

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ENVASES DE PET Y
SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA INSOPLAST**

Informe de Investigación presentada como requisito previo a la obtención del
Título de Ingeniero Industrial.

AUTOR:

Andrés Leonardo Carvajal Vargas

TUTOR:

Ing. Alexis Suárez del Villar Labastida, M.Sc.

QUITO - ECUADOR

2017

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de DIRECTOR del Proyecto: **“ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ENVASES DE PET Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA INSOPLAST”** presentado por el ciudadano: Andrés Leonardo Carvajal Vargas estudiante del programa de Ingeniería Industrial de la “Universidad Tecnológica Indoamérica”, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la revisión y evaluación respectiva por parte del Tribunal de Grado que se designe para su correspondiente estudio y calificación.

Quito, 19 de Agosto del 2017

TUTOR

Ing. Alexis Suárez del Villar Labastida, M.Sc.

C.C.:.....

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Andrés Leonardo Carvajal Vargas, declaro ser autor del proyecto de titulación titulado **“ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ENVASES DE PET Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA INSOPLAST”**, como requisito para optar al grado de “Ingeniero Industrial”, autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Parciales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 29 días del mes de abril de 2017, firmo conforme:

Autor: Andrés Leonardo Carvajal Vargas

Firma

Número de Cédula: 1718815077

Dirección: Joaquín Gutiérrez y Tanicuhi

Correo Electrónico: andres_carvajal_vargas@hotmail.com

Teléfono: 0997587457

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR

El abajo firmante, declara que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente proyecto, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales, y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, 19 de Agosto del 2017

Para constancia firma

PRESIDENTE

VOCAL

VOCAL

DEDICATORIA

Con especial cariño dedico este trabajo, fruto de los conocimientos adquiridos a lo largo de estos años de estudio, a las personas que más amo; mi esposa Cristina, mis padres Nelly y Carlos, así como también a quienes siempre han estado a mi lado; mi tía Wendy, Manolo e Hijos que han sido mi Apoyo, de manera muy especial a mi hermana que desde el cielo siempre me ha guiado y ha permitido que este sueño tan hermoso y promesa sea cumplido.

Andrés Carvajal

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Tecnológica Indoamérica y sus docentes que son gestores de mi formación profesional, a mi familia que han sido pilar fundamental y me han apoyado siempre para culminar con éxito este proceso, a la empresa INSOPLAST en especial a Olger del Área de Producción que me ayudaron a lo largo de la elaboración de este Proyecto.

Andrés Carvajal

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
PRELIMINARES	
TEMA:	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
APROBACIÓN DEL JURADO EXAMINADOR	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
RESUMEN EJECUTIVO	xiv
EXECUTIVE SUMMARY.....	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	4
EL PROBLEMA.....	4
Tema	4
Planteamiento del Problema.....	4
<i>Contextualización</i>	4
Macro	4
Importación de Pet.....	5
Meso.....	5
Micro.....	6
Árbol de Problemas	7
Análisis Crítico.....	8
Prognosis	9
Formulación del Problema	9
Líneas de Investigación.....	10
Delimitación del objeto de la Investigación.....	11
Justificación.....	11
Interrogantes de la Investigación.....	13

Delimitación del Objetivo de Investigación.....	13
Objetivos	13
Objetivo General.....	13
Objetivos Específicos	13
CAPÍTULO II.....	14
MARCO TEÓRICO	14
Antecedentes Investigativos	14
Fundamentaciones	18
Fundamentación Técnica Tecnológica	18
Fundamentación Legal.....	20
Red de Categorías	22
Constelación de Ideas de la Variable Independiente	23
Constelación de Ideas de la Variable Dependiente	24
Desarrollo de la Variable Independiente.....	25
La Ingeniería Industrial.....	25
Ingeniería de Procesos	26
Proceso de Inyección Soplado de Envases	28
Moldes de inyección de plástico de colada y canal caliente	30
Tecnología.....	31
Calidad	32
Materia Prima.....	32
Datos Técnicos del PET.....	33
Máquina	34
Sopladora de Envases	34
Tiempo de Producción	35
Variable Dependiente	36
Ingeniería de Producción	36
Eficiencia.....	37
Tiempo de Producción	37
Capacidad de Producción.....	37
Hipótesis.....	38
Señalamiento de Variables.....	38

Variable Independiente	38
Variable Dependiente	38
CAPÍTULO III	39
METODOLOGÍA.....	39
Enfoque de la Modalidad	39
Modalidad de la Investigación	39
Investigación de Campo.....	39
Investigación Bibliográfica – Documental	40
Nivel o Tipo de Investigación	40
Exploratorio.....	40
Población y Muestra	40
Población.....	40
Muestra	40
Operación de las Variables.....	41
Recolección de la Información.....	44
Procesamiento y Análisis de la Información.....	44
CAPÍTULO IV	46
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	46
Análisis de la cantidad de defectos generados	47
Repetitividad de las Inconformidades.....	49
Análisis de Costo por defecto.....	49
Diagrama de Pareto.....	50
Análisis del Proceso Productivo y la Generación de Inconformidades	51
Proceso de Producción de Envases PET	54
Análisis de Defectos	59
Rebabas	63
Análisis de la Situación Actual	67
Análisis	67
Conclusiones y Recomendaciones.....	69
Conclusiones	69
Recomendaciones	69
CAPÍTULO V	71

LA PROPUESTA	71
Tema	71
Datos Informativos	71
Antecedentes de la Propuesta	72
Objetivos	72
Objetivo General.....	72
Objetivos Específicos	73
Justificación de la Propuesta	73
Factibilidad.....	73
Análisis de la Factibilidad Legal	73
Análisis de Factibilidad Técnica	74
Desarrollo de la Propuesta	75
Ensayo de Control de Calidad.....	78
.....	82
Aplicación de la Propuesta.....	83
Validación de la Propuesta.....	85
Beneficios de la Propuesta	87
Beneficios Técnicos.....	87
Beneficios Económicos.....	87
Impacto Ambiental	88
Conclusiones y Recomendaciones de la Propuesta	88
Conclusiones	88
Recomendaciones	88
BIBLIOGRAFÍA	90
ANEXOS.....	91

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 1: Importación del PET	5
Figura N° 2: Árbol de Problemas.....	7
Figura N° 3: Clasificación de los plásticos según la SPI (NTE INEN 2634).....	19
Figura N° 4: Usos más comunes de las resinas ticas (NTE INEN 2634)	20
Figura N° 5: Red de Categorías	22
Figura N° 6: Constelación de Ideas de la Variable Independiente	23
Figura N° 7: Constelación de Ideas de la Variable Dependiente.....	24
Figura N° 8: Proceso	27
Figura N° 9: Proceso de inyección-soplado	29
Figura N° 10: Representación de la Inyección de plástico en colada Caliente	30
Figura N° 11: Molde de Canal Caliente	31
Figura N° 12: Inyectora de Plástico y sus partes	34
Figura N° 13: Sopladora de Envases.....	34
Figura N° 14: Proceso de Soplado y Molde de Soplado	35
Figura N° 15: Repetividad de las inconformidades	49
Figura N° 16: Diagrama de Pareto basado en la repetividad de inconformidades	51
Figura N° 17: Diagrama de Pareto basado en la repetividad de inconformidades	53
Figura N° 18: Tolva y banda de transporte	55
Figura N° 19: Transporte de preforma	55
Figura N° 20: Camara de Pre-calentamiento	56
Figura N° 21: Toma de Preforma y colocación en molde	56
Figura N° 22: Cierre de Molde de 1o 2 Cavidades y soplado de la Preforma.....	57
Figura N° 23: Diagrama de Proceso de Soplado	58

Figura N° 24: Preforma reciclada y en material Virgen	59
Figura N° 25: Molde para inyección de Preformas	60
Figura N° 26: Tolva de Secado del material PET.....	61
Figura N° 27: Contaminación.....	62
Figura N° 28: Rebabas en el cuello del envase.....	63
Figura N° 29: Rozamiento de cuello con guías de sujeción.	65
Figura N° 30: Diagrama de P Frecuencia vs Muestra.....	66
Figura N° 31: Ubicación de la Empresa INSOPLAST	71
Figura N° 32: Esquema del proceso de análisis de entrada.....	82
Figura N° 33: Gráfica de Evaluación pregunta 6 de encuesta	86

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 1: Datos Técnicos del PET	33
Tabla N° 2: Operacionalización de la Variable Independiente: Proceso de fabricación de envases PET.....	42
Tabla N° 3: Operacionalización de la Variable Dependiente: Producción	43
Tabla N° 4: Cantidad de Defectos por periodo.....	44
Tabla N° 5: Cantidad de Producto inconforme.....	47
Tabla N° 6: Cantidad de inconformidades por periodo	48
Tabla N° 7: Costo de la Inconformidad	49
Tabla N° 8: Costo Total anual del producto inconforme	50

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ENVASES DE PET Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA INSOPLAST

AUTOR:

Andrés Leonardo Carvajal Vargas

TUTOR:

Ing. Alexis Suarez del Villar Labastida, M.Sc.

RESUMEN EJECUTIVO

Las presente investigación se desarrolla en la empresa INSOPLAST, la misma que se enfoca en la cantidad de inconformidades presentadas en los envases de PET que se producen en la empresa , para el análisis de la investigación se realizó el Diagrama de Pareto donde se considera la cantidad de envases defectuosos presentados, con los costos que este producto inconforme implica, de acuerdo a los resultados obtenidos se identificó que la principal causa para la presencia de inconformidades en el producto está relacionada con la falta de ensayos de a las preformas¹ antes de la producción.

Como resultado se ha llegado a proponer nuevos análisis de control, el mismo que incluye el procedimiento y equipos a utilizar.

Con este nuevo control se busca reducir la cantidad de envases inconformes generados en el área de producción de la empresa INSOPLAST.

¹ Preforma.- Tubo de Plástico utilizado para hacer botellas utilizando el proceso de inyección soplado.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ENVASES DE PET Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA INSOPLAST

AUTOR:

Andrés Leonardo Carvajal Vargas

TUTOR:

Ing. Alexis Suarez del Villar Labastida, M.Sc.

EXECUTIVE SUMMARY

The present investigation is developed in the company INSOPLAST, the same one that focuses on the quantity of nonconformities presented in the PET containers that are produced in the company, for the analysis of the investigation was realized the Pareto Diagram where the quantity is considered Of defective packaging presented, with the costs that this unconformed product implies, according to the obtained results it was identified that the main cause for the presence of nonconformities in the product is related to the lack of tests of the preforms before the production.

