“Algunos de los productos que pueden fabricarse con plástico reciclado a menor costo son: conductores eléctricos, mangueras, bolsas para residuos, juguetes, utensilios domésticos, baldes, papeleras, ornamento urbano de diferente tipo (bancos, mesas, papeleras), asientos de transporte público, productos para la construcción como tubos de diferente tipo, y también productos para la industria tales como tarimas, marcos,

embalajes, cajas, postes y perfiles de “madera plástica”, entre otros muchos productos”. (Rosario, 2011)

Según Rosario D. (2011) “Asimismo, a partir del reciclado de PET puede generarse hilados para producir tejidos tipo polar. Por su parte a partir de los envases plásticos provenientes de productos agroquímicos, que están compuestos por PEAD, podrían producirse otros envases agroquímicos”.

“Todo tipo de reciclado de plástico sirve para producir madera plástica. En el caso de utilizar plástico reciclado proveniente de residuos de plásticos duros, en el proceso de producción de la madera plástica solo es posible aceptar hasta un 50% de material reciclado proveniente de plásticos duros, debe de completarse la mezcla con residuos provenientes de otros plásticos”. (Balzarini, 1999).

“El producto que se obtiene, es de alta resistencia y durabilidad y puede utilizarse en la producción de bancos, casillas para salvavidas, juegos infantiles y otros mobiliarios del ornato público, así como en postes, tarimas y otros elementos utilizados en depósitos (pallet), como sustituto de madera natural dura. Las actuales normativas de varios países desarrollados que tienden a la protección de los bosques llevan a la sustitución de la madera natural por madera plástica en algunas industrias. (Balzarini, 1999).

Según Tecnología Industrial (2016), “**Económicos:** La reutilización es más barata que volver a extraer la materia prima y procesarla. Además, reutilizar implica un menor coste y tiempo en el proceso de reindustrialización de alguna materia. También implica menor mano de obra en el proceso. Reutilización de materiales Tecnología industrial”.

II.5.1.3 “Disminución de contaminantes:De la misma forma, extraer la materia y procesarla afecta los ecosistemas y el contexto que se encuentra alrededor de las fábricas o entes procesadores”. (Tecnología Industrial, 2016).

II.5.1.4 “Ahorro energético: Algunos procesos industriales requieren de grandes cantidades de energías para poder consolidar la materia en un producto procesado, por tanto, la reutilización disminuye la utilización de luz, agua, petróleo, etc.”. (Tecnología Industrial, 2016).

Según Tecnología Industrial (2016), “**Sociales:** Otro ejemplo de reutilización es la de vivienda o edificios urbanos, esto es la transformación de una edificación que tiene una función en otra distinta para responder a demandas específicas de la población (vivienda, económicas, transporte, salud, etc.), como es el caso del “LOFT”. En fin, la reutilización resuelve los problemas (que cada vez son más graves) que los asentamientos y procesos industriales producen al individuo, sociedad y medio ambiente”.

II.6 Sistema de Mejora Continua.

“La mejora continua es la parte de la gestión encargada de ajustar las actividades que desarrolla la organización para proporcionarles una mayor eficacia y/o una eficiencia. El concepto de mejora continua se refiere al hecho de que nada puede considerarse como algo terminado o mejorado en forma definitiva, la vida no es algo estático, sino más bien un proceso dinámico en constante evolución, como parte de la naturaleza del universo”. (Dr. Aguirre, 2014).

Según Dr. Aguirre (2014), “El esfuerzo de mejora continua, es un ciclo ininterrumpido, a través del cual identificamos un área de mejora, planeamos cómo realizarla, la implementamos, verificamos los resultados y actuamos de acuerdo con ellos, ya sea para corregir desviaciones o para proponer otra meta más retadora, Este ciclo permite la renovación, el desarrollo, el progreso y la posibilidad de responder a las necesidades cambiantes de nuestro entorno, para dar un mejor servicio o producto a nuestros clientes o usuarios”.

Según Dr. Aguirre (2014) “Etapas clave para la programación de la mejora Continua”:

1. “Identificación fuentes de información de la organización”. (Dr. Aguirre, 2014)
2. “Identificación y selección de oportunidades de mejora”. (Dr. Aguirre, 2014)
3. “Selección de equipos de mejora”. (Dr. Aguirre, 2014)
4. “Asignación de misión a los equipos de mejora”. (Dr. Aguirre, 2014)

Según Dr. Aguirre (2014) “Etapasclave para la resolución de problemas de Calidad”:

1. “Definir el problema y poner en marcha acciones contenedoras”. (Dr. Aguirre, 2014)
- 2 “Identificar y priorizar las causas raíz del problema (Dr. Aguirre, 2014)
3. “Definir la solución del problema objetivo”. (Dr. Aguirre, 2014)
4. “Implantar la solución y confirmar resultados”. (Dr. Aguirre, 2014)

II.6.1 “Etapasclaves para la programación demejora continua: para que la empresa pueda tener un adecuado nivel de desarrollo en la mejora continua, requiere inicialmente ser capaz de generar y organizar correctamente sus oportunidades de mejora, para lo cual debe realizar el siguiente proceso”. (Dr. Aguirre, 2014).

1.Según AGUIRRE (2014) “Identificación fuentes de información de la organización”

2. “Identificación y selección de oportunidades de mejora”. (Dr. Aguirre, 2014).
3. “Selección de equipos de mejora”. (Dr. Aguirre, 2014).
4. “Asignación de misión a los equipos de mejora”. (Dr. Aguirre, 2014).

Según Dr. Aguirre (2014), “Mejora continua estas actividades deben ser asumidas por el Comité de Dirección o Comité de Mejora de la Organización para dirigir y supervisar la mejora continua de sus ámbitos de responsabilidad”.

Según Antonuci (2012), “El ciclo de mejora continua (Método Kaizen) es una metodología que tiene como objetivo clave eliminar las actividades que no agregan valor en la cadena productiva. Esta herramienta tiene un potencial enorme para ayudar así a mejorar la productividad de las empresas, estas metodologías son parte de una estrategia de alto nivel. Las mismas buscan ayudar a las empresas a mejorar su competitividad en contextos de crisis”.

II.6.1.1 Las 3 herramientas base del Kaizen

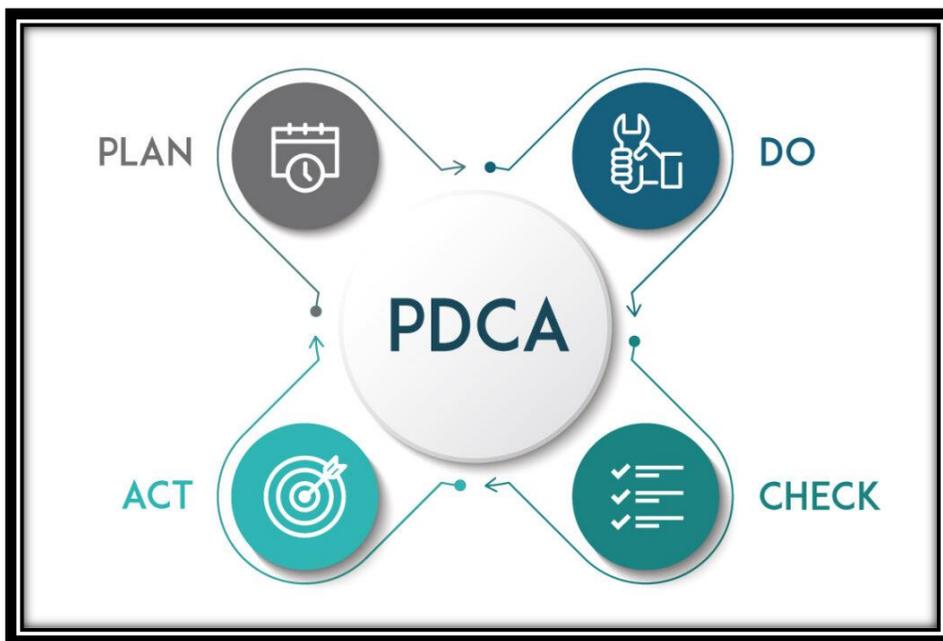
1. “Lograr un enfoque de gestión integral de los procesos para mejorar la calidad” (Antonucci, 2012)
2. “Mejorar la productividad con base en la filosofía just in time”. (Antonucci, 2012)
3. “Desplegar la gestión por objetivos para mantenerse enfocado y motivado”. (Antonucci, 2012)

II.6.1.2 Según Antonuci (2012), “**¿Qué es el Método de mejora continua?** también conocida como Kaizen. Es una antigua filosofía basada en una afirmación muy potente. ¿Y qué significa esto? significa que, si queremos generar cambios sustentables en el tiempo, debemos enfocarnos en lograr cambios radicales en el corto plazo. Mejor aún, pensemos en hacer pequeñas mejoras todos los días, y éstas nos conducirán al gran objetivo que buscamos”.

“El Kaizen se rige en el principio de que una serie de eventos pequeños de mejora continua es mejor y más efectiva que un solo cambio grande. Parece algo simple y obvio, pero esconde una ventaja muy poderosa. Esto nos impulsa a sobrepasar nuestra respuesta natural al miedo y, así, poner fin a nuestros impulsos de procrastinar y como dijo el escritor Eduardo Galeano: la utopía está en el horizonte. Si camino dos pasos, ella se aleja dos pasos y el horizonte se corre diez pasos más allá. Entonces, ¿para qué sirve la utopía? Para eso, sirve para caminar” (Antonucci, 2012).

“Si bien la Mejora Continua es una filosofía, existen herramientas de la ingeniería industrial que nos ayudan a estructurar nuestra forma de trabajo. De esta manera podremos orientar las actividades hacia estas prácticas de gestión. Sobre todo la más poderosa es el PDCA”. (Antonucci, 2012)..

Imagen 12: Ciclo de Deming



Fuente: Deming, 1982

II.6.1.3 Según Deming (1982), “**PDCA**: una forma planificada de mejora continua el ciclo PDCA también se conoce como círculo de Deming y es la herramienta más usada en el lean manufacturing para implementar sistemas de Mejora Continua en las organizaciones. Su potencia radica en la auto-evaluación permanente en el tiempo. De esta manera se logra entender los puntos fuertes que hay que mantener y remarca las áreas en las que es necesario mejorar”.

Según Deming (1982), “Para aclarar, las siglas PDCA refieren a las palabras inglesas “Plan”, “Do”, “Check”, “Act” que en español significan “Planificar”, “Ejecutar”, “Verificar” y “Actuar”. Es decir, El PDCA está compuesto por cuatro etapas cíclicas. El concepto se basa en que, una vez acabada la etapa final, se debe volver a la primera y repetir el ciclo. Por lo tanto, las actividades son revaluadas periódicamente para incorporar nuevas mejoras”.

“Las cuatro etapas del ciclo de mejora continua. Como se mencionó anteriormente, el ciclo está compuesto por cuatro etapas. Así y de forma estructurada, nos guiarán en la aplicación del método más eficiente para implementar la Mejora Continua. Además, se puede aplicar a cualquier tipo de organización. Estas etapas se describen a continuación”. (Deming, 1982).

Según Deming (1982), “Planificar: Consiste en entender el problema/oportunidad, desglosarlo y definir los objetivos. Además, debe definirse su correspondiente método para llevarlos a cabo. También en esta etapa es importante incluir un análisis de causa raíz. En definitiva, de esta manera nos aseguramos que los objetivos estarán bien enfocados. Ciertamente aquí es muy necesario contar con un equipo de trabajo multidisciplinario. Sobre todo, para poder analizarlo de forma integral. Así podremos minimizar el sesgo natural de cuando pensamos de antemano que conocemos la raíz de una problemática”.

Según Deming (1982), “Ejecutar: Implica efectivamente llevar a cabo el plan definido y además es muy importante que la ejecución se lleve a cabo de forma organizada. Lo más importante aquí es seguir la planificación se debe definir responsables y fechas límite”.

“Verificar: Significa revisar si los resultados se condicen con lo esperado según la planificación. Si no se ha conseguido solucionar el problema, se deberá replanificar el proceso. Esta etapa suele dejarse de lado cuando se tiene “la impresión” de que el problema fue resuelto. Sin embargo, es de vital importancia asegurarnos que los resultados se alcanzaron. De lo contrario, podemos darnos cuenta demasiado tarde”. (Deming, 1982).

“Actuar e implicarse en el cambio: Una vez que nos aseguramos que los resultados previstos fueron correctamente alcanzados, debemos dejar formalmente asentada la mejora. En lo posible, multiplicarla de forma transversal a las demás áreas donde puedan ser implementadas. Al igual que la etapa anterior, esta parte del proceso suele olvidarse y es la de mayor importancia. Esto es debido a que será la etapa que nos garantice que la rueda nunca deje de girar. Siempre se puede mejorar y, para asegurarnos el éxito, es imprescindible nunca dejar de hacerlo”. (Deming, 1982).

II.7 Sistema de Mejora Continua en la industria de envases plásticos

De acuerdo a Vértice (2008), “La mejora continua que está relacionada estrechamente al Kaizen, depende de la interiorización de una actitud frente al cambio en el ámbito de la cultura en la empresa, pues esta metodología lleva a plantearse objetivos más elevados y conseguirlos”.

“Una filosofía de gestión que genera cambios o pequeñas mejoras incrementales en el método de trabajo (o procesos de trabajo) que permite reducir despilfarros y por consecuencia mejorar el rendimiento del trabajo, lleva a la organización a una espiral de innovación incremental”

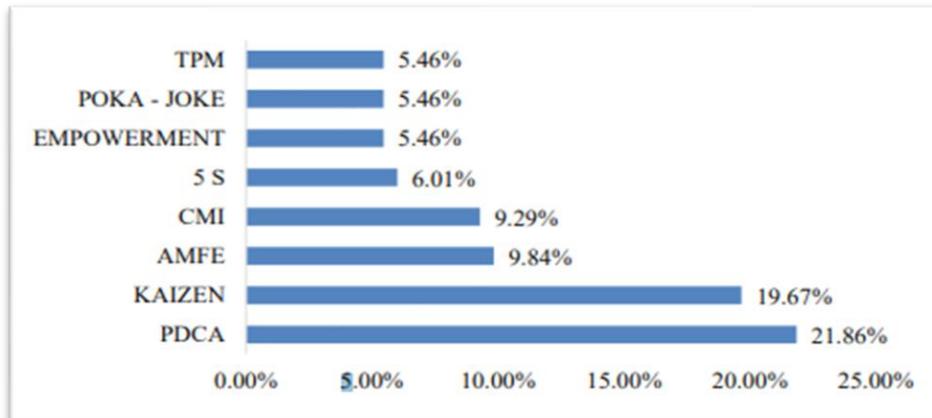
De acuerdo a Vértice (2008), “El Kaizen supone una puerta a la innovación del método de trabajo, que como consecuencia del esfuerzo en conjunto se puede lograr de manera gradual la mejora continua de los procesos de una empresa con el objetivo de mejorar en todo momento el rendimiento de la empresa”.

“Mencionan autores que han encontrado un vínculo entre el Kaizen y la Gestión de la Calidad Total, Lean Thinking y las 5 S toma en cuenta el ejemplo el sistema de producción Toyota o pensamiento esbelto, en el cual la participación de los empleados es constante en temas de mejora continua como la solución de problemas y desperdicios que se dan en el trabajo cotidiano y la forma en que se solucionan estos

problemas es mediante la conformación de equipos de mejora o la aplicación de las 5 S y la estandarización de las tareas”. (Vértice, 2008).

“el círculo de Deming y el Kaizen son las más utilizadas y un aproximado del 20% de las empresas lo utilizan, el AMFE y el Cuadro de Mando Integral se usan cerca de un 10%, y por último en empowerment, el poka Joke y el TPM son usadas cerca de un 5% en las empresas certificadas.” (Salazar, 2004).

Imagen 13: Utilización de la metodología por empresas



Fuente: (Salazar, 2004).

“Industria del plástico a nivel mundial En el ámbito mundial, los principales usuarios de envases plásticos lo constituyen empresas productoras de alimentos y bebidas. Este segmento abarca más de la mitad del mercado y es el que demuestra el crecimiento más rápido. En términos económicos, la industria del plástico tiene crecimiento dinámico en el sector de envases, lo que representa el 1% del PIB en los países desarrollados, este material es segundo más utilizado después del cartón y del papel” (Puig Castro, 2001)

Según Salazar (2004), “la industria del plástico en América Latina es liderada por fábricas manufactureras en cuatro de los grandes países de la región tales como

México, Brasil, Argentina y Colombia. Esta información es confirmada gracias a los organismos estatales, esta información indica que, en términos generales entre el 40% y 50% de los productos transformados se dedican a empaques, envases y embalajes, a través de películas y recipientes rígidos”.

“Industria del Envase La industria del envase está conformada principalmente por industrias del plástico, papel, cartón, metal, aluminio y vidrio. La industria del envase cumple un rol significativo en la economía de los países, pues representa entre el 1% y 2% del PIB mundial; por otro lado, podemos hacer mención de los millones de puestos de trabajo que genera esta industria a nivel mundial, además del valor agregado que brinda a los consumidores finales en la sociedad”. (Salazar, 2004)

De acuerdo a MINCENTUR (2009), “El envase tiene gran participación en las industrias de consumo, especialmente en la de los alimentos, bebidas, cuidado personal, cosméticos y farmacéuticas, entre otros. El diseño adecuado que se busca se basa en el que minimice el impacto económico, social y medioambiente. En cuanto a las principales características de los envases es necesario conocer el rol que cumplen estos, sus funciones, sus propiedades, sus condiciones y por último conocer cuáles son los materiales más usados en la industria”.

Imagen 14: Rol del envase

Función	Características
Protección	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Previene roturas (protección mecánica). ▪ Previene deterioro (barrera contra la humedad, gases, luz, olores, sabores) ▪ Previene la contaminación, manipulación y robo ▪ Aumenta la vida del producto en anaquel
Promoción	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Brinda una descripción del producto ▪ Brinda una lista de ingredientes ▪ Informa acerca de los beneficios y características del producto ▪ Brinda mensajes promocionales y de imagen/posicionamiento
Información	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Permite la identificación del producto ▪ Brinda información acerca de la preparación y uso del producto ▪ Brinda información nutricional y de almacenamiento ▪ Brinda advertencias de seguridad ▪ Brinda información de los contactos ▪ Brinda instrucciones de apertura ▪ Brinda información del vencimiento del producto.
Conveniencia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Brinda información acerca de la preparación y cantidad de producto ▪ Permite almacenar el producto ▪ Permite la división del producto
Unidad	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Permite brindar unidades de productos ▪ Permite unidades de transporte y comercialización
Manipulación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Transporte del productor al comercio ▪ Visibilidad en el punto de venta

Fuente: (MINCETUR, 2009)

Los métodos o sistemas de trabajo que relacionan la mejora continua a una empresa de envases plásticos o a cualquier empresa que se encuentra en la implementación de mejora continua son diversos sin embargo los más usados, control de la calidad, metodología seis sigmas, capacidad de proceso, gestión de talento humano, 5'S, Ciclo de Deming, diagrama de Ishikawa entre otros.

II.7.1 “Control de calidad: El término de control de calidad se refiere a un sistema dentro de una planta de fabricación u organización, por medio el cual se busca que los productos fabricados sean conformes con los parámetros específicos que definen la calidad del producto o servicio” (Lloyd, 1989).

Según Lloyd (1989), El QFD es, ante todo, un principio que sitúa la satisfacción del cliente en primer lugar respecto al resto de las preocupaciones de la empresa. Ello significa que cualquier actividad, y en especial el desarrollo de un nuevo producto, debe necesariamente, partir de las expectativas del cliente por un lado y, por otro, llevarse a cabo con el objetivo de satisfacer al cliente y no de explotar una tecnología disponible, para cumplir los deseos de un director o explotar

la idea “genial” de un ingeniero brillante. Ello implica que la empresa debe, en primer lugar, identificar a sus clientes, escucharlos y comprenderlos, y después decidir que producto poner a su disposición, y no a la inversa como todavía sucede con demasiada frecuencia” (Lloyd, 1989).

II.7.2 “Metodología Seis Sigma Seis Sigma: Es una metodología la cual nos ayuda a enfocar, perfeccionar y poder llegar cerca de la perfección en productos y servicios. La palabra Sigma es un término estadístico que nos permite medir que tanto se desvía nuestro proceso de la perfección. La idea central detrás de seis sigmas es que si se

puede medir cuantos defectos se tiene en el proceso se puede estimar sistemáticamente como eliminarlos y llevarlos lo más cercano posible a los defectos”. (Martin, 2013).

De acuerdo a Martin (2013), “Seis sigmas es un proceso que nos ayuda a tomar decisiones basadas en datos (información) y ofrece una metodología estructurada para alcanzar rápidamente mejoras mediante el uso sistemático de herramientas estadísticas, que identifican causas de raíz y llevan a la reducción de la variabilidad de nuestros productos y procesos”.

De acuerdo a Martin (2013), “La misión del Seis sigma es proporcionar la información adecuada para ayudar a la implementación de la máxima calidad del producto o servicio en cualquier actividad, así como crear la confianza y comunicación entre todos los participantes, debido a que la actividad del negocio parte de la información, las ideas y la experiencia, y esto ayuda a elevar la calidad y el manejo administrativo”.

“El Seis sigma es un programa que se define en dos niveles: operacional y gerencial. En el nivel operacional se utilizan herramientas estadísticas para elaborar la medición de variables de los procesos industriales con el fin de detectar los defectos. El nivel gerencial analiza los procesos utilizados por los empleados para aumentar la calidad de los productos, procesos y servicios”. (Martin, 2013).

Según Hansen L. (2008) “**Capacidad del proceso**, el análisis de la capacidad del proceso “es un paso básico dentro de cualquier programa de control de calidad. Su objetivo es tratar de analizar hasta qué punto pueden resultar conformes al proyecto los artículos producidos mediante un proceso”.

“Este análisis proporciona una estimación de mayor nivel de calidad que puede lograr el proceso tal como se preparó. El análisis de capacidad de calidad se suele denominar

capacidad de procesos o de maquinaria. Esta última es de carácter más restringido, ya que solo se refiere a la capacidad de la maquinaria, mientras que el término proceso debe incluir a las personas. El objetivo del análisis de capacidad es determinar la variación natural de un proceso cuando se han minimizado los efectos de todos los factores ajenos que no contribuyen al mismo”. (Hansen, 2008).

II.7.3 Principios de Seis Sigma

II.7.3.1 “Liderazgo comprometido de arriba hacia abajo. Esta metodología implica un cambio en la forma de realizar las operaciones y de tomar decisiones. La estrategia se apoya y compromete desde los niveles más altos de la dirección y la organización”. (Hansen, 2008)

II.7.3.2 “Estructura directiva que incluye personal a tiempo completo. La forma de manifestar el compromiso por seis sigmas este crea una estructura directiva que integre líderes de negocio, de proyectos, expertos y facilitadores. Cada uno de los líderes tiene roles y responsabilidades específicas para formar proyectos de mejora”. (Hansen, 2008)

II.7.3.3 “Formación/entrenamiento. Cada uno de los actores del programa de seis sigmas requiere de formación y entrenamiento específicos. Varios de ellos deben poseer un entrenamiento amplio, conocido como «currículum de cinturón negro”. (Hansen, 2008)

II.7.3.4 “Acreditación orientada al cliente y enfocada a los procesos. Esta metodología busca que todos los procesos cumplan con los requerimientos del cliente y que los niveles de calidad y desempeño cumplan con los estándares de seis sigma. Al desarrollar esta metodología se requiere profundizar en el entendimiento del cliente y sus necesidades. Con base en ese estudio sobre el cliente se diseñan y mejoran los procesos”. (Hansen, 2008)

II.7.3.5 “Dirigida con datos. Los datos y el pensamiento estadístico orientan los esfuerzos de esta metodología- Los datos son necesarios para identificar las variables de calidad y los procesos y áreas que tienen que ser mejorados”. (Hansen, 2008)

II.7.3.6 “Metodología robusta. Se requiere de una metodología para resolver los problemas del cliente, a través del análisis y tratamiento de los datos obtenidos”. (Hansen, 2008)

II.7.3.7 “Los proyectos generan ahorros o aumento en ventas”. (Hansen, 2008)

II.7.3.8 “El trabajo se reconoce”. (Hansen, 2008)

II.7.3.9 “Proyectos largos. Seis sigmas es una iniciativa con horizonte de varios años, con lo cual integra y refuerza otros tipos de iniciativa”. (Hansen, 2008)

II.7.3.10 “Comunicación. Los programas de seis sigmas se basan en una política intensa de comunicación entre todos los miembros y departamentos de una organización, y fuera de la organización. Con esto se adopta esta filosofía en toda la organización”. (Hansen, 2008)

II.7.3 “Metodología de las 5 S’s japonesa utilizada comúnmente durante la implementación de sistemas de calidad total, con el propósito de ejecutar la cultura de calidad. El principal objetivo de la metodología es desarrollar un ambiente de trabajo agradable y eficiente, el cual permita el correcto desempeño de las operaciones diarias, y lograr así los estándares de calidad, de precio y condiciones de entrega requeridos por el cliente”. (Sig, 2018).

De acuerdo a SIG (2018), “Esta metodología está incluida dentro de lo que se conoce como MEJORA CONTINUA o “KAIZEN” que está orientado como el ciclo de Demming (PDCA / PHVA). Las 5 S’s abarcan desde un puesto ubicado en una línea de producción cualquiera hasta el escritorio en una oficina administrativa”.

“La metodología 5S la herramienta más utilizada principalmente para formar una cultura de combate al desperdicio, a la falta de orden, a la suciedad, a la falta de higiene y a la falta de disciplina para mantenimiento del orden y de la limpieza en los ambientes de trabajo”. (Sig, 2018)

Imagen: Las 5’S sus palabras claves



Fuente: Sig, 2018

Según Sig (2018) “Las “5S” responden a los siguientes vocablos y conceptos”:

II.7.3.1 SEIRI. - ORGANIZACIÓN. Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en desprenderse de estos últimos. (Sig, 2018)

II.7.3.2 SEITON. - ORDEN. Se trata de establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos. (Sig, 2018)

II.7.3.3 SEISO. - LIMPIEZA. Basada en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegura que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado. (Sig, 2018)

II.7.3.4 SEIKETSU. - CONTROL VISUAL. El objetivo es distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos.” (Sig, 2018)

II.7.3.5 SHITSUKE. - DISCIPLINA Y HÁBITO. Consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas. (Sig, 2018)

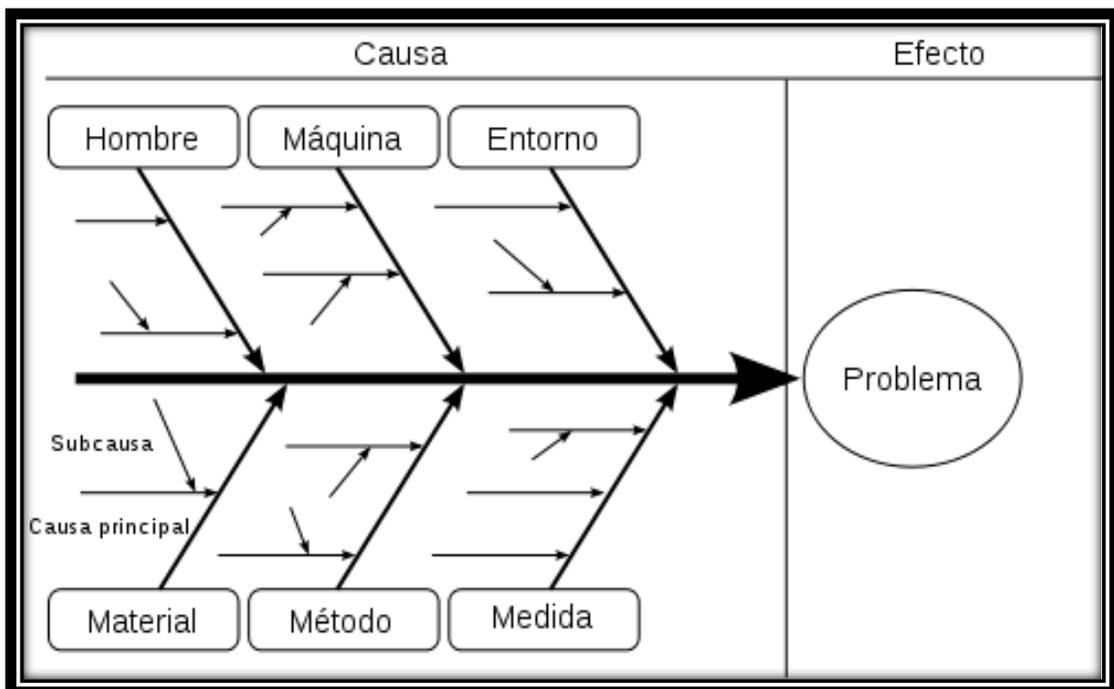
“Un elemento es de calidad cuando tiene la aptitud para satisfacer necesidades, tanto explícitas como implícitas, que pueden ser este elemento un producto, un proceso o un sistema. Por ello, la identificación y especificación de esas necesidades se convierte en un punto crítico de toda actividad que pretenda conseguir la calidad”. (Ishikawa, 1972).