As a result we have come to propose new control analyzes, which includes the procedure and equipment to be used.

This new control seeks to reduce the number of non-conforming containers generated in the production area of the company INSOPLAST.

INTRODUCCIÓN

El siguiente Informe de Investigación tiene como tema: “ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ENVASES DE PET Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA INSOPLAST”.

INSOPLAST se dedica a la inyección y soplado de envases plásticos en distintos materiales, uno de estos materiales es el PET, material que actualmente está siendo utilizado para el embotellamiento de agua, los cuales que debido al contenido que se almacena, debe cumplir con estándares de calidad.

El incremento de consumo de este envase en las empresas de agua implica un aumento en la demanda de esta producción, el aumento incluido a las inconsistencias que presenta la Calidad del producto dentro del proceso de producción se mencionan como; inconformidades de producto defectuoso que se producen y que no son aprobados para el consumidor, afectando la economía de la empresa y las unidades de producto durante la producción.

La cual ocasiona altos incumplimientos de calidad, afectando la capacidad de producción, debido a esto es necesario realizar un análisis del proceso de productivo. Se conoce el uso de distintos proveedores de materia prima, y el uso de maquinaria no modernizada.

Por lo que es necesario elaborar un análisis del proceso de productivo y cumplimiento de estándares de calidad y producción para lograr identificar los motivos que generan los incumplimientos y así poder proponer la solución más adecuada en el aspecto técnico y económico para que la empresa pueda mejorar su eficiencia y logre ser más competitiva.

El PET es un material que se utiliza para la fabricación de un sinnúmero de aplicaciones debido a que es ligero, seguro y reciclable con una barrera inherente, haciéndolo adecuado para usos varios.

Los envases de este material son fabricados de dos maneras: moldeo por soplado para la elaboración de botellas, o termoformado con láminas.

Durante el proceso productivo del envase se identificó incumplimiento en las especificaciones de producto terminado acompañado de rebabas, adicional a esto se pudo observar que existe pérdidas de materia prima durante el soplado del material ocasionando incumplimiento en el peso y una mala formación del envase, esto es ocasionado por la mezcla de materia prima y que el molde no se cierre correctamente.

Es necesario realizar un análisis de los ensayos que se realizan después que el producto es fabricado e identificar si la metodología que se está utilizando es correcta para la validación del envase.

La maquinaria para el proceso de fabricación de envases PET se considera como otro de los problemas dado que la misma es obsoleta con relación a la maquinaria de la competencia, a esto se suma la pérdida por arranque de turno, exceso de tiempos muertos por cambio de moldes y el proceso de fabricación del producto.

El PET es un material ligero por lo tanto los envases elaborados con este material, pueden proporcionar un embalaje y envasado eficiente, lo que permitirá empaques secundarios más ligeros reduciendo el consumo de combustible y emisión de gases de efecto invernadero.

Para incrementar la eficiencia y disminuir el uso de resina plástica, la fabricación del PET continúa haciendo empaques más ligeros conservando al mismo tiempo la fuerza e integridad del empaque.

Uno de los beneficios más importantes del PET es que es reciclable por lo que las ventajas de este material es la reducción de materia prima virgen, reducción de energía cuando se convierte en PET, reciclando a un equivalente virgen, y adicional menos emisiones de gases de efecto invernadero.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Tema

ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ENVASES DE PET Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA INSOPLAST.

Planteamiento del Problema

Contextualización

Macro

A principios del año 1976, se da inicio a la utilización de recipientes de bajo peso, cristalinos y duros en especial para líquidos. Podemos decir que el PET ha avanzado tan satisfactoriamente para capas de protección ya sea de alimentos o útiles de aseo. En países latinoamericanos como México se inició su utilización en el año 1980.

La producción inicial de recipientes PET es comercializada en 1977 y desde sus inicios hasta la actualidad estos recipientes se han desarrollado de manera satisfactoria de tal forma que ha llegado a ser la mejor opción para empaques en la actualidad.

Por tal razón los envases que son fabricados de este material han llegado a ser hoy en día los más demandados en las empresas de fabricación de envases plásticos más que todo para el almacenamiento de bebidas ya sean estas de líquidos vitales, automotrices, farmacéuticos, cosméticos, etc.

El hallazgo de este polímero fue registrado como un polímero plástico por J.R. Whinfield y J.T. Dickson quienes realizaron la indagación sobre los termoplásticos desde 1971 hasta 1941.

En nuestro país la producción de PET es nula, es decir que las empresas industriales deben depender totalmente de la importación de este material. Si bien es cierto el Ecuador es un país productor de petróleo aún no cuenta con la tecnología necesaria para poder producir el PET.

La demanda de este material en nuestro país se ha ido incrementando ya que este material se lo utiliza preferiblemente en la elaboración de envases para bebidas, cosméticos y fajillas o embalajes para productos alimenticios.

Según datos tomados del Banco Central del Ecuador la importación del PET se ha incrementado en un 9% según datos recolectados hasta el 2012.

Importación de Pet

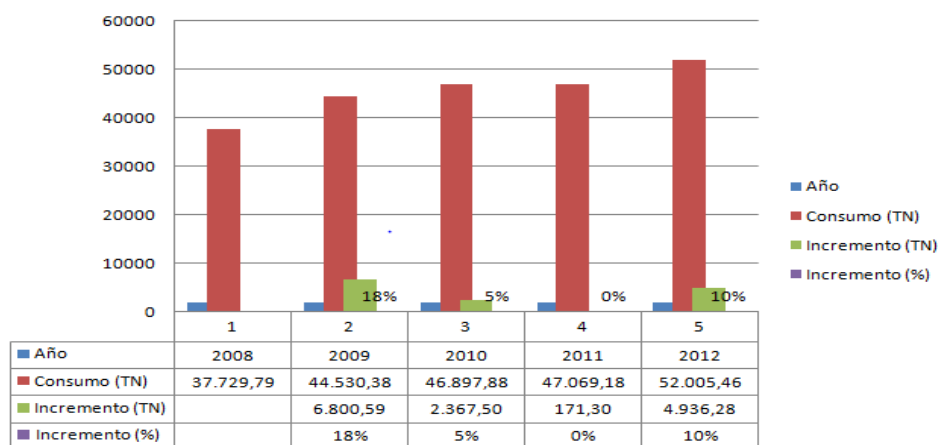


Figura N° 1: Importación del PET
Elaborado por: El Investigador

Meso

INSOPLAST es una empresa que desarrolla sus actividades dentro de la ciudad de Quito y que se encuentra ubicada en José Andrade S/N y Av. Juan de Solís. La empresa se consolida en 1971, en la actualidad el presidente José

Eduardo Bueno y que es quien lleva las riendas de la empresa constituyéndola como una de las más competitivas del mercado.

Durante estos 35 años, el principal objetivo de la empresa ha sido la fabricación y comercialización de toda clase de envases así como también de la fabricación de moldes para la fabricación de los mismos.

Dentro de las etapas del proceso de producción de los artículos de plástico, INSOPLAST es la encargada de realizar el soplado y la inyección de envases mediante máquinas de extrusión soplado.

Los moldes que son utilizados para la inyección de las preformas y el soplado de los envases en su mayoría son adquiridos en el extranjero, muy pocos son elaborados dentro del país ya que de igual manera el costo de estos es alto y que en nuestro país la elaboración de los moldes no es cien por ciento confiable ya que la tecnología que cuentan las matricerías no garantizan la efectividad y el cumplimiento de los parámetros del producto después de ser elaborado.

En la actualidad la inyección y soplado de envases se ha convertido en un gran negocio obligando a todas las empresas a generar productos de Calidad y a eso es a lo que apunta la empresa INSOPLAST a brindar productos cien por ciento confiables para así lograr a ser líder en la fabricación y comercialización de sus envases.

Micro

Los materiales más utilizados en la actualidad para la elaboración de envases es el PET el mismo que a partir de dos materias primas que se derivan del petróleo formando el polímero obteniendo las siguientes características; es amorfo, posee un alto contenido de acetaldehído y presenta un bajo peso molecular.

Al ser un polímero amorfo ocasiona durante el proceso productivo una variedad de defectos de calidad.

Árbol de Problemas



Causa: Se refiere a la Variable Independiente.- en este caso al proceso de fabricación de envases PET.

Efecto: Se refiere a la Variable Dependiente.- en este caso su Incidencia en la Producción.

Figura N° 2: Árbol de Problemas
Elaborado por: El Investigador

Análisis Crítico

Luego de realizado un estudio de los problemas que se presentan y que generan una disminución de la eficiencia durante la fabricación, es evidente y trascendental la utilización de una óptima materia prima para la elaboración de estos envases, al no ser una materia prima optima implica que la producción de la empresa no sea eficiente durante la fabricación de estos envases ocasionando así incumplimientos de calidad en la empresa y por ende un bajo rendimiento de la misma.

Otro de los efectos que se produce en el proceso son los incumplimientos de calidad ya que debido a la utilización de diversos tipos de materia prima proporcionada por varios proveedores y la no definición de los correctos parámetros de control, implica que las características técnicas para cada una de estas no son las mismas por lo tanto seguirá existiendo el incumplimiento de eficiencia en máquina y por ende de toda la planta de producción, adicional a esto existirán perdidas de recursos y pérdidas económicas al generar un alto desperdicio de material no conforme.

Al continuar estas deficiencias o incumplimientos en la Empresa INSOPLAST seguirá generando un alto porcentaje de desperdicio de material y producto no conforme, obteniendo así una baja rentabilidad de los envases terminados en el mercado dando la oportunidad a los clientes a que busquen nuevas empresas que satisfagan sus necesidades, dejando de ser una empresa competitiva y con la posibilidad de salir del mercado, es por esto necesario realizar el análisis para solucionar los problemas que presenta la empresa para esto se analizara lo siguiente.

- Control de parámetros técnicos de la maquinaria.
- Análisis de las materias primas que actualmente se están utilizando.
- Validación de especificaciones técnicas de control de envases.
- Validación de ensayos para control de especificaciones.

Prognosis

Después de haber realizado el análisis de las causas del problema que posee la empresa INSOPLAST es evidente que el principal problema dentro de la fabricación de envases es la utilización de materias primas con diferentes características técnicas, ocasionando así la baja eficiencia en las líneas de producción. Sobre todo el efecto que causa dentro del proceso que es la baja de eficiencia por el reproceso que se debe realizar, además la mayoría de envases no terminan con las especificaciones requeridas por lo existe un porcentaje de merma alto.

Considerando que la visión de la empresa es tener un crecimiento anual de un 5 % lo cual catapultara a la empresa entre una de las mejores empresas nacionales, se considera que es importante corregir las no conformidades con el producto actual, utilizando un sistema de mejora continua basado en el análisis del proceso productivo², a modo de llegar a cumplir con la visión propuesta por INSOPLAST.

Formulación del Problema

El proceso de elaboración del envase está definido por distintos pasos en las empresas industriales que se dedican a la fabricación de envases plásticos, uno de los métodos más utilizados dentro de las empresas que se dedican a la fabricación de estos artículos es el método Gussoni, el mismo que comprende la utilización de una mesa circulatoria, en la misma se coloca una parte del molde conocido comúnmente dentro de la industria como el macho. En un inicio la hembra que corresponde al complemento del molde, a estos estar juntos se puede dar forma al número de preformas que serán inyectadas por la maquinaria convencional. El molde después de recibir el material diluido procede a tomar la forma de la preforma y seguido de esto pasa a la fase de soplado la misma que dará la forma deseada al tipo de envase que se esté fabricando en ese momento, el mismo que

² Proceso Productivo.- Secuencia de actividades requeridas para la elaboración de un producto.

dependerá del molde adicional que se coloca en la sopladora, la maleabilidad de este material proporciona la elaboración de cualquier forma que se desee dar al polímero, después de ello el envase que se encuentra ya dado la forma es enfriado por medio de los ductos de enfriamiento que posee el molde que da la forma al mismo y este es expulsado para su almacenaje.

El problema nos indica que después de terminado el proceso de inyección – soplado de los envases se presentan fallas en los envases terminados, generando un 13% de envases con incumplimiento de calidad (del total de producción por línea de producción) así como también la pérdida de la materia prima utilizada en la fabricación de los envases y el bajo rendimiento en la máquina. Mediante el cual es necesario realizar un estudio del proceso de fabricación de los envases para poder mejorar la producción y brindar una mejora y solución al problema.

Líneas de Investigación

Según las políticas y la línea de investigación UTI (2011) relacionan con:

La línea de investigación de este estudio es: Empresarial y Productividad.-Esta línea de investigación se orienta por un lado al estudio de la capacidad de emprendimiento o empresarialidad de la región, así como su entorno jurídico-empresarial; es decir, de repotenciación y/o creación de nuevos negocios o industrias que ingresan al mercado con un componente de innovación. Por otro lado, el estudio de las empresas existentes en un mercado, en una región, se enmarcará en la productividad de este tipo de empresas, los factores que condicionan su productividad, la gestión de la calidad de las mismas, y que hacen que estas empresas crezcan y sobrevivan en los mercados. (Univiersidad Tecnologica Indoamerica, 2011).

El análisis de investigación se encuentra alineado al área de Manufactura y Producción, en este se establecerá que tan eficiente es la fabricación de estos envases y así luego de terminar con este análisis y después de identificadas las dificultades que en este proceso se pueda proponer se podrá realizar las respectivas mejoras y correctivos en la fabricación de envases.

Delimitación del objeto de la Investigación

Campo: Ingeniería Industrial

Área: Producción de Envases

Aspecto: Reducción de producto no conforme en la fabricación de envases.

Delimitación Espacial: La investigación se desarrolla en la empresa INSOPLAST.

Delimitación Temporal: El presente trabajo se desarrolla en el período 2016.

Justificación

La **importancia** del presente proyecto se da en base al estudio realizado en la empresa, durante años donde se ha mantenido el consumo de varias materias prima³s lo cual no permite que la eficiencia de la planta y la calidad de los envases cumplan con los requerimientos, por esta razón es importante realizar el análisis del proceso productivo y la homologación de nuevas materias primas que permitan un mejor rendimiento de las líneas de producción y el cumplimiento de los estándares de calidad.

Al realizar el ANÁLISIS DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ENVASES PET Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCCIÓN se concluirá que el uso de nuevas materias primas que permitan el mejor rendimiento en la fabricación de los envases lo que permite, que la eficiencia en la maquinas mejore debido a que disminuirá los incumplimientos de calidad y no existirán paros innecesarios de máquina

³ Materias Primas.- Materia extraída de la naturaleza y que se transforma para elaborar materiales que más tarde se convertirá en bienes de consumo. (PET, Preformas Prefabricadas)

La **competencia** que se crea durante el pasar de los días obliga a las empresas que se dedican a la fabricación de estos productos a emprender nuevos desarrollos y estrategias que permitan que la fabricación de estos sea más eficiente para de tal manera llegar a cumplir con las expectativas de los consumidores, de tal forma que se pueda dar a conocer el correcto manejo de los procesos en la producción llegando a cumplir el proyecto de compartir nuevas ideas que permitan la resolución de inconformidades que se presentan en la fabricación de estos productos.

El **interés** de este análisis es obtener y brindar propuestas de mejora en la producción de los envases, logrando de esta manera mejorar la eficiencia de la producción optimizando recursos y reducir la utilización de materias primas de baja calidad, logrando así llevar a la empresa a ser líder en la fabricación de estos envases y satisfacer la necesidad de sus clientes.

Es **factible** para la empresa la homologación de materia prima y la mejora del proceso productivo, ya que así la productividad de la misma se incrementara y por ende la merma disminuirá, por este motivo la empresa da la apertura y el apoyo necesario para la elaboración de este proyecto proporcionando la información necesaria para identificar las problemáticas que genera la elaboración de estos envases.

Los **beneficios** de este estudio sin duda ayudarán directamente al área de producción además que permitirá que el producto terminado pueda ser de calidad, y poder sobrepasar los estándares establecidos. De tal forma que la empresa pueda disminuir las pérdidas y utilizar de mejor manera los recursos obteniendo una rentabilidad económica ideal.

Utilidad teórica y práctica del análisis de este problema permitirá aplicar los conocimientos adquiridos en los trayectos de la carrera de Ingeniería Industrial y constituye una guía para realizar análisis semejantes en otros procesos productivos, permitirá además lograr identificar las causas del problema y plantear

la solución, y de esta manera poder aplicar un planteamiento teórico y práctico para perfeccionar el proceso productivo y elevar la productividad.

Interrogantes de la Investigación

- ¿Cuál es la eficiencia actual de la empresa?
- ¿Cómo se podría mejorar la calidad del envase?
- ¿Cuáles son los parámetros de control de la materia prima?
- ¿Cuáles son los parámetros los defectos más frecuentes en la fabricación de los envases?

Delimitación del Objetivo de Investigación

El objetivo de este trabajo de grado es reducir la merma durante del proceso de soplado de la fabricación de envases PET de la empresa INSOPLAST S.A., en el periodo de 1 (un) año.

Objetivos

Objetivo General

Análisis del proceso de fabricación de envase PET y su incidencia en la producción.

Objetivos Específicos

- Analizar el nivel de producción en la fabricación del envase con los diferentes tipos de materia prima.
- Establecer cómo se desarrolla el proceso de fabricación del envase, mediante levantamiento del diagrama de flujo del proceso de fabricación.
- Reducir el costo de fabricación en la producción, de conformidad a las inconformidades de calidad de los mismos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes Investigativos

Historia 1939 –1954

Según Ana Perdomo, el polietileno tereftalato fue patentado como un polímero para fibra por J. R. Whinfield y J. T. Dickinson en 1941 y comercializado por primera vez en 1953, siendo inicialmente utilizado en la industria textil y luego para envolturas como película plástica. Es un termoplástico de alta resistencia a la presión interna y al impacto, de excelente claridad y baja permeabilidad a los gases, lo que lo convierte en un material especialmente idóneo para el uso en la producción de envases para bebidas carbonatadas, 100% reciclable y con posibilidades de desplazar a otros materiales como por ejemplo, el PVC.

Se produce a partir del ácido tereftálico y etilenglicol, que reúnen las características ideales para una reacción gradual, llamada poli-condensación (Perdomo Gallardo, 2010)

Investigaron los poliesteres termoplásticos en los laboratorios de la Asociación Calico Printers durante el periodo de 1939 a 1941 (BuenasTareas.com, 2013)

Hasta 1939, este terreno era el gran desconocido pero a partir de ese año existía la suficiente evidencia acumulada favoreciendo la teoría que la microcristalinidad era esencial para la formación de fibras sintéticas fuertes (BuenasTareas.com, 2013)

Historia 1955 – 1978

La producción comercial de fibra de poliéster comenzó en 1955; desde entonces, el Polietileno Tereftalato ha presentado un continuo desarrollo tecnológico hasta lograr un alto nivel de sofisticación basado en el espectacular crecimiento del producto a nivel mundial y la diversificación de sus posibilidades (BuenasTareas.com, 2013)

A partir de 1976, se le usa para la fabricación de envases ligeros, transparentes y resistentes principalmente para bebidas. Sin embargo, el Polietileno Tereftalato ha tenido un desarrollo extraordinario para empaques (Perdomo Gallardo, 2010)

Los primeros envases de Polietileno Tereftalato aparecen en el mercado alrededor del año 1977 y desde su inicio hasta nuestros días el envase ha supuesto una revolución en el mercado y se ha convertido en el envase ideal para la distribución moderna (Perdomo Gallardo, 2010)

Actualidad

Por esta razón el Polietileno Tereftalato se ha convertido hoy en el envase más utilizado en el mercado de la bebidas refrescantes, aguas minerales, aceite comestible y detergentes; también bandejas termoformadas, envases de salsas, farmacia, cosmética, licores, etc. Distintos estudios han demostrado que el envase de Polietileno Tereftalato es muy competitivo en el consumo de energía y en la generación de residuos en comparación con otros materiales.

Igualmente el Polietileno Tereftalato tiene una gran versatilidad tecnológica y dependiente del producto a envasar, de las condiciones del mercado (climatología, temperatura, humedad, nivel de automatización y de la calidad del envasado, condiciones de almacenamiento...) y de su diseño, permite optimizar el peso del envase y adecuarlo a las necesidades requeridas.

La tecnología de producción de envases ha permitido esta optimización en el peso de los envases sin detrimento de poner en el mercado una amplia colección de diseños atractivamente comerciales.

Así de esta forma la evolución tecnológica ha permitido el desarrollo de las siguientes etapas:

- Sustitución de otros materiales y evolución del peso del envase de polietileno tereftalato.
- Evolución de materiales constituyentes o relacionados con el envase.
- Impacto en la logística - distribución
- Desarrollo de la industria y de la tecnología de Reciclado.
- Desarrollo de mercados usuarios de polietileno tereftalato

El problema en la calidad de los envases PET se presenta con frecuencia en industria por tal razón esta ha sido abordada en algunos estudios.