II.7.4 “El Diagrama Causa-Efecto: Es llamado usualmente Diagrama de “Ishikawa” porque fue creado por Kaoru Ishikawa, experto en dirección de empresas, quien a su vez estaba muy interesado en mejorar el control de la calidad (Ishikawa, 1972).

Según aporte de Kaoru Ishikawa (1972), “Se trata de una herramienta para el análisis de los problemas que básicamente representa la relación entre un efecto (problema) y todas las posibles causas que lo ocasionan. También es denominado **diagrama de Espina de Pescado** por su parecido con el esqueleto de un pescado”.

“Estructura del diagrama Causa-Efecto: El diagrama causa-efecto está compuesto por un recuadro que constituye la cabeza del pescado, una línea principal, que constituye su columna, y de 4 a más líneas apunta a la línea principal y forma un ángulo de unos 70°, que constituyen sus espinas principales. Cada espina principal tiene a su vez varias espinas y cada una de ellas puede tener a su vez de dos a tres espinas menores más. Esquemáticamente el diagrama causa-efecto tiene la siguiente forma”. (Ishikawa, 1972).

Imagen 16: Diagrama de Causa - Efecto



Fuente: Kaoru Ishikawa, 1972.

Según Ishikawa (1972) “Es con diferencia una de las herramientas más sencillas dentro de la mejora continua. Los pasos para su elaboración son los siguientes”:

Constituir un equipo de personas multidisciplinar.

1. Partir de un diagrama en blanco. Lógicamente para ir rellenándolo desde cero. (Ishikawa, 1972).
2. Escribir de forma concisa el problema o efecto que se produce (la utilización de la técnica de los 5w+2h nos será de mucha utilidad). (Ishikawa, 1972).
3. Identificar las categorías dentro de las cuales se pueden clasificar las causas del problema. Generalmente estarán englobadas dentro de las 4M (máquina, mano de obra, método y materiales). (Ishikawa, 1972).
4. Identificar las causas. Mediante una lluvia de ideas y tener en cuenta las categorías encontradas, el equipo debe identificar las diferentes causas para el problema. Por lo general estas causas serán aspectos específicos, propios de cada categoría, y que al estar presentes de una u otra forma genera el problema. Las causas que se identifiquen se deberán ubicar en las espinas que confluyen hacia las espinas principales del pescado. (Ishikawa, 1972)
5. Preguntarse el porqué de cada causa (pero no más de 2 o 3 veces). En este punto el equipo debe utilizar la técnica de los 5 porqués. El objeto es averiguar el porqué de cada una de las causas anteriores. (Ishikawa, 1972)

II.7.4.1 ¿Qué es un diagrama de causa y efecto?

Según Ishikawa (1972) “Un diagrama de Causa y Efecto es la representación de varios elementos (causas) de un sistema que pueden contribuir a un problema (efecto). Fue desarrollado en 1943 por el Profesor Kaoru Ishikawa en Tokio. Algunas veces es denominado Diagrama Ishikawa o Diagrama Espina de Pescado por su parecido con el esqueleto de un pescado. Es una herramienta efectiva para estudiar procesos y situaciones, y para desarrollar un plan de recolección de datos”.

II.7.4.2 ¿Cuándo se utiliza un diagrama de causa y efecto?

Según Ishikawa (1972) “El Diagrama de Causa y Efecto es utilizado para identificar las posibles causas de un problema específico. La naturaleza gráfica del Diagrama permite que los grupos organicen grandes cantidades de información sobre el problema y determinar exactamente las posibles causas. Finalmente, aumenta la probabilidad de identificar las causas principales. El Diagrama de Causa y Efecto se debe utilizar cuando se pueda contestar “sí” a una o a las dos preguntas siguientes”:

1. ¿Es necesario identificar las causas principales de un problema? (Ishikawa, 1972)
2. ¿Existen ideas y/u opiniones sobre las causas de un problema? (Ishikawa, 1972)

Según Ishikawa (1972) “Con frecuencia, las personas vinculadas de cerca al problema que es objeto de estudio se han formado opiniones sobre cuáles son las causas del problema”.

Según Ishikawa (1972) “Estas opiniones pueden estar en conflicto o fallar al expresar la causa principal. El uso de un Diagrama de Causa y Efecto hace posible reunir todas estas ideas para su estudio desde diferentes puntos de vista”.

Según Ishikawa (1972) “El desarrollo y uso de Diagramas de Causa y Efecto son más efectivos después de que el proceso ha sido descrito y el problema esté bien definido. Para ese momento, los miembros del equipo tendrán una idea acertada de qué factores se deben incluir en el diagrama”.

Según Ishikawa (1972) “Los Diagramas de Causa y Efecto también pueden ser utilizados para otros propósitos diferentes al análisis de la causa principal. El formato de la herramienta se presta para la planeación. Por ejemplo, un grupo podría realizar una lluvia de ideas de las “causas”de un evento exitoso, tal como un seminario, una conferencia o una boda. Como resultado, producirían una lista detallada agrupada en una categoría principal de cosas para hacer y para incluir para un evento exitoso”.

Según Ishikawa (1972) “El Diagrama de Causa y Efecto no ofrece una respuesta a una pregunta, como lo hacen otras herramientas. Herramientas como el Análisis de Pareto, Diagramas Scatter, e Histogramas, pueden ser utilizadas para analizar datos estadísticamente. (Nota: consultar la descripción de la Gráfica de Pareto, Diagrama Scatter, e Histograma)”.

“En el momento de generar el Diagrama de Causa y Efecto, normalmente se ignora si estas causas son o no responsables de los efectos. Por otra parte, un Diagrama de Causa y Efecto bien preparado es un vehículo para ayudar a los equipos a tener una concepción común de un problema complejo, con todos sus elementos y relaciones claramente visibles a cualquier nivel de detalle requerido”. (Ishikawa, 1972)

II.7.4.4 ¿Cómo se utiliza?

II.7.4.4.1“Identificar el problema.El problema (el efecto generalmente está en la forma de una característica de calidad) es algo que queremos mejorar o controlar”. (Ishikawa, 1972)

“Según Ishikawa (1972) “El problema deberá ser específico y concreto: incumplimiento con las citas para instalación, cantidades inexacta en la facturación, errores técnicos en las cuentas de proveedores, errores de proveedores. Esto causará que el número de elementos en el Diagrama sea muy alto”(consultar la ilustración)”.

II.7.4.4.2” Registrar la frase que resume el problema. Escribir el problema identificado en la parte extrema derecha del papel y dejar espacio para el resto del Diagrama hacia la izquierda. Dibujar una caja alrededor de la frase que identifica el problema (algo que se denomina algunas veces como la cabeza del pescado)”. (Ishikawa, 1972)

II.7.4.4.3 “Dibujar y marcar las espinas principales. Las espinas principales representan el input principal/ categorías de recursos o factores causales. No existen reglas sobre qué categorías o causas se deben utilizar, pero las más comunes utilizadas por los equipos son los materiales, métodos, máquinas, personas, y/o el medio. Dibujar una caja alrededor de cada título. El título de un grupo para su Diagrama de Causa y Efecto puede ser diferente a los títulos tradicionales; esta flexibilidad es apropiada y se invita a considerarla”. (Ishikawa, 1972)

II.7.4.4.4” Realizar una lluvia de ideas de las causas del problema. Este es el paso más importante en la construcción de un Diagrama de Causa y Efecto”. (Ishikawa, 1972)

Según Ishikawa (1972) “Las ideas generadas en este paso guiarán la selección de las causas de raíz. Es importante que solamente causas, y no soluciones del problema sean identificadas. Para asegurar que su equipo está al nivel apropiado de profundidad, se deberá hacer continuamente la pregunta Por Qué para cada una de las causas iniciales mencionadas. (ver el módulo de los Cinco Por Qués). Si surge una idea que se ajuste mejor en otra categoría, no discuta la categoría, simplemente escriba la idea. El propósito de la herramienta es estimular ideas, no desarrollar una lista que esté perfectamente clasificada”.

II.7.4.4.5 “Identificar los candidatos para la “causa más probable”. Las causas seleccionadas por el equipo son opiniones y deben ser verificadas con más datos.

Todas las causas en el Diagrama no necesariamente están relacionadas de cerca con el problema; el equipo deberá reducir su análisis a las causas más probables. Encerrar en un círculo la causa(s) más probable seleccionada por el equipo o marcarla con un asterisco”. (Ishikawa, 1972)

II.7.4.4.6 “Cuando las ideas ya no puedan ser identificadas, se deberá analizar más a fondo el Diagrama para identificar métodos adicionales para la recolección de datos. Versión CEDAC – Cause & Effect Diagram Adding Cards”. (Ishikawa, 1972)

Según Ishikawa (1972) “Después de completar el paso 5, el equipo de resolución de problemas deberá”:

“Dibujar la versión final en un tamaño más grande (aproximadamente de 3’ x 5’). . (Ishikawa, 1972)

“Exhibir el Diagrama en una zona de alto tráfico o en una cartelera con una invitación para ser estudiado por otros y para que agreguen sus ideas en “Post-It” en las categorías respectivas”. (Ishikawa, 1972)

“Después de un período específico de tiempo (1 o 2 semanas) el Diagrama se retira y se revisa para incluir la información adicional. Un Diagrama completo más pequeño se publica nuevamente con una nota de agradecimiento”. (Ishikawa, 1972)

Según Ishikawa (1972) “En este momento, el equipo avanza al siguiente paso para un análisis más profundo, y para reunir datos adicionales (ver paso 6). El Diagrama completo también puede exhibirse (o dejarse). Luego, a medida que una y otra causa es atendida, se pueden anotar las ganancias. Una vez que las causas sean retiradas, se

deberán tachar y apuntar la fecha de su terminación. Las causas que actualmente son atendidas también pueden indicarse. De esta manera toda el área de trabajo tiene un indicador de progreso y se puede percibir cierta relación de lo que se está por realizar”.

III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

Para la comprobación de la hipótesis la cual es “El incremento de materia prima no reutilizada, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años, por deficiente proceso de producción de envases plásticos, es debido a inexistencia de Sistema de Mejora Continua”.

Se identificaron 2 poblaciones a encuestar; para lo cual se utilizó el método deductivo, de las cuales una población (colaboradores) se direccionó a obtener información sobre el efecto. Se trabajó con censo por medio de la población finita cualitativa, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

La segunda población de estudio (gerentes y jefes de turno) se direccionó a obtener información sobre la causa de la problemática. Se trabajó la técnica censal, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

Para responder efecto, se trabajó con 35 colaboradores de los departamentos de Gerencia y Producción; mientras que para causa se trabajó con Gerente General, Gerente de Producción y jefes de Turno.

Del cuadro y gráfica uno a la tres se comprueba la variable Y o efecto principal; mientras que del cuadro y gráfica cuatro a la seis, se comprueba la variable X o causa.

III.1 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente(Y) o el efecto.

Cuadro 7

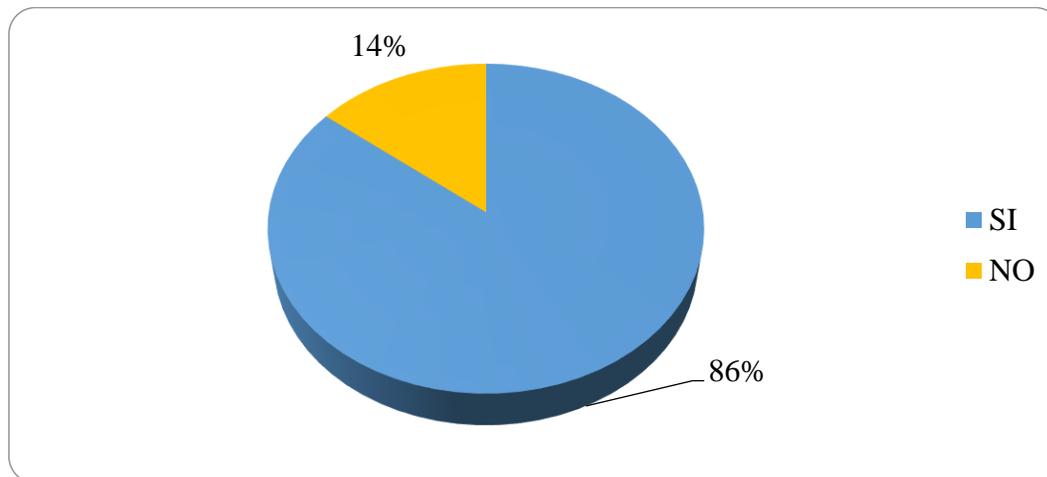
Personas que conocen sobre el incremento de materia prima no reutilizada, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo %
Sí	30	86
No	5	14
Total	35	100

Fuente: colaboradores encuestados del departamento de producción de empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A. Agosto 2021.

Gráfica 1

Personas que conocen sobre el incremento de materia prima no reutilizada, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.



Fuente: colaboradores encuestados del departamento de producción de empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A. Agosto 2021.

Análisis: de acuerdo al cuadro y gráfica anteriores, más de ocho décimas partes de los entrevistados, conocen sobre el incremento de materia prima no reutilizada, en

empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala., lo que comprueba la variable dependiente o efecto.

Cuadro 8

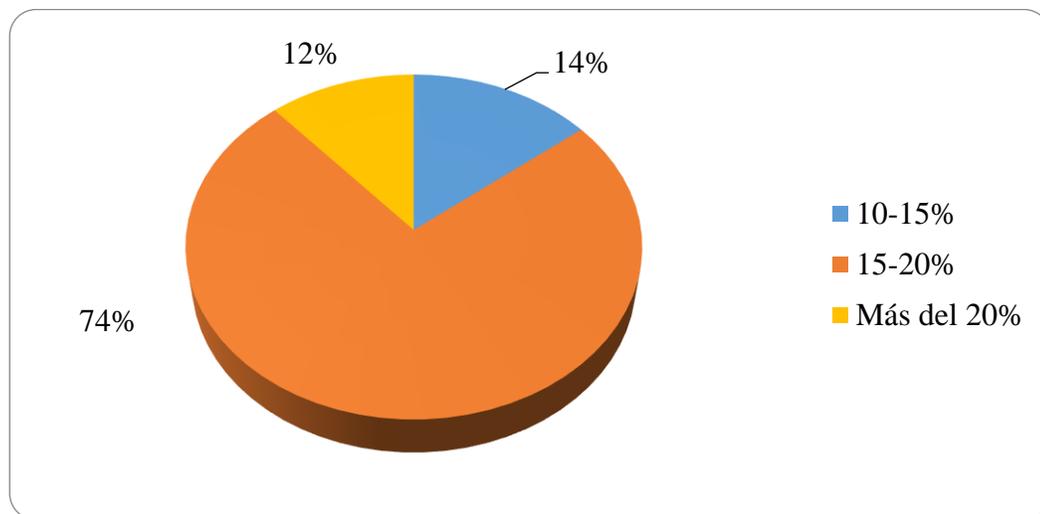
Personas que conocen el porcentaje de incremento de materia prima no reutilizada, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo %
10-15%	5	14
15-20%	26	74
Más del 20%	4	11
Total	35	100

Fuente: colaboradores encuestados del departamento de producción de empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A. Agosto 2021.

Gráfica 2

Personas que conocen el porcentaje de incremento de materia prima no reutilizada, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.



Fuente: colaboradores encuestados del departamento de producción de empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A. Agosto 2021.

Análisis: Casi tres cuartas partes de los colaboradores encuestados afirman que el porcentaje de incremento de materia prima no reutilizada en el proceso de producción de envases plásticos oscila entre el 15 y 20 por ciento en empresa Recipientes y

Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala. Lo que confirma la variable dependiente.

Cuadro 9

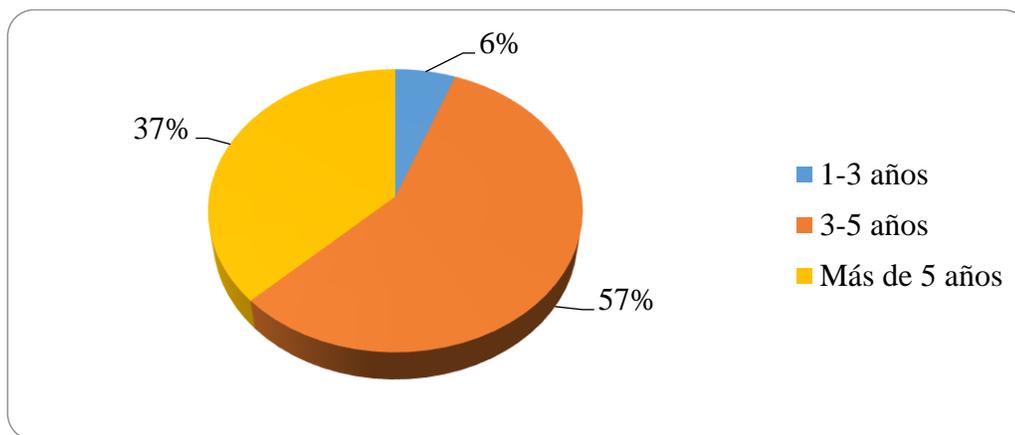
Personas que conocen el tiempo de incremento de materia prima no reutilizada, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo %
1-3 años	2	6
3-5 años	20	57
Más de 5 años	13	37
Total	35	100

Fuente: colaboradores encuestados del departamento de producción de empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A. Agosto 2021.

Gráfica 3

Personas que conocen el tiempo de incremento de materia prima no reutilizada, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.



Fuente: colaboradores encuestados del departamento de producción de empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A. Agosto 2021.

Análisis: Más de la mitad de los colaboradores indican que el tiempo en que se ha percibido el incremento de materia prima no reutilizada en el proceso de producción de envases plásticos se encuentra entre 3 a 5 años en empresa Recipientes y Empaques

de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala, lo que confirma la variable dependiente.

III.2 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable independiente (X) o la causa.

Cuadro 10

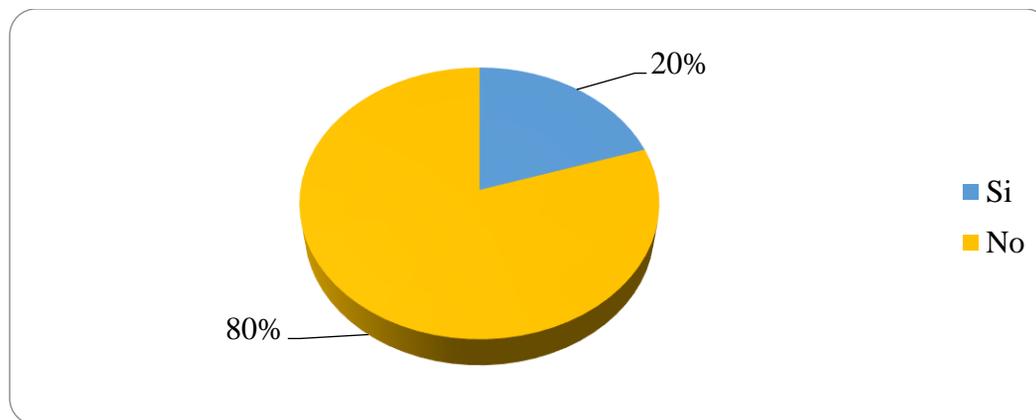
Personas que conocen sobre Sistema Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo %
Si	1	20%
No	4	80%
Total	5	100%

Fuente: Gerentes y jefes de turno encuestados del área de producción y administrativo de empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A. Agosto 2021.

Gráfica 4

Personas que conocen sobre Sistema Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.



Fuente: Gerentes y jefes de turno encuestados del área de producción y administrativo de empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A. Agosto 2021.

Análisis: Cuatro quintas partes de la población encuestada afirma no tener conocimiento sobre Sistema de Mejora Continua en empresa Recipientes y Empaques

de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala. esto confirma directamente la causa a la problemática planteada.

Cuadro 11

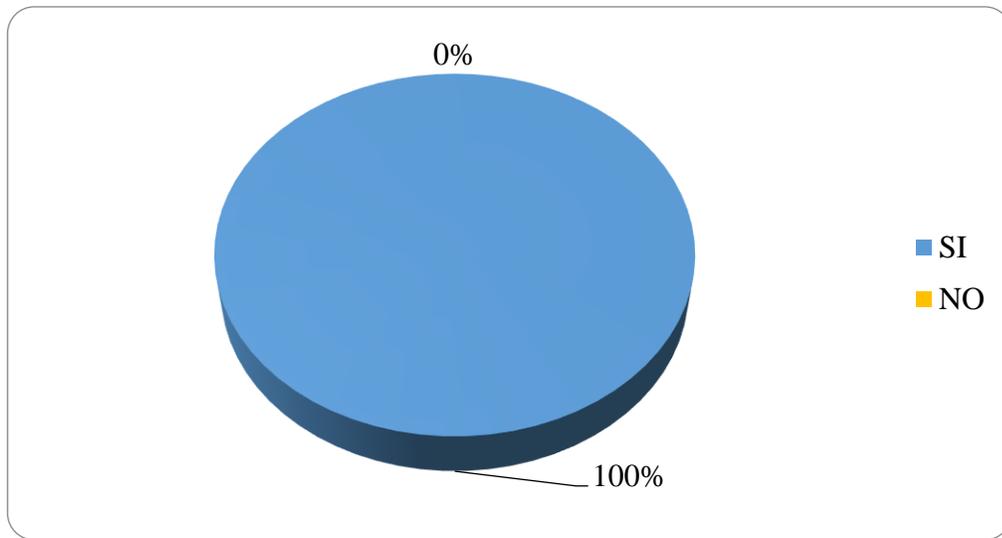
Personas que consideran necesaria la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo %
Si	5	100
No	0	0
Total	5	100

Fuente: Gerentes y jefes de turno encuestados del área de producción y administrativo de empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A. Agosto 2021.

Gráfica 5

Personas que consideran necesaria la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.



Fuente: Gerentes y jefes de turno encuestados del área de producción y administrativo de empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A. Agosto 2021

Análisis: El total de los encuestados considera absolutamente necesario la implementación del Sistema de Mejora Continua en empresa Recipientes y Empaques

de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala. esto confirma directamente la causa a la problemática planteada.

Cuadro 12

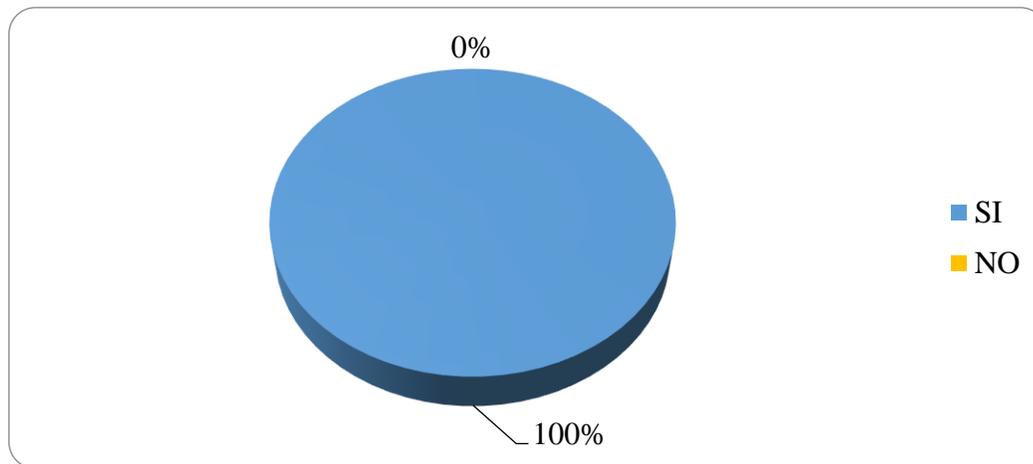
Personas que apoyan la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.

Respuesta	Valor absoluto	Valor relativo %
Si	5	100%
No	0	0%
Total	5	100%

Fuente: Gerentes y jefes de turno encuestados del área de producción y administrativo de empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A. Agosto 2021.

Gráfica 6

Personas que apoyan la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.



Fuente: Gerentes y jefes de turno encuestados del área de producción y administrativo de empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A. Agosto 2021.

Análisis: El total de los encuestados apoya completamente la implementación del Sistema de Mejora Continua en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala. Se valida la causa a la problemática planteada.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

IV.1 Conclusiones.

1. Se comprueba la hipótesis el incremento de materia prima no reutilizada, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años, por deficiente proceso de producción de envases plásticos, es debido a inexistencia de Sistema de Mejora Continua.
2. Existe incremento de materia prima no reutilizada en el proceso de producción de envases plásticos en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.
3. Existe porcentaje del 15-20 por ciento de incremento de materia prima no reutilizada, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.
4. Es notable el tiempo de existencia de 3 a 5 años del incremento de materia prima no reutilizada en el proceso de producción de envases plásticos, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.
5. No existe sistema mejora continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.
6. Es necesaria la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.

7. Existe apoyo para la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.

IV.2 Recomendaciones.

1. Ejecutar Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.
2. Reducir el incremento de materia prima no reutilizada en el proceso de producción de envases plásticos en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.
3. Disminuir el porcentaje de incremento de materia prima no reutilizada en el proceso de producción de envases plásticos, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.
4. Reducir el tiempo de existencia de incremento de materia prima no reutilizada en el proceso de producción de envases plásticos, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.
5. Implementar Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.
6. Realizar la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala
7. Apoyar la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Alesmar, L., & Rendon, N. Y. (27 de 7 de 2017). *Diseños de mezcla de tereftalato*. Obtenido de Usos del Pet: http://ve.scielo.org/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S0798-40652008000100006
2. Anguita, R. (1975). *Moldeo por inyección*. España: Editorial Blume.
3. Antonucci, I. (10 de 03 de 2012). *Mejora Continua, metodo Kaisen*. Obtenido de Mejora Continua, metodo Kaisen: recuperado de: <https://www.atlasconsultora.com/mejora-continua/#que-es-el-metodo-de-mejora-continua>
4. Arlie, J. P. (06 de 1990). *Termoplastics commodity*. Obtenido de Termoplastics commodity: Arlie, J. P. Commodity Thermoplastics. Technical and Economic Characteristics. Paris,
5. Balzarini, H. (1999). *Envases y embalajes*. Obtenido de Envases y embalajes: <https://silo.tips/download/elaboracion-de-una-matriz-de-impacto-ambiental-comparativa-de-materiales-de-enva>
6. Barcaza, S. (2006-2018). *Red de repositorios Latinoamericanos*. Obtenido de Red de repositorios Latinoamericanos: recuperado de: <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3032775>
7. Carballo, F. (2000). *Caracterizacion de temoplasticos polietileno*. Obtenido de Caracterizacion de temoplasticos polietileno: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/60367/fichero/Caracterizaci%C3%b3n+de+materiales+termopl%C3%a1sticos+polietileno.pdf>
8. Cempre. (06 de 1998). *Manual de gestion integral de residuos*. Obtenido de CEMPRE: https://www.researchgate.net/figure/Figura-212-Metodo-de-trinchera-Cempre-1998_fig12_231336847

9. Comisión of the European, C. (2008). *Public procurement for a better*. Obtenido de Public procurement for a better: Recuperado de: <https://eur-lex.europa.eu/lexuriserv/lexuriserv.do?Uri=COM:2008:0400:FIN:EN:PDF>
10. Crawford, R. J. (1 de 1989). *Plastics Engineering*. Maxwell Mc Millan Internacional Editions. Obtenido de Plastics Engineering.
11. Creery, D. (1871-1885). *Desarrollo Económico y Política Nacional: El Ministerio de Fomento de Guatemala*, . Guatemala: Regionales de Mesoamérica, 1981.
12. Deming, W. E. (06 de 1982). *CALIDAD, PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD LA SALIDA DE LA CRISIS*. Obtenido de CALIDAD, PRODUCTIVIDAD Y COMPETITIVIDAD LA SALIDA DE LA CRISIS: https://kupdf.net/download/libro-deming-completopdf_59a06584dc0d60565e184970_pdf
13. Dr. Aguirre, V. (11 de 2014). *Mejora Continua*. Obtenido de Mejora Continua: <http://www.cmicvictoria.org/wp-content/uploads/2012/06/GU%C3%8DA-MEJORA-CONTINUA.pdf>
14. Environmental Protection Agency (Epa). (08 de 2007). *Buy-Recycled Series*:. Obtenido de Buy-Recycled Series:: <https://www.plasticsrecyclers.eu/plastics-recyclers-publications>
15. Espinosa, A. (marzo de 2014). *Tecnologías*. Obtenido de Tecnologías: <https://www3.gobiernodecanarias.org/medusa/ecoblog/jgoysiv/files/2014/03/3o-ESO-apuntes-de-plasticos.pdf>
16. Fortaps. (2013). *Ventajas Sostenibles del polietileno*. Obtenido de Ventajas Sostenibles del polietileno: <https://www.dow.com/es-es/product-technology/pt-polyethylene/pg-polyethylene-ldpe.html>