Juan Carlos Hernández en el estudio realizado en la Universidad de Carabobo Valencia, Venezuela en Diciembre del 2012 Facultad de Ingeniería se encontró con el tema de “Mejoramiento de la calidad y productividad en una empresa manufacturera de empaques de polietileno tereftalato” cuyo objetivo es optimizar la calidad del producto y mejorar la eficiencia de la planta.

Actualmente en la empresa manufacturera de preformas PET, existe entre otros problemas de calidad un defecto llamado rebaba o flash en la rosca (finish), por lo que se propone una herramienta para minimizar la aparición del defecto Flash en finish (Rebaba) en preformas de PET

(Poliétileno Tereftalato) y así optimizar la calidad del producto y mejorar la eficiencia de la planta.

Para (HERNÁNDEZ, 2012):

Una de las conclusiones de en esta investigación es la importancia es la estabilidad del material durante el proceso productivo, es relevante dedicar tiempo a implementar un plan de auditorías diarias dentro del sistema de administración de procesos para garantizar la óptima y segura operación de la planta.

Según (GALARZA ORTIZ, 2010):

La aplicación de técnicas y herramientas durante el proceso de producción permitirá que el ciclo sea óptimo y con ello se mejora la productividad de la empresa. Una de sus conclusiones que determinó fue que la máquina tiene exceso de paradas por motivos de reprocesos de los productos a causa de los defectos de corte, ocasionando retrasos en la entrega de los pedidos en el área de despachos.

Fundamentaciones

Fundamentación Técnica Tecnológica

INEN RESOLUCIÓN No. 16 003

Dentro de esta norma se establecen en el Artículo No. 1 lo siguiente:
“Aprobar y oficializar con el carácter de Obligatorio el siguiente reglamento.”

REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 291

“Materiales de Plástico reciclado destinados a estar en contacto con alimentos-Proceso de Reciclado del Poli (TEREFTALATO DE ETILENO) - (PET) – y resina resultante – PET-PCR Grado Alimentario.”

En su campo de aplicación en el punto 2.2 indica que:

Este reglamento se aplica a la tecnología de reciclado físico de envases de plástico de poli (tereftalato de etileno) (PET) post-consumo que han sido utilizados para el envasado de bebidas de consumo humano, para la producción de resina (pellets, gránulos) de PET-PCR grado alimentario, a ser utilizado en la elaboración de envases destinados a estar en contacto con alimentos.(NTE Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN 2011)

NTE INEN 2634:2012

Dentro de esta norma en el punto No. 5.

5. REQUISITOS

5.1 Requisitos Específicos.

5.1.1 Fabricación/importación y comercialización de productos plásticos y otros productos de consumo que integran material plástico.

5.1.1.1 Los fabricantes deben realizar el diseño de sus productos, (recipientes, embalajes, etc.), de tal manera que se impulse la reducción de desechos desde la fuente y se permita la clasificación y el reciclaje de los mismos.

a) Se debe utilizar el sistema de codificación de la Sociedad de la Industria de Plásticos (SPI) para identificar los productos de acuerdo a las resinas incorporadas, sea mediante la simbología o la abreviatura equivalente. La simbología debe usarse correctamente, de acuerdo al material con el que el producto ha sido fabricado. (ver tabla). (Por Resolución No. 12122 de 2012-06-12NTE INEN 2634)

NÚMERO	ABREVIATURA	NOMBRE COMPLETO
1	PET (en inglés PETE)	Polietilentereftalato
2	PE-AD (en inglés HDPE)	Polietileno de alta densidad
3	V, PVC	Vinilo, Policloruro de vinilo
4	PE-BD (en inglés LDPE)	Polietileno de baja densidad
5	PP	Polipropileno
6	PS	Poliestireno
7	Otros	Incluye las demás resinas y los materiales multicapa. Poliuretano (PU). Acrilonitrilo-butadienestireno (ABS). Policarbonato (PC). Biopolímeros

La base del código es un símbolo de forma triangular, integrado por tres flechas (símbolo de reciclaje), con un número específico en el centro que establece el tipo de plástico.

En la mayoría de los envases plásticos el código está marcado en su parte inferior, aplicado por moldeo o impreso por algún otro método.

Figura N° 3: Clasificación de los plásticos según la SPI (NTE INEN 2634)

CÓDIGO DE LA RESINA	DESCRIPCIÓN	APLICACIONES DEL PRODUCTO
	<p>Polietilentereftalato (PET, PETE). PET es claro, duro y tiene buenas propiedades de barrera de gas y humedad. Esta resina se utiliza comúnmente en botellas de bebidas y muchos contenedores de productos de consumo elaborados por moldeo por inyección. Copos/hojuelas y «pellets» limpios de PET reciclado tienen gran demanda para el hilado de fibra para alfombra, producción de fibra de relleno y geotextiles. Conocido como poliéster.</p>	<p>Botellas plásticas para bebidas ligeras, agua, jugo, bebidas deportivas, cerveza, enjuague bucal, salsa de tomate y aderezo.</p> <p>Frascos de comida, para aceite de cocina, mantequilla de maní, jalea, mermelada y encurtidos.</p> <p>Películas para hornos, bandejas de comida para microondas.</p> <p>Además de los envases, el mayor uso de PET son los textiles, monofilamentos, alfombras, correas, películas y molduras de ingeniería.</p> <p>Limpiadores suaves.</p>

Figura N° 4: Usos más comunes de las resinas ticas (NTE INEN 2634)

Fundamentación Legal

Según el Art. 32:

La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos, el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.

Según el Art. 361:

El Estado ejercerá la rectoría del sistema a través de la autoridad sanitaria nacional, será responsable de formular la política nacional de salud, y normará, regulará y controlará todas las actividades relacionadas con la salud, así como el funcionamiento de las entidades del sector.

La Ley Orgánica de Salud dispone en su Art. 4:

La autoridad sanitaria nacional es el Ministerio de Salud Pública, entidad a la que corresponde el ejercicio de las funciones de rectoría en salud; así como la responsabilidad de la aplicación, control y vigilancia del cumplimiento de esta Ley; y, las normas que dicte para su plena vigencia serán obligatorias.

Según el Art. 6: “Es responsabilidad del Ministerio de Salud Pública: ... 34. Cumplir y hacer cumplir esta Ley, los reglamentos y otras disposiciones legales y técnicas relacionadas con la salud,....”

Fuente: Ministerio de Salud Pública del Ecuador
Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social
Sociedad de Lucha Contra el Cáncer 2012

Red de Categorías

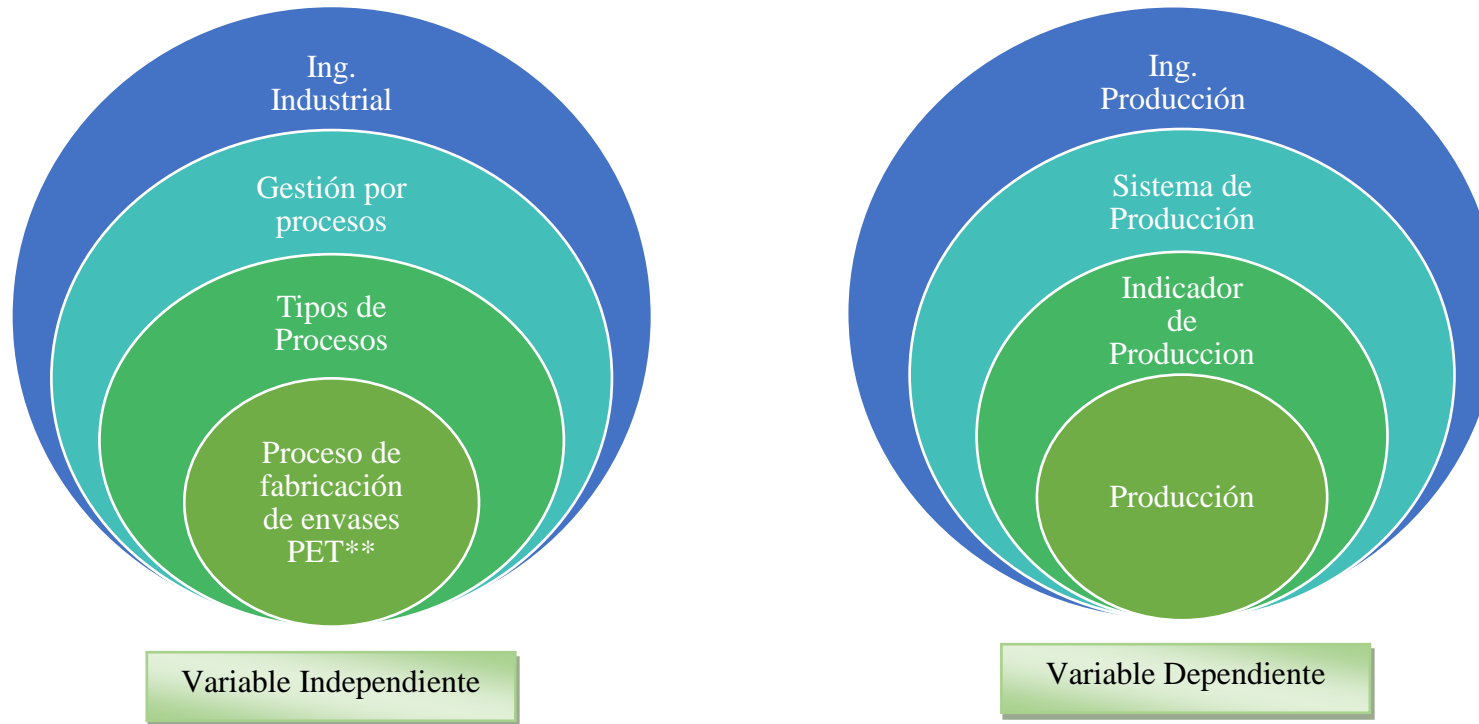


Figura N° 5: Red de Categorías
Elaborado por: El Investigador

Constelación de Ideas de la Variable Independiente

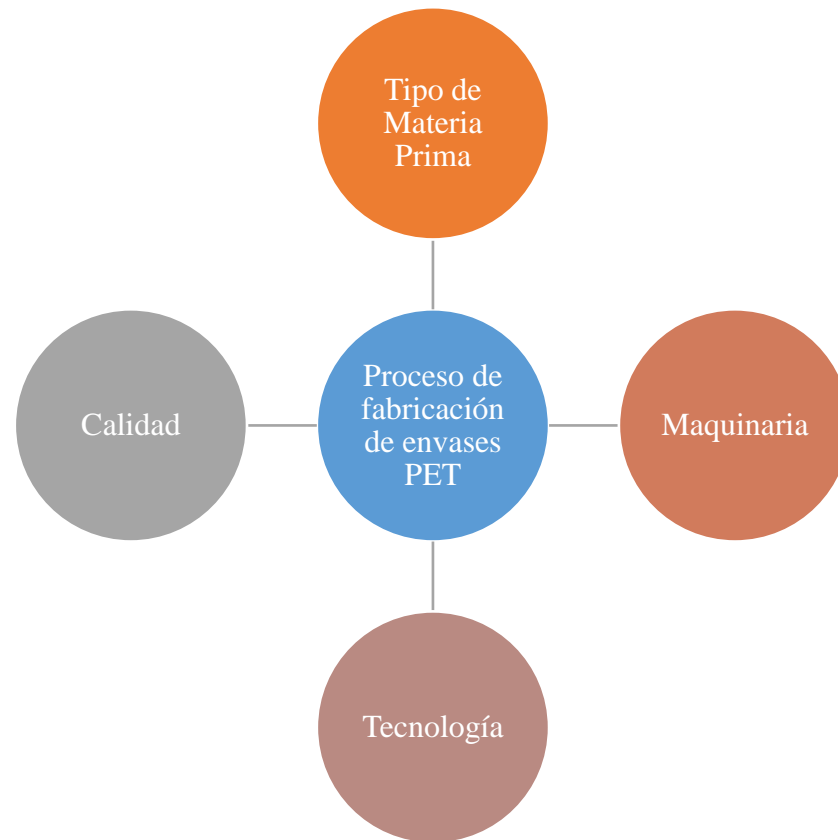


Figura N° 6: Constelación de Ideas de la Variable Independiente
Elaborado por: El Investigador

Constelación de Ideas de la Variable Dependiente

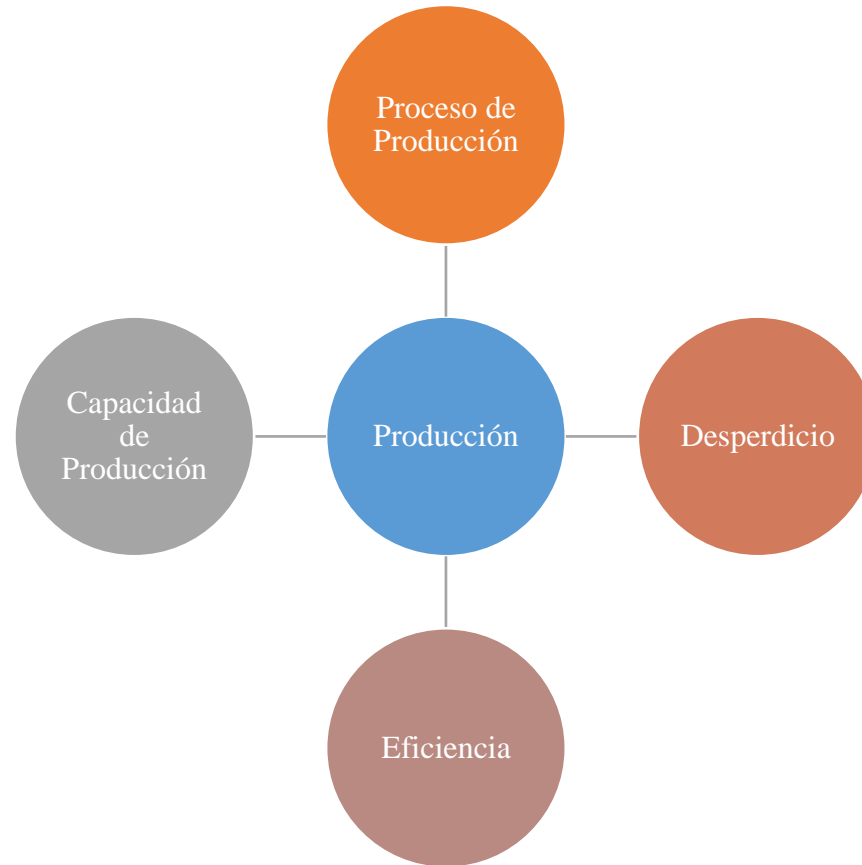


Figura N° 7: Constelación de Ideas de la Variable Dependiente
Elaborado por: El Investigador

Desarrollo de la Variable Independiente

La Ingeniería Industrial

Para (MAYNARD, 1996):

La Ingeniería Industrial se describe en el diseño, mejoramiento, e instalación de sistemas integrados de hombres, materiales y equipos. Requiere de conocimiento especializado y habilidades en las ciencias matemáticas, físicas y sociales, junto con los principios y métodos de análisis y diseño de ingeniería, para especificar, predecir y evaluar el resultado que se obtenga de dichos sistemas.

Maynard nos indica que la ingeniería industrial es una rama que maneja absolutamente todas las ciencias como lo indica en su definición, por tal razón el ingeniero industrial debe tener conocimientos sólidos de las mismas lo que le ayudara a brindar una pronta respuesta y reacción a un problema.

Según (DefiniciónABC, 2016):

La Ingeniería Industrial es la parte dentro de la ingeniería que se dedica a analizar todos los factores que intervienen en el proceso de producción de bienes y de servicios, es decir, la ingeniería industrial participa en cada fase, desde el inicio con su particular análisis, siguiendo por el diseño y el control de los diversos aspectos que surjan, sean económicos, sociales o técnicos, para que el proceso llegue a su finalización de manera óptima y satisfactoria.

Esta definición nos aclara aún más el hecho de que un ingeniero industrial interviene directamente en el corazón de la fabricación de un producto es decir se adentra totalmente al proceso productivo al mismo que realizara un diseño del mismo y que seguido de esto podrá rediseñarlo utilizando y optimizando los recursos que en ese momento los posea.

Para (VALENCIA, 1999):

La ingeniería industrial en la actualidad se entiende como el conjunto de principios, reglas, normas, conocimientos teóricos y prácticos que se aplican profesionalmente para disponer de las bases, recursos y objetos, materiales y los sistemas hechos por el hombre para proyectar, diseñar, evaluar, planear, organizar, operar equipos y ofrecer bienes, y servicios, con fines de dar respuesta a las necesidades que requiere la sociedad. Como consecuencia no puede estar aislada a los cambios en los procesos generados por la globalización e internacionalización, caracterizados por el cambio de los estándares que de alguna forma afectan las realidades del país y por ende las realidades locales.

Para (ACOFI, 2005):

La ingeniería industrial es aquella área del conocimiento humano que forma profesionales capaces de planificar, diseñar, implantar, operar, mantener y controlar eficientemente organizaciones integradas por personas, materiales, equipos e información con la finalidad de asegurar el mejor desempeño de sistemas relacionados con la producción y administración de bienes y servicios.

Según la (Univiersidad Tecnologica Indoamerica, 2011):

El objeto de estudio de la Ingeniería Industrial es el mejoramiento continuo de sistemas productivos de bienes y servicios conformado por: recursos humanos, tecnológicos, financieros, económicos, materiales y de información; con el fin de incrementar la productividad y competitividad de las organizaciones. La Ingeniería Industrial es quizás la rama de la ingeniería ligada más estrechamente al desarrollo socio-económico de un país, por lo menos visto desde el interior de las organizaciones ya sean públicas o privadas. (pág. 55)

Ingeniería de Procesos

Los procesos de manufactura son los pilares en el desarrollo industrial e ingeniería, están relacionado con la investigación científica y tecnológica, tanto las máquinas herramientas,

herramientas de corte y materiales a maquinarse. En base a investigaciones se consigue los avances tecnológicos que ayudan directa o indirectamente a nuestra sociedad. Con el desarrollo tecnológico, los países que se preocupan en su industria manufacturera interna crean su riqueza material y aumentan su producto bruto nacional. (Procesos de Ingeniería y Manufactura 1 Impreso en Perú, Primera Edición 2012)

Se puede definir que la Ingeniería de Procesos aplica la definición y redefinición de todos los procesos productivos para buscar así la optimización de los mismos en cualquier fase dentro de una empresa.

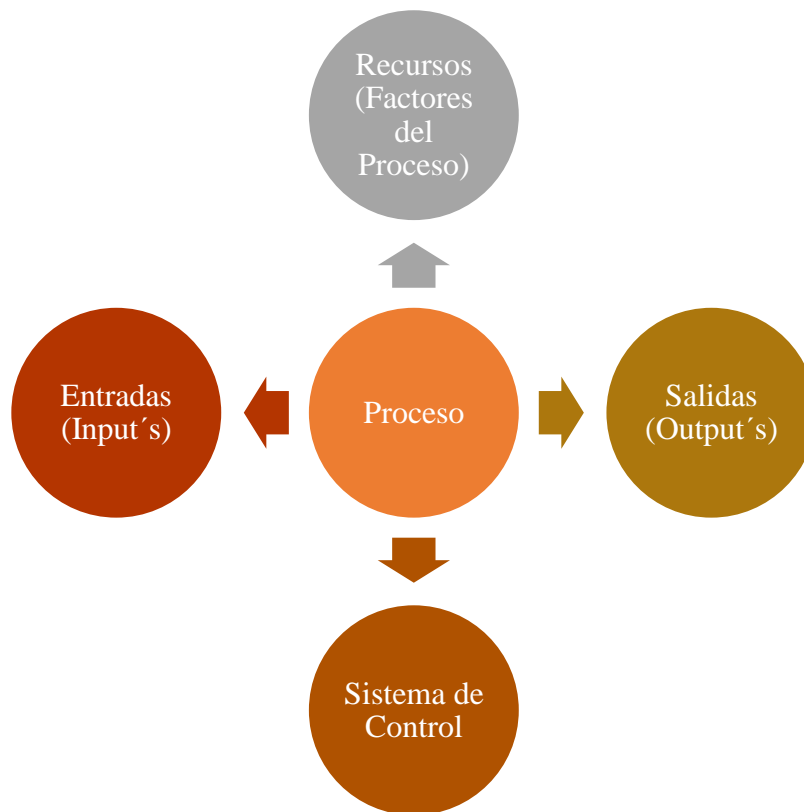


Figura N° 8: Proceso
Fuente: Gestión de Procesos
Elaborado por: El Investigador

(BELTRÁN SANZ, Jaime, 2004): Según la norma ISO 9000:2000 un proceso es: “un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados”.