17. Gonzalez, A. (06 de 10 de 2011). *Reducción de costos de producción*. Obtenido de <<http://www.tesis.ufm.edu.gt/pdf/2859.pdf>>.
18. Hansen, B. L. (2008). *CONTROL DE CALIDAD Teoria y Aplicaciones*. Obtenido de CONTROL DE CALIDAD Teoria y Aplicaciones: recuperado de: <https://books.google.co.ve/books?Id=egdlttd3uin8c&printsec=copyright#v=onepage&q&f=false>
19. Ishikawa, K. (14 de 08 de 1972). *Administracion, Calidad total*. Obtenido de Administracion, Calidad total: http://nulan.mdp.edu.ar/1614/1/09_administracion_calidad.pdf
20. Javin, A. (1975). *Esbozo de la historia de la industrialización de la URSS*. Editorial Progreso.
21. Landes, D. S. (2015). *Wealth and poverty of nations*. Hachette UK.
- Lloyd, N. (27 de 10 de 1989). *CONTROL DE LA CALIDAD Y BENEFICIO EMPRESARIAL*. Obtenido de CONTROL DE LA CALIDAD Y BENEFICIO EMPRESARIAL: <https://www.worldcat.org/title/control-de-calidad-y-beneficio-empresarial/oclc/847489114/editions?Referer=di&editionsview=true>
22. Martin, J. (09 de 8 de 2013). *Mejora de calidad en el proceso de producción de plásticos*. Obtenido de Mejora de calidad en el proceso de producción de plásticos: <http://site.ebrary.com/lib/bibliotecafmhsp/docdetail.actio>
23. MINCETUR. (2009). *Guía de envases y embalajes de plástico*. Obtenido de Guía de envases y embalajes de plástico: Obtenido de https://www.mincetur.gob.pe/comercio/ueperu/consultora/docs_taller/enva
24. Mink, W. (1981). *Inyección de plásticos*. México D.F.: Editorial Gustavo Gilli.
25. Morton D.H. y Lancaster, J. (1993). *Procesamiento de plásticos*. México D.F.: Editorial Limusa.

26. Morton D.H. y Lancaster, J. (1993). *Procesamiento de plásticos*. México D.F.: Editorial Limusa.
27. Mvotma, D. (28 de 05 de 2009). *Plan de acción estratégico para la gestión sustentable*. Obtenido de Plan de acción estratégico para la gestión sustentable: recuperado de:https://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/files/market_analysis_for_recycled_plastic_products_uruguay.pdf
28. Ortiz, C. Y. (2012). *Crecimiento Económico*. Colombia: Programa Editorial,.
29. Pasquini, N. (08 de 2005). *Polipropylene handbook*. Obtenido de Polipropylene handbook: Pasquini, N. (Ed.). Polypropylene Handbook. Hanser Verlag, Munich, 2005
30. Pino, R. (03 de 2012). *Materias Primas y Materiales*. Obtenido de Materias Primas y Materiales: <http://www.utntyh.com/wp-content/uploads/2012/03/UNIDAD-II-Materias-primas-y-materiales.pdf>
31. Prebisch, R. Y. (1949). *El desarrollo económico de la América Latina y algunos de sus principales problemas*. CEPAL.
32. Puig Castro, L. (2 de 06 de 2001). *Airdplastico*. Obtenido de airdplastico: Obtenido de <https://airdplastico.wordpress.com/2011/06/02/los-plasticos-en-el-ambito-mundial/>
33. Repsol. (2008). *POLIETILENOS*. Obtenido de POLIETILENOS: <https://www.repsol.com/es/productos-y-servicios/quimica/productos/polietileno/index.cshtml>
34. Rosario, D. (23 de 08 de 2011). *Estudio del mercado de productos plasticos reciclados*. Obtenido de Estudio del mercado de productos plasticos reciclados:

https://www.oneplanetnetwork.org/sites/default/files/market_analysis_for_recycled_plastic_products_uruguay.pdf

35. Salazar, F. &. (15 de 04 de 2004). *Tecnología del Plástico*. Obtenido de Tecnología del Plástico: Obtenido de <http://www.plastico.com/temas/America-Latina,-Que-sefabrica-en-plastico+3031188>

36. Sarmiento, E. (2014). *Transformación productiva y equidad*. Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio.

37. Sig, c. (6 de 2018). *Metodología 5's*. Obtenido de Metodología 5's: recuperado de; <https://www.lima-airport.com/esp/siteassets/Lists/Noticias/allitems/Las%205S%20como%20herramienta%20de%20mejora%20continua.pdf>

38. Tecnología Industrial. (2016). *Reutilización de materiales*. Obtenido de Reutilización de materia prima : Recuperado de: http://www.juntadeandalucia.es/averroes/centros-tic/23000261/helvia/sitio/upload/REUTILIZACION_DE_MATERIALES.pdf

39. Tex Delta. (2005). *Tipos de tejidos y composición*. Recuperado el 11 de 02 de 2021, de Tipos de tejidos y composición: <https://texdelta.com/geotextiles/>

40. Vértice. (2008). *Dirección de Operaciones*. Obtenido de Dirección de Operaciones: Obtenido de <https://books.google.com.pe/books?Id=st8vgnw8ifmc&pg=PA147&dq#v=onepage&q&f=false>

41. Withington, N. (2005). *Sustainable End-of-Life Options for Plastics in New Zealand*. Obtenido de Sustainable End-of-Life Options for Plastics in New Zealand: recuperado de: <https://www.yumpu.com/en/document/view/36233594/sustainable-end-of-life-options-for-plastics-in-new-zealand>

b. ¿Cuál es el porcentaje de incremento de materia prima no reutilizada, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala?

10-15% 15-20% Más de 20%

c. ¿Desde hace cuánto tiempo existe incremento de materia prima no reutilizada, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala?

1-3 años 3-5 años Más de 5 años

Dirigidas a Gerente de Producción, Jefes de Turno y operadores de empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A.

Boletas 35, población censal, con el 100% de nivel de confianza y 00% de error.

9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal,

a. ¿Conoce usted sobre Sistema Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala?

Si No

b. ¿Considera necesaria la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala?

Si No

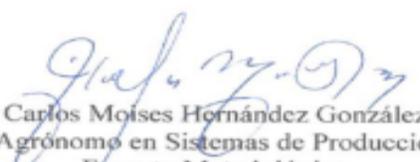
c. ¿Apoyaría usted la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala?

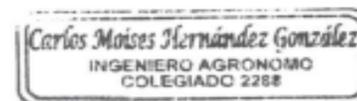
Si No

Dirigido a Gerente General, Gerente de Producción y Jefes de Turno de empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A.

Boletas 5, población censal, con el 100% de nivel de confianza y 00% de error.

<p>10)Temas del Marco Teórico</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Industria de envases plásticos b) Importancia económica de la industria c) Proceso de producción de envases plásticos d) Materia prima e) Reutilización de materia prima f) Sistema de Mejora Continua g) Sistema de Mejora Continua en la industria de envases plásticos 	<p>14) Anotaciones, aclaraciones y advertencias</p> <p>Forma de presentar resultados: El investigador para cada resultado debe identificar por lo menos cuatro actividades:</p> <p>R1. Fortalecimiento de la Unidad Ejecutora. A1 An</p> <p>R2. Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala. A1 An</p> <p>R3. Programa de capacitación a colaboradores de empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala. A1 An</p> <table border="1" data-bbox="814 716 1885 930"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>No. de árbol aprobado</th> <th>Carné</th> <th>Nombre de estudiante</th> <th>Carrera</th> <th>Sede</th> <th>Celular</th> <th>Correo electrónico</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>01</td> <td></td> <td>150230091</td> <td>Dayana Sucely de León Miranda</td> <td>Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables</td> <td>023 Amatitlán</td> <td>54960184</td> <td>dayandeleonm@gmail.com</td> </tr> </tbody> </table>	No.	No. de árbol aprobado	Carné	Nombre de estudiante	Carrera	Sede	Celular	Correo electrónico	01		150230091	Dayana Sucely de León Miranda	Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables	023 Amatitlán	54960184	dayandeleonm@gmail.com
No.	No. de árbol aprobado	Carné	Nombre de estudiante	Carrera	Sede	Celular	Correo electrónico										
01		150230091	Dayana Sucely de León Miranda	Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables	023 Amatitlán	54960184	dayandeleonm@gmail.com										
<p>11) Justificación</p> <p>El investigador debe evidenciar con proyección estadística y matemática, el comportamiento del efecto identificado en el árbol de problemas.</p>																	

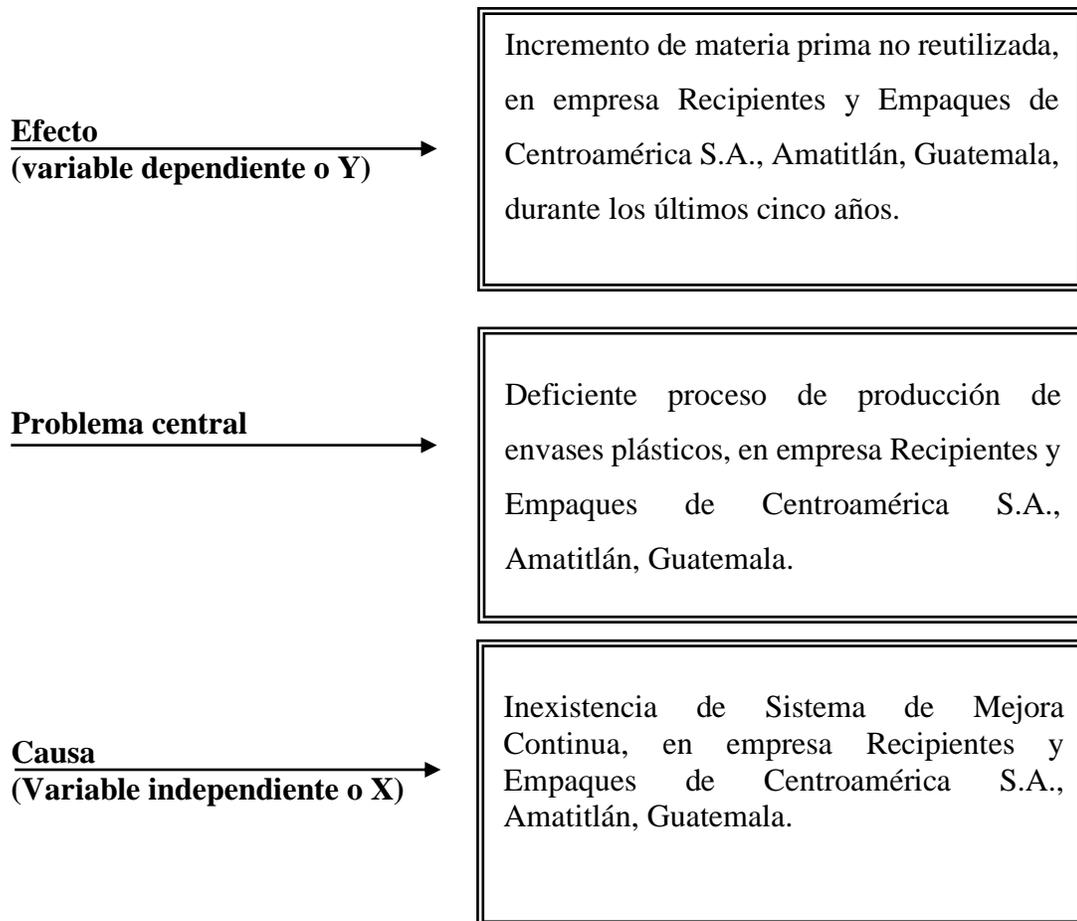

 Carlos Moises Hernández González
 Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola
 Experto Metodológico



Anexo 2.Árbol de problemas, hipótesis y árbol de objetivos.

Árbol de problemas.

Tópico: Deficiente proceso de producción de envases plásticos.



Hipótesis causal:

“El incremento de materia prima no reutilizada, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años, por deficiente proceso de producción de envases plásticos, es debido a inexistencia de Sistema de Mejora Continua”.

Hipótesis interrogativa:

¿Será la inexistencia de Sistema de Mejora Continua, por deficiente proceso de producción de envases plásticos, la causante del incremento de materia prima no reutilizada, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años?

Árbol de objetivos.

En función de dar solución a la problemática planteada, se describen los siguientes objetivos.

Fin u objetivo general



Disminuir la materia prima no reutilizada, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala

Objetivo específico



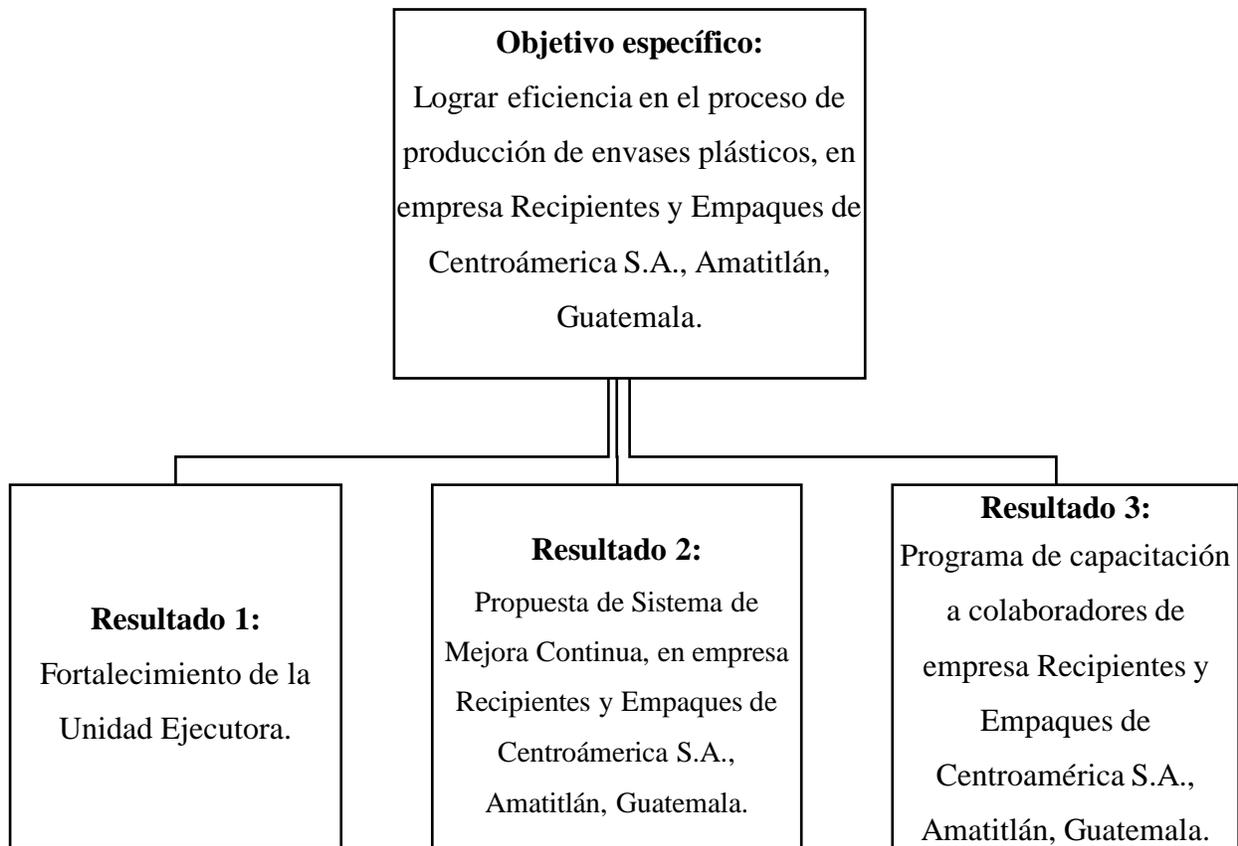
Lograr eficiencia en el proceso de producción de envases plásticos, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.