Con esta definición, se puede deducir que el enfoque basado en los procesos enfatiza cómo los resultados que se desean obtener se pueden alcanzar de manera más eficiente si se consideran las actividades agrupadas entre sí, considerando, a su vez, que dichas actividades deben permitir una transformación de unas entradas en salidas y que en dicha transformación se debe aportar valor, al tiempo que se ejerce un control sobre el conjunto de actividades.

Proceso de Inyección Soplado de Envases

Durante el proceso el material es introducido en vez de ser extruido. La dosificación de materia prima es introducida por la cavidad céntrica, obviamente con el polímero diluido, el mismo que después de tomar forma de preforma y aún caliente este pasa a la fase de soplado, donde tomara la forma que se esté fabricando en ese momento.

Como se mencionó anteriormente el método Gussoni es el más utilizado ver (Figura 9), el mismo que posee una mesa rotatoria donde se alojara una parte del molde, es decir, el macho o parte positiva del molde en esta misma fase se une con una con la hembra o parte negativa del mismo donde es inyectado el material y posterior a eso la fabricación de la preforma que contara con el peso y la rosca deseado, seguido de esto la preforma fabricada pasa a la fase de soplado donde tomara la forma y dimensiones que se desee, esto dependerá también del molde ya que en este es donde se maquina el diseño que se desea para el envase, después de realizado el soplado y dentro del mismo molde se procede con el enfriamiento del producto ya terminado que se lo realiza por las cavidades con las que son fabricadas estas matrices y terminando con la expulsión del producto fabricado y empacado.

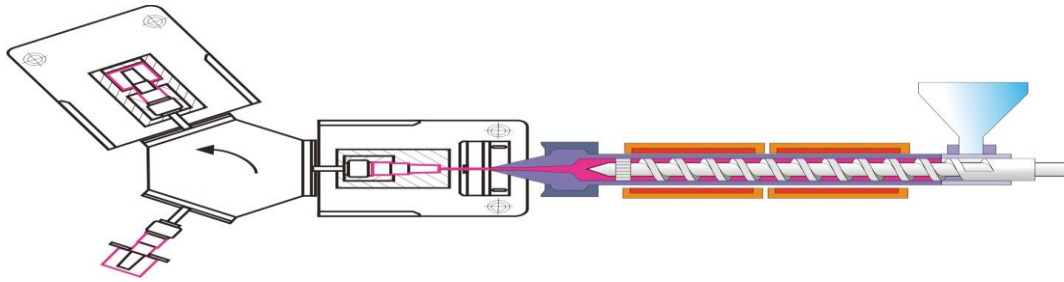


Figura N° 9: Proceso de inyección-soplado

Entre máquinas de inyección y soplado de envases puede existir diferencia, pero únicamente en los movimientos de las mismas ya que al final del proceso siempre será el mismo.

Existen beneficios durante la fabricación de envases con la aplicación de este proceso, en los cuales se puede mencionar los siguientes:

- Con este proceso el producto final termina siendo fabricado en un solo ciclo de productivo.
- Al utilizarse cuellos estándares durante la fabricación de los envases se elaboran productos con un alto cumplimiento de estándares en dimensión y terminado, llegando a ser manipulable y óptimo para el manejo de los niños.
- Las preformas inyectadas en los moldes garantizan el cumplimiento del peso y espesor de las paredes del envase.
- El producto final no presentara ninguna marca que indique por donde fue introducido el material.
- Al obtener el producto en un solo ciclo productivo este permite la productividad de la maquina se incremente.

Otra de las ventajas y muy importante además es que para este proceso existen un sin número de polímeros que permiten ser transformados a diferencia del proceso de extrusión sopladora que para este proceso es necesario que el material sea fundido en su totalidad. El PET que es material en estudio, para el proceso de extrusión no es tan aconsejable ya que su estabilidad dentro de este proceso es bastante variable.

Existen factores que inciden mucho para la prueba de la maquinaria de moldeo por inyección. El primero es el volumen de fundición e inyección de material dentro de la maquina además de resistir la presión suficiente para el llenado y como ultimo los ciclos de producción los mismos que van desde 1s y medio a 3s dependiendo del producto que se esté fabricando. Lo mencionado anteriormente es de vital importancia tenerlo en cuenta antes de decidir la maquinaria a utilizar para la fabricación del producto.

La preforma puede ser fabricada con paredes que van desde 1mm a 5mm, esto dependerá del producto que se requiera fabricar al igual que la longitud del mismo.

Para definir el espesor de las paredes de la preforma es necesario saber que grosor se necesita en el producto final.

Moldes de inyección de plástico de colada y canal caliente

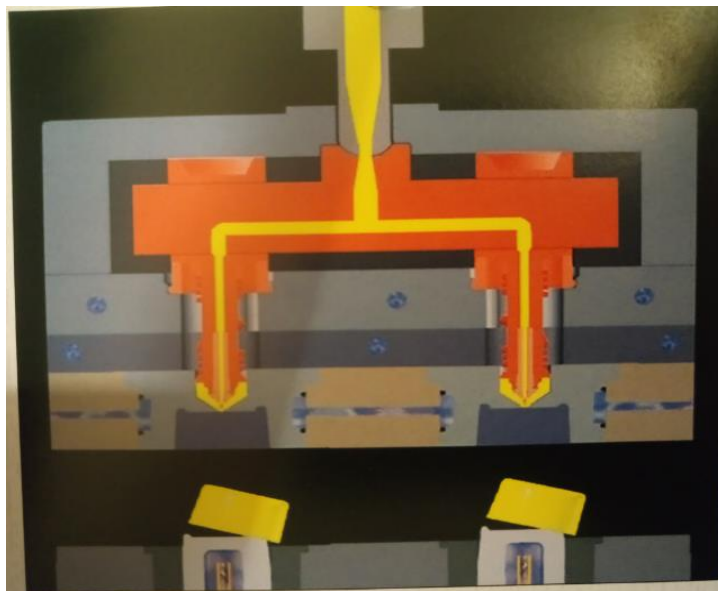


Figura N° 10: Representación de la Inyección de plástico en colada Caliente
Fuente: Tecnología de Polímeros. M. Beltrán y A. Marcilla pág. 301 a la pág. 304
Elaborado por: El Investigador

La utilización de este sistema día a día toma más fuerza ya que este permite el cumplimiento de estándares de calidad al igual que el incremento de unidades a fabricarse durante la producción.



Figura N° 11: Molde de Canal Caliente
Elaborado por: El Investigador

Tecnología

La tecnología según (SÁNCHEZ, Jose Carrera, 2001) se define como:

Un conjunto de conocimientos propios de un arte industrial, que permite la creación de artefactos o procesos para producirlos. Cada tecnología tiene un lenguaje propio, exclusivo y técnico, de forma que los elementos que la componen queden perfectamente definidos, de acuerdo con el léxico adaptado para la tecnología específica. En algunas ocasiones se ha definido, erróneamente, la tecnología como la aplicación de la ciencia a la solución de los problemas prácticos, de manera que si la ciencia experimenta cambios discontinuos, la tecnología también presenta discontinuidad. Sin embargo, muchas tecnología no han aparecido de esta manera si no de una forma evolutiva y con continuidad.

La tecnología permite que la fabricación ayudando a que la velocidad de maquina se incremente y por ende se reduzcan gastos en tiempo y recurso utilizados.

La correcta utilización de la tecnología permite el incremento de la producción y productividad de la empresa.

Calidad

Según la (Organización Internacional de Normalización, 2009):

La Calidad es el grado con el que un conjunto de características inherentes cumple los requisitos. Grado significa que se puede utilizar la Calidad con adjetivos como mala, buena y excelente. Inherente se define como que existe en algo, en especial como una característica permanente. Las características pueden ser cuantitativas o cualitativas. Un requisito es una necesidad o expectativa que se especifica; en general está implícita en la organización, sus clientes y otras partes interesadas, o bien es obligatoria.

Dentro de toda empresa existe el departamento de Calidad el mismo que es el encargado de velar y supervisar que el producto cumpla con las especificaciones, y a su vez con este control se llegara a cumplir con los indicadores levantados por el área y que se deberán cumplir mes a mes para garantizar un producto de Calidad y que satisfaga la necesidad del cliente.

Materia Prima

Actualmente el PET se ha convertido en uno de los materiales de mayor utilización a nivel mundial. Parecería que fuera un material nuevo sin embargo, ha estado desde algún tiempo atrás por los años 70's cuando se soplaron las primeras botellas a partir de preformas inyectadas en PET.

Datos Técnicos del PET

Tabla N° 1: Datos Técnicos del PET

Propiedad	Unidad	Valor
Densidad	g/cm ³	1,34 – 1.39
Resistencia a la tensión	MPa	59 – 72
Resistencia a la compresión	MPa	76 – 128
Resistencia al impacto, Izod	J/mm	0.01 – 0.04
Dureza	--	Rockwell M94 – M101
Dilatación térmica	10 ⁻⁴ / °C	15.2 – 24
Resistencia al calor	°C	80 – 120
Resistencia dieléctrica	V/mm	13780 – 15750
Constante dieléctrica (60 Hz)	--	3.65
Absorción de agua (24 h)	%	0.02
Velocidad de combustión	mm/mi	Consumo lento
Efecto luz solar	--	Se decolora
Calidad de mecanizado	--	Excelente
Calidad óptica	--	Transparente a opaco
Temperatura de fusión	°C	244 - 254

Fuente: (Marcilla)

Elaborado por: El Investigador

Máquina

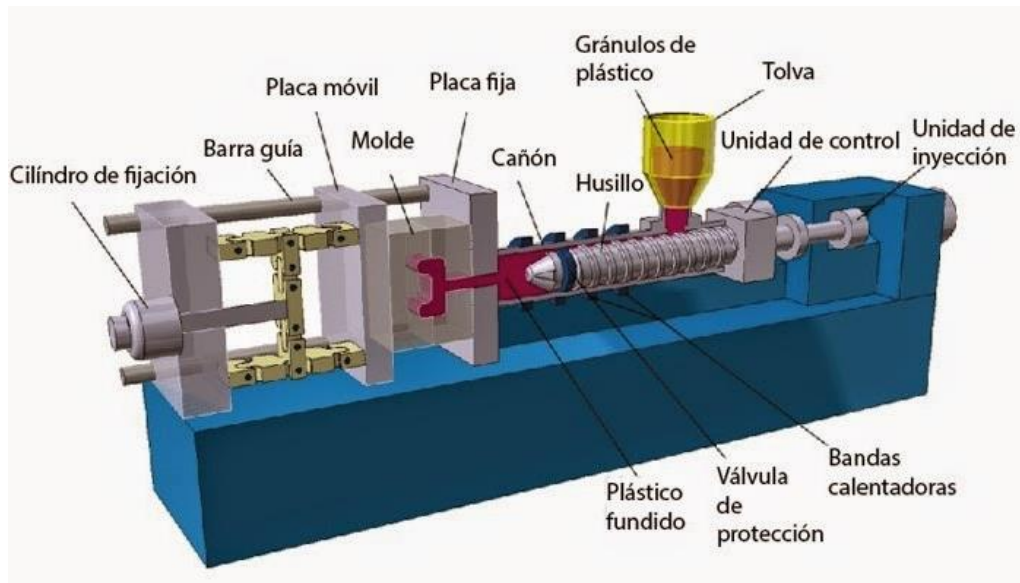


Figura N° 12: Inyectora de Plástico y sus partes
Elaborado por: El Investigador

La función de la inyectora de plástico es la de proveer de materia prima al molde con el que se le dará la forma deseada y posteriormente enfriarla. Como su nombre indica, la materia prima que utiliza esta máquina es el plástico.