Medio de solución



Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.

Anexo 3. Diagrama del medio de solución de la problemática



Anexo 4.Boleta de investigación para la comprobación del efecto general.

Universidad Rural de Guatemala
Programa de Graduación
Boleta de Investigación
Variable dependiente

Objetivo:Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar o no la variable dependiente siguiente: incremento de materia prima no reutilizada en el proceso de producción de envases plásticos, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años.

Instrucciones: A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá respondermarque con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿Conoce usted sobre el incremento de materia prima no reutilizada en el proceso de producción de envases plásticos, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala?

Si _____ No _____

2. ¿Cuál es el porcentaje de incremento de materia prima no reutilizada en el proceso de producción de envases plásticos, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala?

10-15%__ 15–20% __ Más de 20% ____

3. ¿Desde hace cuánto tiempo existe incremento de materia prima no reutilizada en el proceso de producción de envases plásticos, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala?

1-3 años__ 3-5 años____ Más de 5 años__

Anexo 5. Boleta de investigación para la comprobación de la causa principal.

Universidad Rural de Guatemala
Programa de Graduación
Boleta de Investigación
Variable independiente

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar o no la variable independiente siguiente: la inexistencia de Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.

Esta boleta censal está dirigida a Gerente General, Gerente de Producción, jefes de turno.

Instrucciones: A continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder marque con una "X" la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

1. ¿Conoce usted sobre sistema mejora continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala?

SI _____ NO _____

2. ¿Considera necesaria la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala?

SI ____ NO ____

3. ¿Apoyaría usted la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala?

SI ____ NO ____

Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del tamaño de la muestra.

Para la población efecto; y causa, respectivamente, se trabajó la técnica del censo con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error; lo anterior debido a que todas son poblaciones finitas cualitativas no mayores a 35 personas; Por lo que se consideró a 35 colaboradores de los departamentos: Gerencia de producción; jefes de turno y producción para la variable efecto, así como 5 a Gerentes y jefes de turno de las áreas de: Producción; Gerencia General y envases plásticos para la variable causa.

Anexo 7. Comentario sobre el cálculo del coeficiente de correlación.

Se realiza con la finalidad de determinar la correlación existente entre las variables intervinientes en la problemática descrita en el modelo dominó y poder validarla; así como determinar si es posible la proyección de su comportamiento mediante el cálculo de la ecuación de la línea recta.

Las variables intervinientes están en función de: “X” la cantidad de tiempo contemplado en los últimos 5 años (de 2016 a 2020); mientras que “Y” en función del efecto identificado en el modelo dominó, el cual obedece al incremento de materia prima no reutilizada expresada por los directivos de la empresa.

Requisito. $+>0.80$ y $+<1$

Año	X (años)	Y (Materia prima no reutilizada)	XY	X ²	Y ²
2016	1	153,424.2	153,424.2	1	23538985145.64
2017	2	154,027.2	308,054.4	4	23724378339.84
2018	3	162,961.7	488,885.0	9	26556509148.42
2019	4	172,977.6	691,910.4	16	29921250101.76
2020	5	188,104.8	940,524.0	25	35383415783.04
Totales	15	831,495.5	2,582,798.0	55	139124538518.70

n=	5
$\sum X=$	15
$\sum XY=$	2582798.04
$\sum X^2=$	55
$\sum Y^2=$	139124538518.70
$\sum Y=$	831495.48
$n\sum XY=$	12913990.2
$\sum X*\sum Y=$	12472432.2
Numerador=	441558

$n\sum X^2=$	275
$(\sum X)^2=$	225
$n\sum Y^2=$	695622692593.51
$(\sum Y)^2=$	691384733260.43
$n\sum X^2-(\sum X)^2=$	50
$n\sum Y^2-(\sum Y)^2=$	4237959333
$(n\sum X^2-(\sum X)^2)*(n\sum Y^2-(\sum Y)^2)=$	211897966654.08
Denominador:	460323.7629
r=	0.959233556

Fórmula:

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

Análisis:

Debido a que el coeficiente de correlación $r = 0.959$ se encuentra dentro del rango establecido, se indica que las variables están debidamente correlacionadas, se valida la problemática y se procede a la proyección mediante la línea recta.

Anexo 7. Proyección del comportamiento de la problemática mediante la línea recta.

$y = a + bx$

Año	X (años)	Y (Materia prima no reutilizada)	XY	X ²	Y ²
2016	1	153,424.2	153,424.2	1	23538985145.64
2017	2	154,027.2	308,054.4	4	23724378339.84
2018	3	162,961.7	488,885.0	9	26556509148.42
2019	4	172,977.6	691,910.4	16	29921250101.76
2020	5	188,104.8	940,524.0	25	35383415783.04
Totales	15	831,495.5	2,582,798.0	55	139124538518.70

n = 5

$\sum X = 15$

$\sum XY = 2582798.04$

$\sum X^2 = 55$

$\sum Y^2 = 139124538518.70$

$\sum Y = 831495.48$

$n \sum XY = 12913990.2$

$\sum X * \sum Y = 12472432.2$

Numerador de b: 441558

Denominador de b:

$n \sum X^2 = 275$

$(\sum X)^2 = 225$

$n \sum X^2 - (\sum X)^2 = 50$

b = 8831.16

Fórmulas:

$$\frac{n \sum XY - \sum X * \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

b =

$$\frac{n \sum XY - \sum X * \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Fórmulas:

$$\frac{\sum y - b \sum x}{N}$$

Numerador de a: a =

$\sum Y = 831495.48$

$b * \sum X = 132467.4$

Numerador de a:

a: 699028.08

a = 139805.616

Cálculos por año.

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * x)$				
Y(2021)=	A	+	(b * X)	
Y(2021)=	139805.616	+	8831.16	X
Y(2021)=	139805.616	+	8831.16	6
Y(2021)=	192792.576			
Y(2021)=	192,792.57 Kg de materia prima no reutilizada			

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * x)$				
Y(2022)=	A	+	(b * X)	
Y(2022)=	139805.616	+	8831.16	X
Y(2022)=	139805.616	+	8831.16	7
Y(2022)=	201623.736			
Y(2022)=	201,623.74 Kg de materia prima no reutilizada			

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * x)$				
Y(2023)=	A	+	(b * X)	
Y(2023)=	139805.616	+	8831.16	X
Y(2023)=	139805.616	+	8831.16	8
Y(2023)=	210454.896			
Y(2023)=	210,454.89 Kg de materia prima no reutilizada			

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * x)$				
Y(2024)=	A	+	(b * X)	
Y(2024)=	139805.616	+	8831.16	X
Y(2024)=	139805.616	+	8831.16	9
Y(2024)=	219286.056			
Y(2024)=	219,286.05 Kg de materia prima no reutilizada			

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b * x)$				
Y(2025)=	A	+	(b * X)	
Y(2025)=	139805.616	+	8831.16	X
Y(2025)=	139805.616	+	8831.16	10
Y(2025)=	228117.216			
Y(2025)=	228,117.21 Kg de materia prima no reutilizada			

Proyección con proyecto.

Esto se realiza para identificar el comportamiento de la problemática si se ejecutara la presente propuesta.

Fórmula:

Y(2021) = Año anterior – Porcentaje de resolución propuesto.

Cálculos por año.

Y (2021)	=	Y(2020)	-	11%	=
Y (2021)	=	192792.5	-	21207.175	171585.325
Y (2021)	=	171,585.33	materia prima no reutilizada		

Y (2022)	=	Y(2021)	-	16%	=
Y (2022)	=	171,585.33	-	26595.7254	144989.6
Y (2022)	=	144,989.60	materia prima no reutilizada		

Y (2023)	=	Y(2022)	-	17%	=
Y (2023)	=	144,989.60	-	24648.2319	120341.368
Y (2023)	=	120,341.37	materia prima no reutilizada		

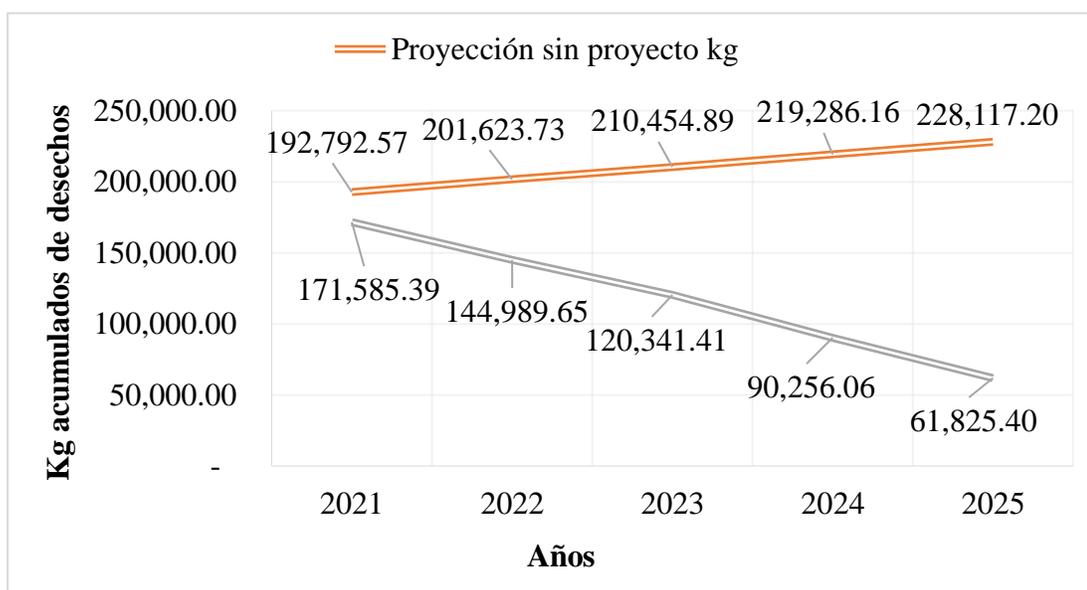
Y (2024)	=	Y(2023)	-	25%	=
Y (2024)	=	120,341.37	-	30085.3419	90256.0258
Y (2024)	=	90,256.03	materia prima no reutilizada		

Y (2025)	=	Y(2024)	-	32%	=
Y (2025)	=	90,256.03	-	28430.6481	61825.3777
Y (2025)	=	61,825.38	materia prima no reutilizada		

Cuadro 1: Comparativo sin y con proyecto.

Año	Proyección sin proyecto kg	Proyección con proyecto kg
2021	192,792.57	171,585.39
2022	201,623.73	144,989.65
2023	210,454.89	120,341.41
2024	219,286.16	90,256.06
2025	228,117.20	61,825.40

Gráfica 1: Comportamiento de la problemática sin y con proyecto.



Análisis:

En la gráfica anterior se puede evidenciar que la problemática crece a medida que pasa el tiempo; de no ejecutarse la presente propuesta de mejora continua la situación del efecto identificado seguirá en aumento en condiciones negativas, por lo que se hace necesaria la implementar de la propuesta de Sistema de Mejora Continua para la elaboración de envases plásticos en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., y así solucionar a la brevedad posible la problemática presentada.

Dayana Sucely de León Miranda

TOMO II

PROPUESTA DE SISTEMA DE MEJORA CONTINUA, EN EMPRESA
RECIPIENTES Y EMPAQUES DE CENTROAMERICA S.A., AMATITLÁN
GUATEMALA.



Asesor General Metodológico:

Ing. Agr. Carlos Moises Hernández González.

Universidad Rural de Guatemala.

Facultad de Ingeniería.

Guatemala, octubre de 2021.

Este documento fue presentado por el autor, previo a su graduación como Ingeniera Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables en el grado de Licenciatura.

PRÓLOGO.

Como parte del programa de graduación y en cumplimiento con lo establecido por la Universidad Rural de Guatemala, se realizó una propuesta sobre Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.

Previo a optar al título universitario de Ingeniería Industrial en el grado académico de Licenciatura, por lo que fue necesario realizar la investigación con el personal técnico y operativo de empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A.

Existen razones prácticas para llevar a cabo la investigación:

Servir como fuente de consulta para estudiantes y profesionales que requieran información sobre el tema de estudio.

Ser aplicable como alternativa de solución para otra empresa en condiciones similares.

Proponer una solución práctica basada en los conocimientos industriales adquiridos en las clases universitarias.

El propósito fundamental de la presente investigación es disminuir la cantidad de materia prima no reutilizada en el proceso de envases plásticos para incrementar la calidad de los productos y disminuir costos de producción, por lo cual, es necesario implementar y dotar de un documento específico que contenga alternativas de solución al problema encontrado.

PRESENTACIÓN.

Al cumplir lo establecido por la Universidad Rural de Guatemala, previo a obtener el título de Ingeniera Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables se desarrolló el trabajo “Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.” Éste hace un abordaje sobre la situación al investigar la problemática de materia prima rechazada.

Por lo que el presente informe es presentado a través de la investigación de sus causas, sus efectos y posibles soluciones, esto permitió constatar el incremento de materia prima no reutilizada, por deficiente proceso de producción en envases plásticos, debido a la inexistencia de Sistema de Mejora Continua en el proceso. Como medio para solucionar la problemática se propuso establecer estrategias que orienten y guíen correctamente a los profesionales de la empresa en función de la renovación del proceso central en el sistema productivo de la empresa.

La actividad investigativa que se realizó, sirve como aporte para elaborar mayor cantidad de envases y aprovechar así de mejor manera la materia prima. De igual forma, se presenta la formación para la unidad ejecutora, a la que corresponde la materialización y evolución de la propuesta en general; así como un programa de capacitaciones al personal involucrado.

I. RESUMEN.

El presente informe contiene a manera de síntesis los preceptos que explican la base metodológica utilizada durante el proceso investigativo de la problemática sobre Incremento de materia prima no reutilizada, consecuencia de no contar con eficiente proceso de producción de envases plásticos derivada de una propuesta de Sistema de Mejora Continua, que llevaron hasta la comprobación de las variables del problema productivo, así como proponer y plantear la posible solución del mismo.

I.1 Planteamiento del problema.

El presente informe sobre reutilización de la materia prima, tiene origen en el incremento de materia prima no reutilizada de empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., provocado por el deficiente proceso de producción de envases plásticos, debido a no contar con Sistema de Mejora Continua, esta problemática se ha percibido en los últimos cinco años y limita la producción de la empresa.

El incremento de materia prima no reutilizada en la empresa, se refiere a que en la actualidad la empresa no cuenta con Sistema de Mejora Continua en el proceso de fabricación de envases plásticos lo cual afecta la satisfacción de los clientes como la producción de la empresa, lo que ha provocado que la empresa presente pérdidas económicas considerables en el proceso, además esta situación limita la capacidad de proveer a nuevos clientes por exigencias de calidad y compromete la fidelidad de los clientes actuales.

Este efecto se ha percibido por deficiente proceso de producción de envases plásticos, el equipo de trabajo actual no cuenta con las directrices de calidad necesarias para hacer frente a las necesidades productivas y de calidad de la empresa, el equipo de trabajo necesita ser capacitado ya que existen sistemas de trabajo que prometen mayor calidad productiva y competencia.

Toda esta situación se presenta como consecuencia de no contar con propuesta de Sistema de Mejora Continua en el proceso de fabricación de envases plásticos, cuya implementación permitiría disminuir la cantidad de producto defectuoso, con lo cual se aumentaría considerablemente la calidad del producto, así como la credibilidad de calidad de la empresa.

Al proponer que se implemente esta propuesta, se pretende que los socios de la empresa inviertan en una solución inmediata al problema encontrado y se logre contar con un proceso de fabricación de envases plásticos acorde a lo requerido.

I.2 Hipótesis.

Se pudo establecer la hipótesis de trabajo como parte del trabajo de investigación.

Hipótesis causal.

El incremento de materia prima no reutilizada, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años, por deficiente proceso de producción de envases plásticos, es debido a inexistencia de Sistema de Mejora Continua.

Hipótesis interrogativa.

¿Será la inexistencia de Sistema de Mejora Continua, por deficiente proceso de producción de envases plásticos, la causante del incremento de materia prima no reutilizada, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años?

I.3 Objetivos.

El desarrollo de la investigación conllevó el planteamiento de los objetivos: general y específico, los cuales conforme la investigación avance deben alcanzarse para comprobar la veracidad de la hipótesis y la forma de solucionar la problemática.

I.3.1 General.

Disminuir la materia prima no reutilizada en el proceso de producción de envases plásticos, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.

I.3.2 Específico.

Lograr eficiencia en el proceso de producción de envases plásticos, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.

I.4 Justificación.

Actualmente, la empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala, reporta en promedio 166,299 kg de materia prima no reutilizada al año, lo que equivale a un total de 831,495.5 kg en los últimos cinco años, esta es una situación ha perjudicado la productividad de la empresa lo que a su vez ha provocado el incumplimiento de la demanda productiva, de calidad y dificultad para generar mayores ingresos económicos.

Con base a los datos de los últimos cinco años, se puede deducir que el incremento en la cantidad de materia prima no reutilizable es del 5.3 % anual, esto como consecuencia del deficiente proceso de producción de envases plásticos, producto de faltar una Propuesta de Sistema de Mejora Continua al proceso.

Esta situación tenderá al aumento de la cantidad de incremento de materia prima no reutilizada en el proceso de producción de envases plásticos en los siguientes cinco años de no tomar medidas necesarias para contrarrestar la problemática, las proyecciones indican que para el año 2025 la cantidad de materia prima no reutilizable será de 228,117.20 Kg al año.

Es importante implementar la propuesta de Sistema de Mejora Continua para la elaboración de envases plásticos, cuya renovación del proceso permitirá ofrecer mejor calidad de producción, con lo que se conseguirá disminuir la cantidad de producto no conforme y lograr el crecimiento de la empresa a través de mejores costos y la obtención de nuevos clientes.

Resulta indispensable para mejorar la calidad de producción del proceso de envases plásticos de la empresa la implementación de esta propuesta que promueva la renovación e innovación del proceso en general, con lo que permitiría en los siguientes cinco años reducir la cantidad de materia prima no reutilizada en un 85 %, lo que equivaldría a uno para el año 2024.

I.5 Metodología.

Los métodos y técnicas empleadas para la elaboración del presente trabajo de graduación, se expone a continuación:

I.5.1 Métodos.

Los métodos utilizados variaron en relación a la formulación de la hipótesis y la comprobación de la misma; así: Para la formulación de la hipótesis, el método utilizado fue esencial el método deductivo, el que fue auxiliado por el método del marco lógico para formular la hipótesis y los objetivos de la investigación, diagramados en el formato dominó, que forma parte del anexo de este documento.

Para la comprobación de la hipótesis, el método utilizado fue el inductivo, que contó con el auxilio de los métodos: estadístico, análisis y síntesis.

La forma del empleo de los métodos citados, se expone a continuación:

1.5.1.1 Métodos y técnicas utilizadas para la formulación de la hipótesis.

Para la formulación de la hipótesis se utilizó el método deductivo como medio principal de investigación, el cual permitió conocer aspectos generales y específicos de la empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., ubicada en el municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala. Las técnicas utilizadas fueron:

Observación directa. Esta se realizó directamente en la empresa, lo que permitió confirmar que la calidad de producción en el actual proceso de envases plásticos no era suficiente para la exigencia de la demanda actual, además permitió ahondar en las causas de esta insatisfacción, puesto que se investigó sobre la oportunidad de implementar nuevos sistemas de trabajo a través de la comparativa con modelos que demuestran mejoras notables, por último, se verificó sobre los esfuerzos del personal técnico por solucionar la problemática.

Investigación documental. Esta técnica se utilizó a efectos de determinar si se poseían documentos similares o relacionados con la problemática a investigar, a fin de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico que se desarrolló; así como, para obtener aportes y otros puntos de vista de otros investigadores sobre la temática citada. Los documentos consultados se especifican en el acápite de bibliografía, que fueron obtenidos a través de las fichas bibliográficas utilizadas en el transcurso de la revisión documental.

Entrevista. Una vez formada una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar a colaboradores, supervisores y gerentes de los siguientes departamentos: jefes de turno, Producción, Gerencia General y Gerencia de producción, a efectos de poseer información más precisa sobre la problemática identificada.

Con la situación más clara sobre la problemática Incremento de materia prima no reutilizada en el proceso de producción de envases plásticos y con la utilización del

método deductivo, a través de las técnicas anteriormente descritas, se procedió a la formulación de la hipótesis, se utilizó el método del marco lógico, que permitió encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, además de definir el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación.

La hipótesis formulada de la forma indicada, dice: “Incremento de materia prima no reutilizada en el proceso de producción de envases plásticos, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años, por deficiente proceso de producción de envases plásticos, es debido a la Inexistencia de Sistema de Mejora Continua al proceso”.

El método del marco lógico, permitió también, entre otros aspectos, encontrar el objetivo general y el específico de la investigación; asimismo facilitó establecer la denominación del trabajo.

I.5.1.2 Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.

Para la comprobación de la hipótesis, el método principal utilizado, fue el método inductivo, con el que se pudo obtener resultados específicos o particulares de la problemática identificada; lo cual sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales, a partir de tales resultados específicos o particulares.

A este efecto, se utilizaron las técnicas que se especifican a continuación:

Encuestas. Previo a desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el propósito de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis previamente formulada. Las boletas, previo a ser aplicadas a población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas proporcionaran la información requerida después de ser aplicada.

Determinación de la población a investigar. En atención a este tema, se decidió efectuar la técnica del censo estadístico para evaluar tanto la población efecto (variable Y), como la población causa (variable X); se efectuó un censo, puesto que las poblaciones identificadas se componían únicamente de treinta y cinco elementos para la (variable Y) y cinco para la (variable X), con lo que se establece que el nivel de confianza para la comprobación de los dos casos será del 100 % y el margen de error de 0 %.

Después de recabar la información contenida en las boletas, se procedió a tabularlas; para cuyo efecto se utilizó el método estadístico y el método de análisis, que consistió en la interpretación de los datos tabulados en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que tuvieron como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Una vez interpretada la información, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación, el que sirvió además para hacer congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo.

I.5.2 Técnicas.

Las técnicas empleadas, tanto en la formulación como en la comprobación de la hipótesis, se expusieron anteriormente; pero éstas variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así:

Como se describió en el apartado (1.5.1 Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa, la investigación documental y las fichas bibliográficas; así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática.

Por otro lado, la comprobación de la hipótesis, se utilizó la encuesta y el censo.

Como se puede advertir fácilmente, la encuesta estuvo presente en la etapa de la formulación de la hipótesis y en la etapa de la comprobación de la misma. La investigación documental, estuvo presente además de las dos etapas indicadas, en toda la investigación documental y especialmente, para conformar el marco teórico.

Resumen de resultados.

En el actual proceso de producción de envases plásticos, el incremento de materia prima no reutilizada seguirá hacia la alza por lo cual se hace indispensable la implementación de Propuesta de Sistema de Mejora Continua al proceso de producción, lo cual ayudara a revertir la tendencia de aumento de materia prima no reutilizada y mejorará la credibilidad en cumplimiento a los estándares de calidad de los productos de los actuales clientes así como incrementará la posibilidad de nuevos clientes para la empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.

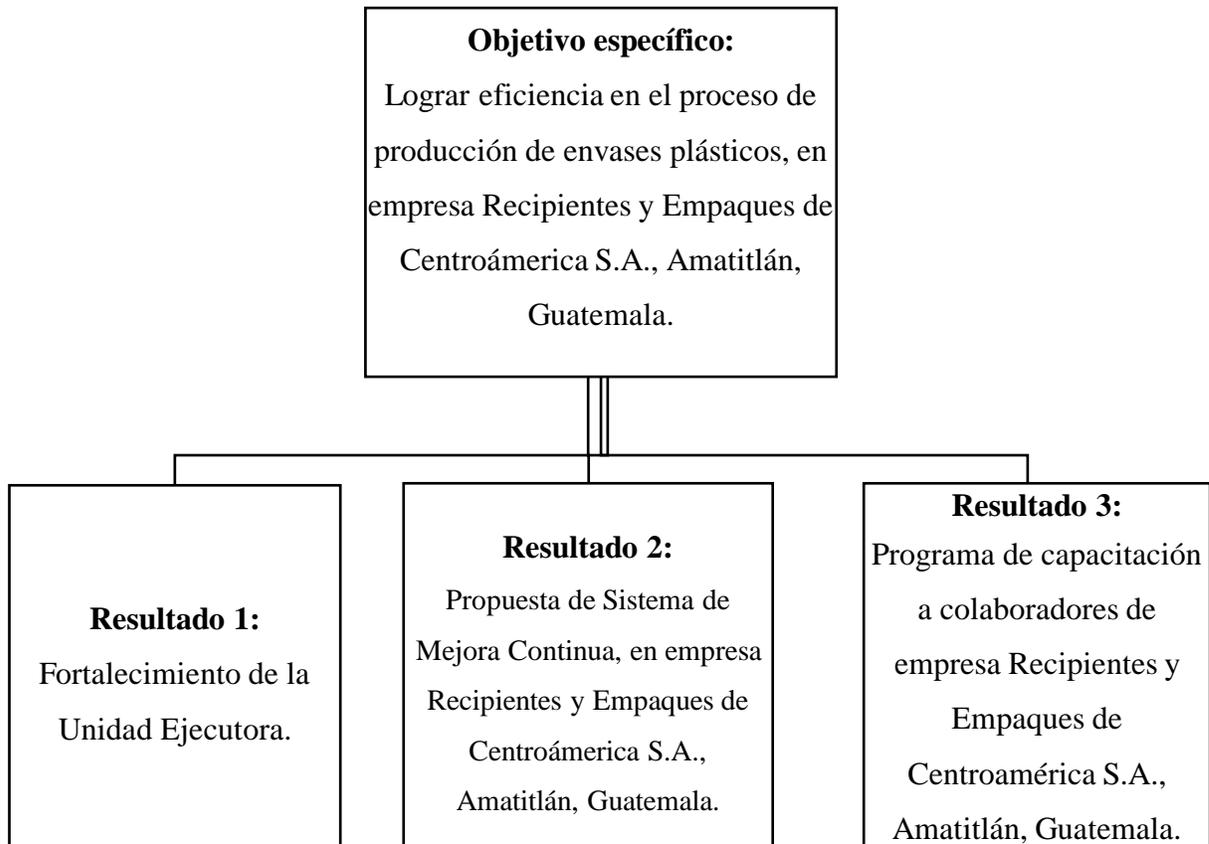
II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Se comprueba la hipótesis “El incremento de materia prima no reutilizada, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años, por deficiente proceso de producción de envases plásticos, es debido a inexistencia de propuesta de Sistema de Mejora Continua”, con el 100 % de confianza y 0 % de error para ambas variables X y Y (causa y efecto).

Por lo anterior se recomienda operativizar la solución de la problemática mediante la implementación de propuesta de Sistema de Mejora Continua al proceso de producción de envases plásticos, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.

ANEXOS.

Anexo 1: Propuesta para solucionar la problemática.



Resultado 1: Unidad Ejecutora.

Actividad 1: Espacio físico.

Es necesario contar con una oficina de 6 metros cuadrados y seccionar en 3 módulos la cual estará ubicada a un costado de la planta de producción, para poder instalar ampliamente al personal asignado.