Sopladora de Envases



Figura N° 13: Sopladora de Envases
Elaborado por: El Investigador

Método empleado para crear objetos huecos, consistente en inyectar aire a presión en una masa fundida y después darle forma en un molde.

Estas máquinas dependen de los moldes y el diseño elaborado en él para dar forma al plástico que se desea soplar tal es así que se puede utilizar preformas ya inyectadas y simplemente darles forma y otras que presentan las dos funciones que es la de inyectar la preforma y automáticamente pasar al proceso de soplado y llegar al producto final.

En la maquina donde ya se efectúa los dos procesos en simultaneo genera un mayor rendimiento de producción claro que dependerá también de las cavidades con las que el molde posea.

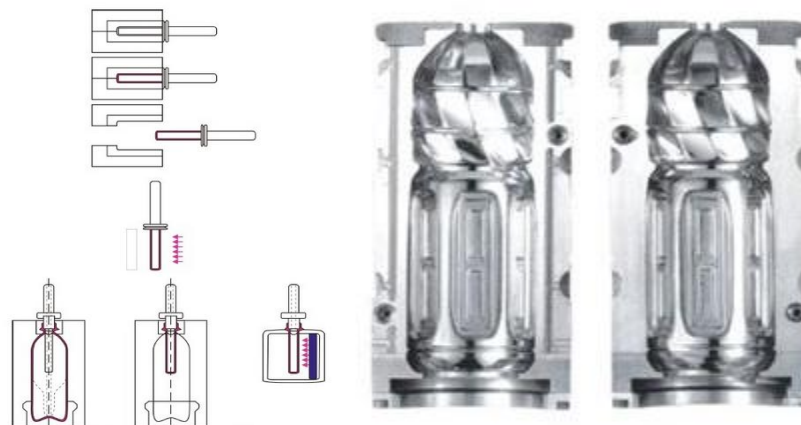


Figura N° 14: Proceso de Soplado y Molde de Soplado
Elaborado por: El Investigador

Tiempo de Producción

Según (Gestión , 2015): “Son los tiempo que se necesita para disponer adecuadamente los recursos que van a efectuar la operación”.

Definir los tiempos de producción dentro de la empresa es un reto ya que es necesario poner en evaluación el tiempo que tomara la transformación del producto el mismo que determinara el tiempo de entrega, adicional servirá para

programar los mantenimientos que ayudaran a que la maquina siempre se encuentre en óptimas condiciones.

Proceso de Fabricación

Un proceso industrial o proceso de fabricación es el conjunto de operaciones unitarias necesarias para modificar las características de las materias primas. Dichas características pueden ser de naturaleza muy variada tales como la forma, la densidad, la resistencia, el tamaño o la estética.

Para la obtención de un determinado producto serán necesarias multitud de operaciones individuales de modo que, dependiendo de la escala de observación, puede denominarse proceso tanto al conjunto de operaciones desde la extracción de los recursos naturales necesarios hasta la venta del producto como a las realizadas en un puesto de trabajo con una determinada máquina/herramienta.

La producción, la transformación industrial, la distribución, la comercialización y el consumo son las etapas del proceso productivo.

Algo que se utiliza comúnmente en un proceso es el cambio de cualquier tipo de error, si esto no se hace puede haber una confusión en un proyecto ideado.

(Wikipedia)

Link: https://es.wikipedia.org/wiki/Proceso_de_fabricaci%C3%B3n

Variable Dependiente

Ingeniería de Producción

Para (GARCÍA & CASTILLO, 2001):

La ingeniería de la producción tiene un mercado carácter multidisciplinario y proporciona una visión de conjunto sobre los procesos. Estas características le confieren una especial capacidad para contribuir a la gerencia de los procesos de cambio y mejoramiento continuo. Dando respuestas de interrogantes

**fundamentales como: ¿porque cambiar?: ¿hacia dónde cambiar?
y ¿cómo producir el cambio?**

La ingeniería de la Producción nos ayuda a rediseñar los procesos, esto para garantizar la optimización de recursos y la correcta aplicación de los procesos durante la fabricación, logrando que la producción sea más eficaz y así logra cumplir los indicadores planteados.

Eficiencia

Según (Prokopenko) eficiencia: “Significa producir bienes de alta calidad en el menor tiempo posible.”

En resumen podemos decir que la eficiencia es utilizar los recursos actuales, utilizando de manera correcta, sin desperdicio, de tal forma que se llegue a alcanzar los objetivos trazados por la compañía.

Los recursos que usualmente tienen las compañías y con los que hay que lograr ser eficientes son los recursos económicos, maquinaria, infraestructura, mano de obra, etc.

Tiempo de Producción

Según (Gestiopolis, 2001): “Es el tiempo necesario para realizar una o varias operaciones. Este se descompone en el tiempo de espera, de preparación, de operación y de transferencia.”

El definir el tiempo de producción nos ayuda a tener y llevar un mejor control durante la fabricación del producto ya que con este podremos determinar los tiempos que se invierten en la colocación de materia prima por ejemplo, fundición del material, ciclos de soplado, enfriamiento y expulsión de producto.

Capacidad de Producción

La capacidad de producción determina factores como tiempos, unidades, recursos que serán utilizados en la transformación de materiales u objetos en un periodo de tiempo determinado, teniendo en cuenta la demanda del mercado, la suficiencia y la disponibilidad de los recursos físicos o intangibles de la empresa.

Según (Antonio, 2012) para controlar la capacidad de producción y evitar fallas y pérdidas, es necesario medir factores como:

- **Cantidad, tiempo y costo, que permitan la satisfacción de la demanda actual.**
- **Igual se debe procurar aumentar la economía a la escala y evitar la diseconomía, que se ven reflejadas cuando el costo unitario de producir un bien baja /sube a medida que aumenta/disminuye la tasa de producción.**

Hipótesis

La producción durante el proceso de fabricación del envase PET y la incidencia de los defectos de calidad del producto.

Señalamiento de Variables

Variable Independiente

Proceso de Fabricación de Envases PET

Variable Dependiente

Productividad

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

Enfoque de la Modalidad

Esta presente investigación “Análisis del proceso de fabricación de envases PET y su incidencia en la Producción” se considere como cualitativa debido a que se tomara como cualitativa debido a que se tomara información de la empresa donde se está proponiendo la mejora del proceso, la toma de la información ayudara a identificar de mejor manera las variable y debilidades que serán el punto de inicio para proponer la mejora y el cumplimiento de los objetivos trazados.

Modalidad de la Investigación

Al ser una investigación cualitativa se procede a utilizar las herramientas que se mencionan a continuación y que ayudaran a la elaboración de un plan estratégico.

Investigación de Campo

El análisis se llevara a cabo dentro de la empresa INSOPLAST, planta donde se fabrican los envases y donde el investigador posee contacto con la persona encargada, la misma que facilitara la obtención de la información para llegar a cumplir con los objetivos planteados en el análisis.

Investigación Bibliográfica – Documental

Para la investigación se utilizaron libros, folletos y páginas web, adicional a esto manuales de máquina y especificaciones de material mismos que ayudaron a introducirme más a detalle en la investigación.

Nivel o Tipo de Investigación

Exploratorio

La investigación es exploratoria ya que esta ayudara a identificar puntos no visibles dentro del proceso, los mismos que se levantarán realizando averiguaciones y encuestas durante la fabricación de los envases, facilitando encontrar los principales problemas y por ende el planteamiento de la solución.

Población y Muestra

Población

Se determinó como población al total de las unidades fabricadas por todo el año, en este caso se tomara el periodo de Enero a Diciembre del 2016 y que corresponde a un total de 1'294.110 Un de envase PET, de este total se tomara las unidades que presentaron inconformidades, toda esta información será tomada de los documentos de respaldo de la empresa.

Muestra

Prueba Test:

Con la prueba test se establece los valores de aceptación – envases a conformidad “p” y rechazo – envases con inconformidades “q”, para el análisis tomaremos como muestra a todos los envases que presentaron inconformidades de calidad los mismos que fueron fabricados en las maquinas 1 y 2 de la empresa INSOPLAST,

Determinación de la Muestra

Para la determinación de la muestra, es necesario considerar la aplicación de fórmulas estadísticas para un tamaño de muestra óptimo según parámetros de evaluación correspondiente al periodo de Enero a Diciembre del 2016

Fórmula para tamaño de la muestra

$$n = \frac{Nz^2pq}{e^2(N-1) + z^2pq}$$

En donde:

N = Población = 1'294.110 envases

Z = 1.96 para un nivel de confianza del 95%

p = 0,7 probabilidad de éxito

q = 0.3 probabilidad de fracaso

e = 5% error de estimación admitido

n =? Dato o muestra a calcular

Cálculo del tamaño de la muestra

$$n = \frac{(107.799)(1,96)(0,7)(0,3)}{(0,05)(107.799-1) + (1,96)^2(0,7)(0,3)}$$

El resultado de la muestra es que corresponden a 322 Un de envases PET.

Operación de las Variables

Para iniciar con la operación de las variables es necesario tener muy claro el significado de cada una de ellas dentro de este estudio.