Actividad 2: Material y equipo.

3 escritorios de metal para oficina color negro de 1.2metros.

3 sillas secretariales con brazos con 4 ruedas, ajuste de altura, color negro.

1 archiveros de metal con 3 gavetas de 60 X 50 cm.de color negro.

3 computadoras de escritorio DELL Procesador AMD Ryzen 3 2200U 2.50 GHz con las características siguientes: memoria RAM 4GB, 64 bits, disco duro de 1TB, Windows 10 y office 2010.

1 estantería metálica de 200X150X30 centímetros con 6 divisiones horizontales y 2 verticales.

Actividad 3: Personal técnico.

Un jefe de departamento con el perfil siguiente: ingeniero industrial, será quien estará a cargo de la unidad ejecutora.

Un asistente con el perfil siguiente: Estudiante universitario con conocimientos básicos en Microsoft Office.

Un técnico con el perfil siguiente: Graduado de diversificado bachillerato o carrera a fin

Actividad 4: Recursos Financieros.

La empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala., proporcionará los recursos necesarios para la implementación de propuesta de Sistema de Mejora Continua al proceso de producción de envases plásticos, mediante el Departamento de Contabilidad.

Resultado 2: Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.

Actividad 1. Implementación de las 5 s,

Para la continuidad del plan es indispensable la implementación de 5s en el área de inyección ya que dicha metodología contribuye a la mejora continua de los procesos y condiciones laborales.

Acción 1: 1ra. S Clasificar.

Para la clasificación se tiene que tomar en consideración los siguientes aspectos en materiales, preformas y herramientas de trabajo.

Materiales, color, índice de fluidez, tipo de material

Preformas, color, tamaño, cliente

Herramienta de Trabajo, uso diario, uso eventual

Se clasificarán todos los materiales y se almacenarán de acuerdo a su especificación, se asignará espacio para los materiales de acuerdo a su volumen para optimizar espacios físicos, la herramienta que es de uso eventual se tendrá que analizar si es necesario que permanezcan dentro del área o si se deja en bodega general.

Acción 2: 2da. S Organización.

Tarimas plásticas

Con rotulación por código de artículo

Los materiales se tendrán que ordenar sobre tarimas plásticas para evitar la contaminación cruzada tomar en consideración los números de parte asignados a cada tipo de material para lograr una clasificación ordenada dentro del área de trabajo.

Acción 3: 3ra. S limpiar.

Maquinaria

Pisos

Paredes

Estructuras

Partes mecánicas

La limpieza de la maquinaria se realizará con pistola para fushinear y wipe se utilizará desengrasante Degreaser Aqua, los pisos realizarla con aspiradora industrial y paños húmedos, aspiración de las estructuras, las paredes se limpian con plumones secos, para las partes mecánicas utilizar tolueno, esta tarea se tendrá que realizar una vez por semana como mínimo.

Acción 4: 4ta. S estandarizar.

El desengrasante a utilizar para la maquinaria será, Degreaser Aqua o Biogreaser.

El solvente a utilizar para pisos será, Relanit S

Utilizar tarimas plásticas de 1.20x1.0 m. con capacidad minima de 3,000 kg, cada una ya que se harán estibas.

Para la limpieza de estructuras y paredes utilizar andamio de 1.0x1.0x1.0m. con dos llantas giratoria y dos fijas.

Para las partes mecánicas utilizar tolueno.

El Biogreaser y/o Degreaser se deberá mezclar con agua, 2 a 1 dos partes de agua por una del desengrasante, el Relanit S utilizar 3 a 1 tres partes de agua por una de solvente, el entarimado deberá realizarse con un máximo de 1.0 m de altura por tarima de esta manera se podrán apilar de dos en dos, El tolueno deberá utilizarse al 100% no necesita mezclarse,

La rotulación deberá estar impresa en una hoja media carta.

Los materiales de color deberán tener cobertor negro de color negro.

El cubrir los materiales de color ayuda a retardar el proceso de degradación por exposición a la luz.

Acción 5: 5ta. S seguridad.

No se deberá utilizar tarimas defectuosas

Colocar la rotulación correspondiente de prohibición de paso peatonal por piso húmedo al momento de realizar la limpieza.

Dotar del equipo de protección personal necesario para la manipulación de solventes al personal encargado de limpieza, guantes de nitrilo, mascarilla de carbón activado, lentes protectores y calzado industrial.

Para la realización de la limpieza de estructuras utilizar únicamente el andamio autorizado colocar línea de vida para utilizar arnés de seguridad.

Señalizar con flechas pintadas de color blanco con el contorno verde en el suelo y en las paredes rotular bajo las mismas características de color para indicar cuál es la ruta de evacuación.

Al finalizar el turno laboral cada operador realizará el respectivo reporte de producción y lo entregará al supervisor de turno para su respectiva revisión.

Actividad 3. Mantenimiento de maquinaria actual

Acción 1: Mantenimiento correctivo

Es de vital importancia realizar el mantenimiento correctivo a la maquinaria actual para llevarla nuevamente al óptimo rendimiento para la cual está diseñada, realizar los trabajos siguientes.

Revisión de eje principal y cojinetes a motores principales U 1 y U 2

Revisión de cojinetes UCF 206 de los 4 rodillos principales

Realizar cambio de cojinetes de bolas V6004 en el dosificador

Revisión de chumacera Napa 206 30mm IPTCI en la banda de salida

Realizar limpieza de filtro en regulador de aire comprimido

Realizar cambio de botoneras principales y revisión de paros de emergencia

Revisión de resistencia térmica del cañón

Actividad 4: Mantenimiento preventivo

Acción 1: Mantenimiento programado para inyectoras

Se establece el tiempo en cual deberá ser realizada cada tarea para mantener los equipos en óptimas condiciones.

Revisión anual a motores principales U 1 y U 2

Engrase mensual de cojinetes UCF 206 de los 4 rodillos principales

Revisión anual de cojinetes de bolas V6004 en el dosificador

Engrase mensual a chumacera Napa 206 30mm IPTCI en la banda de salida

Actividad 5: Reutilización del envase PET (Polietilen- tereftalato)

Acción 1: Separación Manual

Se deberá verificar que entre la botella no exista otro material mezclado o envases de otro color, luego, las botellas circulan por cintas con detectores de metal mientras los operarios se encargan de identificar y retirar aquellos materiales que no se adecúan a lo que se recicla.

Acción 2: Molinos

Las botellas rotas se pasarán por cajas con cuchillas trituradoras de doble eje que cortarán el material, luego continuaran por un filtro y serán conducidas a piletas con agua donde se finalizara de separar el PET del resto de otros materiales. El PET se volverá a procesar hasta convertirlo en escamas de 12 milímetros.

Acción 3: Escamas

Deberá pasar por la máquina secadora y continuará por dispensadores que rellenan sacos de unos 400 a 500 kilos. A la bolsa se le deberá colocar una etiqueta con información básica para la trazabilidad.

Acción 4: Producto final

Las escamas producidas podrían ser reutilizadas al transformarlas en resina reciclada que luego será incluida en algunas preformas que se usará para fabricar las botellas u otros productos tales como: Feje plástico, lamina plana, fibra de poliéster para ropa, madera plástica y tarimas, fibra para relleno térmico, alfombras, etc.

Resultado 3: Capacitación o sensibilización.

Actividad 1. Convocatoria de capacitaciones.

Operadores de máquinas inyectoras

Departamento de mantenimiento

Departamento de producción

Auxiliares y jefes de área

Actividad 2. Metodología.

La metodología será la siguiente: Charlas, proyección y talleres para una explicación más detallada.

Actividad 3. Frecuencia de capacitaciones.

1 cada mes los primeros 3 meses posteriormente será bimensual

Temas a capacitar.

Generalidades de mejora continua

Metodología 5's.

Información documentada

Tipos de Mantenimiento

Producción

Mermas

Normas de Salud y Seguridad Ocupacional (SSO)

Actividad 4. Taller específico de Mejora Continua.

Acción 1. Convocatoria de capacitaciones.

Personal Operativo de planta

Auxiliares y jefes de área

Personal Administrativo

Acción 2. Metodología.

La metodología será la siguiente: Charlas, proyección y talleres para una explicación más detallada sobre Mejora Continua.

Acción 3. Frecuencia de capacitaciones.

1 cada semana los primeros 2 meses posteriormente será mensual.

Temas incluidos en los talleres.

Los desafíos de las organizaciones con respecto a la Mejora Continua

¿Qué buscan las empresas hoy en día al implementar la Mejora Continua?

La Mejora Continua

Mejora Continua y enfoques basados en el proceso de envases plásticos

Relación de la Mejora Continua con otras áreas

Diagrama de Ishikawa

Diagrama de Deming

Círculos de calidad

Anexo 2. Matriz de estructura lógica.

Componentes del plan	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
<p>Objetivo general. Disminuir la materia prima no reutilizada en el proceso de producción de envases plásticos, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.</p>	<p>Al quinto año de ejecutada la propuesta, se disminuye la materia prima no reutilizada en el proceso de producción de envases plásticos, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala, y a la vez se soluciona en 85% el efecto identificado</p>	<p>Reportes mensuales reportes de la Unidad Ejecutora</p>	<p>La Gerencia General brinda toda la colaboración para implementar la propuesta.</p>
<p>Objetivo específico. Lograr eficiencia en el proceso de producción de envases plásticos, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.</p>	<p>Al quinto año de ejecutada la propuesta, se logra la eficiencia en el proceso de producción de envases plásticos, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala. y a la vez se soluciona en 85% el efecto identificado.</p>	<p>Reportes mensuales de la Unidad Ejecutora</p>	<p>La Gerencia General brinda toda la colaboración para implementar la propuesta.</p>
<p>Resultado 1: Fortalecimiento de la Unidad Ejecutora .</p>			

<p>Resultado 2: Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala .</p>			
<p>Resultado 3. Programa de capacitación a colaboradores de empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.</p>			

Fuente: De Leon Miranda, 2021.

Anexo 3. Presupuesto.

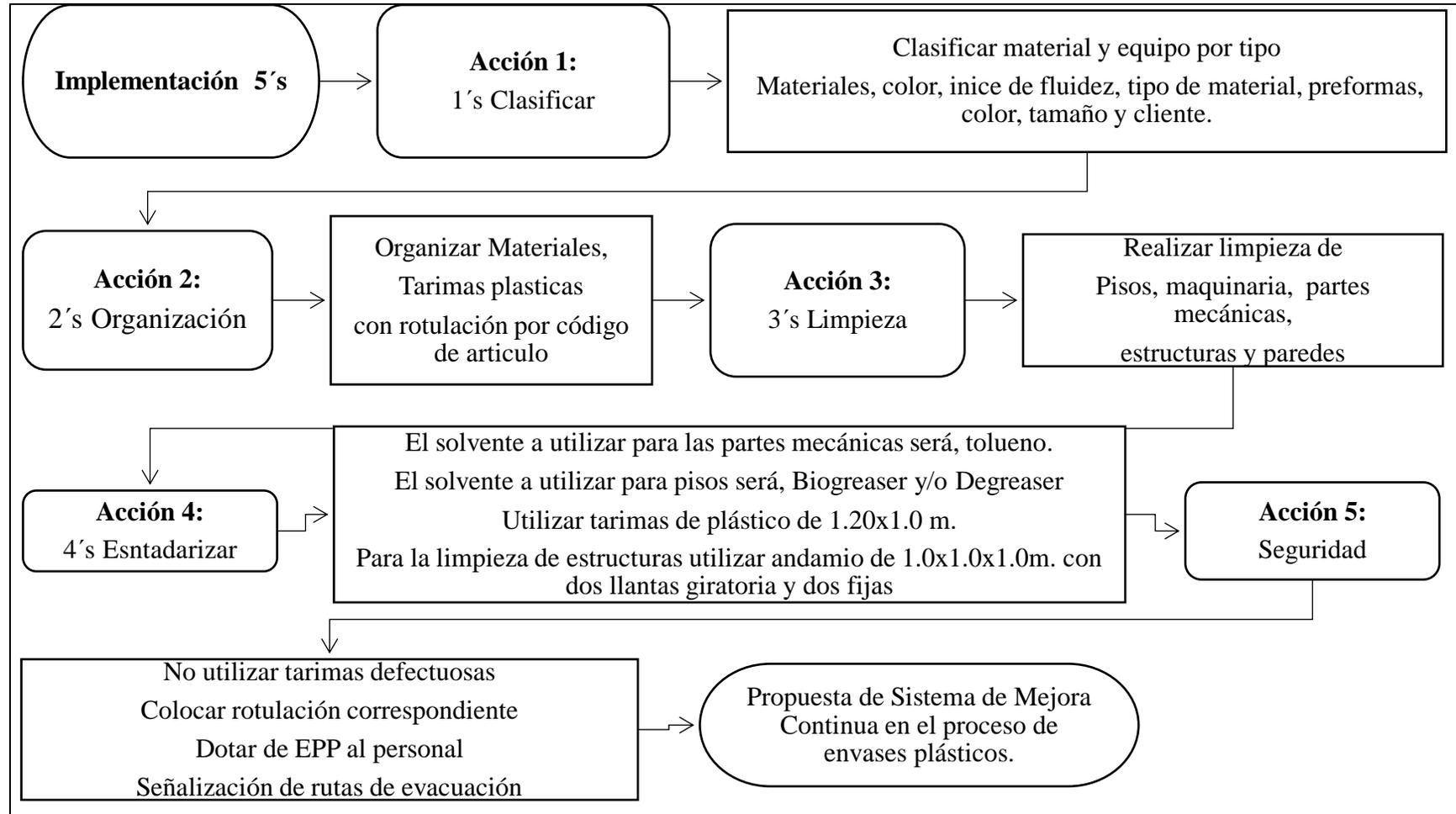
Como se puede apreciar en el anexo que a continuación se muestra, se detallan los resultados y al mismo tiempo el costo unitario por cada uno de ellos, finalmente se detalla también el costo total de la propuesta para solucionar la problemática identificada en el árbol de problemas.

Presupuesto		
No. Resultado	Descripción	Costo unitario
1	Unidad ejecutora	Q20,000.00
2	Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatitlán, Guatemala.	Q50,500.00
3	Capacitación	Q8,000.00
Total		Q78,500.00

Anexo 4. Otros anexos

Anexo 4.1 Flujogramas

Flujograma 1: Implementación de 5's



Flujograma 2: Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en empresa Recipientes y Empaques de Centroamérica S.A., Amatlán, Guatemala.