Operación de la Variable Independiente: Proceso de Fabricación de Envases PET

Operación de la Variable Dependiente: Productividad

Tabla N° 2: Operacionalización de la Variable Independiente: Proceso de fabricación de envases PET

Conceptualización	Dimensión	Indicador	Ítems	Técnicas e Instrumentos
El proceso de fabricación de envases consiste en la inyección de la preforma y posteriormente el soplado de la misma dando como resultado final el envase.	Calidad del producto (Envase)	1. Número de desviaciones de Calidad. 2. Unidades defectuosas 3. Desperdicios	¿Es eficiente el proceso de producción de envases?	1. Técnica: Levantamiento de información
	Tiempo de Producción	1. Tiempo de Inyección 2. Tiempo de Soplado 3. Tiempo de Calibración del molde de inyección 4. Tiempo de Calibración de Sopladora.	¿Cuál es el tiempo invertido en la fabricación de envases?	1. Técnica: Revisión de Bitácoras. 2. Técnica: Levantamiento de información por cambios en máquina.

Fuente: (INSOPLAST)
 Elaborado por: El Investigador

Tabla N° 3: Operacionalización de la Variable Dependiente: Producción

Conceptualización	Dimensión	Indicador	Ítems	Técnicas e Instrumentos
Producción La incidencia de la fabricación de envases PET en la producción puede generar varios factores asociados al proceso productivo.	Producción	1. Número de Productos Inconformes/ Numero de Productos totales 2. Perdida de Costos por desperdicios.	¿Cuál es la Producción Actual?	1. Técnica: Levantamiento de información 2. Diagramas de Pareto para determinación de defectos con mayor regularidad.

Fuente: (INSOPLAST)
Elaborado por: El Investigador

Recolección de la Información

A continuación se detalla los datos con los que se realizara el análisis.

Tabla N° 4: Cantidad de Defectos por periodo

Defectos de Calidad	
Periodo	Productos (Un)
Enero	27.641
Febrero	-
Marzo	19.901
Abril	16.584
Mayo	5.528
Junio	-
Julio	4.975
Agosto	-
Septiembre	-
Octubre	22.114
Noviembre	11.056
Diciembre	-
Total	107.799

Fuente: INSOPLAST

Elaborado por: El Investigador

La información y datos mencionados se obtuvieron de los archivos de respaldo que posee la empresa INSOPLAST, en la cual se detalla toda la información necesaria para la realización del análisis.

Procesamiento y Análisis de la Información

Los datos que se presentan corresponden a un total de 12 periodos (12 meses), donde se totaliza la cantidad de defectos presentados, la cantidad de inconformidades y el costo del material inconforme.

Para el desarrollo de este análisis es necesario aplicar una herramienta utilizado comúnmente para este tipo de investigaciones, como es, el Diagrama de Pareto, el mismo que nos ayudara a identificar las principales inconformidades que deben ser corregidos durante y después del proceso productivo.

Adicional se aplicara el diagrama de espina de pescado, el mismo que nos ayudara a determinar las causas y efectos de las inconformidades que se están presentando.

Y para finalizar se realizara el diagrama de P este nos ayudara a determinar cómo se encuentra el proceso de producción actualmente con las inconformidades presentadas durante el periodo.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

Para el análisis se procede a tomar los datos necesarios de la empresa INSOPLAST, los mismos que nos proporcionaran los datos suficientes del producto inconforme que se generó durante el periodo que se tomó para el análisis que es de Enero a Diciembre del 2016.

Para ello se levantó una plantilla la misma que contendrá para realizar el análisis, la plantilla contendrá la información que se menciona a continuación.

- Fecha de Producción
- Periodo
- Número de Lote
- Descripción del Producto
- Máquina
- Tipo o descripción de inconformidad.
- Unidades producidas por Lote.
- Costo unitario
- Costo total

Después de la recolección de la información de la base de datos de la empresa INSOPLAST, esta es ingresada en la ficha elaborada, esta se encuentra con un total de 2 registros los que se encuentran centralizados en las inconformidades de calidad que se presentaron con mayor frecuencia ocasionando inestabilidad a la producción y una baja eficiencia a la misma, a continuación se detallan estos defectos.

- Contaminación (Puntos Negros)
- Rebaba
- Ojos de Pescado
- Perlado/Opacidad/Claridad
- Envases mal formados

Con la información recolectada donde se identifica las inconformidades en la producción, se analiza la cantidad de envases que presentan inconformidades, el detalle se de las cantidades analizadas y tomadas de bitácora se detalla en la siguiente tabla.

Tabla N° 5: Cantidad de Producto inconforme

Producto	Cantidad de producto Inconforme
Envase PET 3	8.565
Envase PET 2 500 ML	59.489
Envase PET 30 ML	39.745
Total de Un Inconformes	107.799

Fuente: INSOPLAST

Elaborado por: El Investigador

Después de haber determinado la muestra motivo de la investigación se realiza el análisis para 107.799U, estas unidades se consideran los productos que no pueden ser comercializados.

Análisis de la cantidad de defectos generados

Después de clasificar los defectos y cantidades de envases que presentaron inconformidad se procede con el análisis de los defectos y, cómo estos afectan a la fabricación.

El análisis comprende desde la cuantificación de las inconformidades generadas durante el periodo seleccionado, en la tabla se puede apreciar a continuación se indican las inconformidades generadas, para ello es necesario

considerar que se detallan únicamente los defectos más repetitivos y críticos que afectan directamente a la fabricación de estos envases.

Tabla N° 6: Cantidad de inconformidades por periodo

PRODUCTO	Periodo												Total Anual
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Contaminación (Puntos Negros)	8.654	5.494	12.548	4.658	2.251	6.413	9.846	362	8.461	1.325	466	-	60.478
Rebaba	5.462	3.125	4.659	124	2.533	2.233	2.165	-	1.325	2.023	204	-	23.853
Ojos de Pescado	2.001	1.203	1.251	2.203	1.364	365	212	-	1.023	136	325	-	10.083
Perlado/opacidad /claridad	1.200	684	3.218	153	1.325	235	-	-	335	123	-	-	7.273
Envases mal formados	431	-	1.568	1.678	-	-	1.693	216	265	246	15	-	6.112

Fuente: INSOPLAST

Elaborado por: El investigador

Con los resultados obtenidos se puede evidenciar que una de las inconformidades que se presenta con mayor frecuencia y de situación crítica de producción es la presencia de contaminación (60.478 Un) con un 56%, seguido de las rebabas (23.853 Un) correspondiente al 22%, sin embargo los de menor situación crítica son: ojos de pescado, perlado y envases mal formados que suman un 22% de inconformidades.

De los datos obtenidos en la figura 18 se puede apreciar tres inconformidades que son las más repetitivas y que presentan mayor presencia durante la producción, como ejemplo podemos mencionar la contaminación (Puntos Negros) esta es la inconformidad que se presenta en mayor cantidad durante la producción.

Repetitividad de las Inconformidades

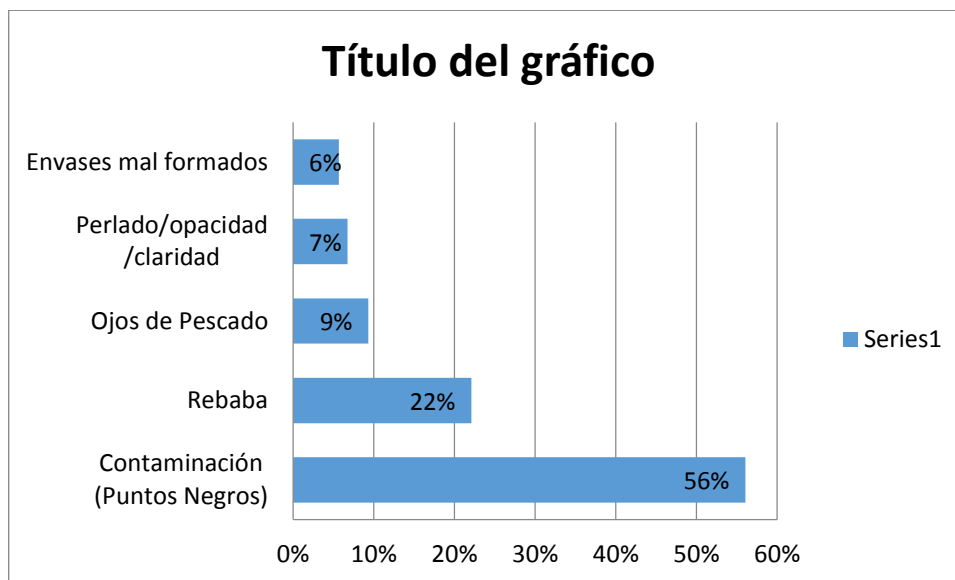


Figura N° 15: Repetitividad de las inconformidades

Fuente: INSOPLAST

Elaborado por: El Investigador

Análisis de Costo por defecto

Después de obtenidas las cantidades de producto inconforme, es necesario analizar el costo de desperdicio que se genera, para ello se toma el costo de fabricación del producto el mismo que se detalla en la siguiente tabla.

Tabla N° 7: Costo de la Inconformidad

Producto	Costo de la Inconformidad
Envase PET 30 ML	\$ 0,02
Envase PET 2 500 ML	\$ 0,05
Envase PET 3	\$ 0,06

Fuente: INSOPLAST

Elaborado por: El investigador

Con la información obtenida en la Figura 20 se puede iniciar la cuantificación del costo total que representan las inconformidades analizado en el periodo del 2016.

Tabla N° 8: Costo Total anual del producto inconforme

Producto	Cantidad de producto	Costo	Costo Total
	Inconforme	Unitario	
Envase PET 3	8.565	\$ 0,06	\$ 513,90
Envase PET 2 500 ML	59.489	\$ 0,05	\$ 2.974,45
Envase PET 30 ML	39.745	\$ 0,02	\$ 596,18
Total de Un Inconformes	107.799		\$ 4.084,53

Fuente: INSOPLAST

Elaborado por: El Investigador

Como podemos apreciar en la tabla de costos del producto inconforme, este representa un valor de \$4084,53 en el periodo del 2016 del cual se está realizando el análisis, el costo de este producto defectuoso lo asume la empresa directamente, por ello este valor se convierte en una pérdida económica directa para INSOPLAST.

Diagrama de Pareto

Después de identificados los defectos que se generan durante la producción, el costo de cada uno de estos productos y el número de repeticiones por cada uno de ellos se procedió con la elaboración de un diagrama de Pareto el mismo que nos ayudara a identificar los defectos más críticos, este se lo realizo en base al número de repeticiones y descripción de las inconformidades.

Con los resultados arrojados en la gráfica se procederá a atacar los defectos que representan el 20% y que son los más representativos dentro de la fabricación de estos envases y de igual manera estos nos ayudaran a poder identificar y brindar la oportunidad de mejora al proceso de producción.

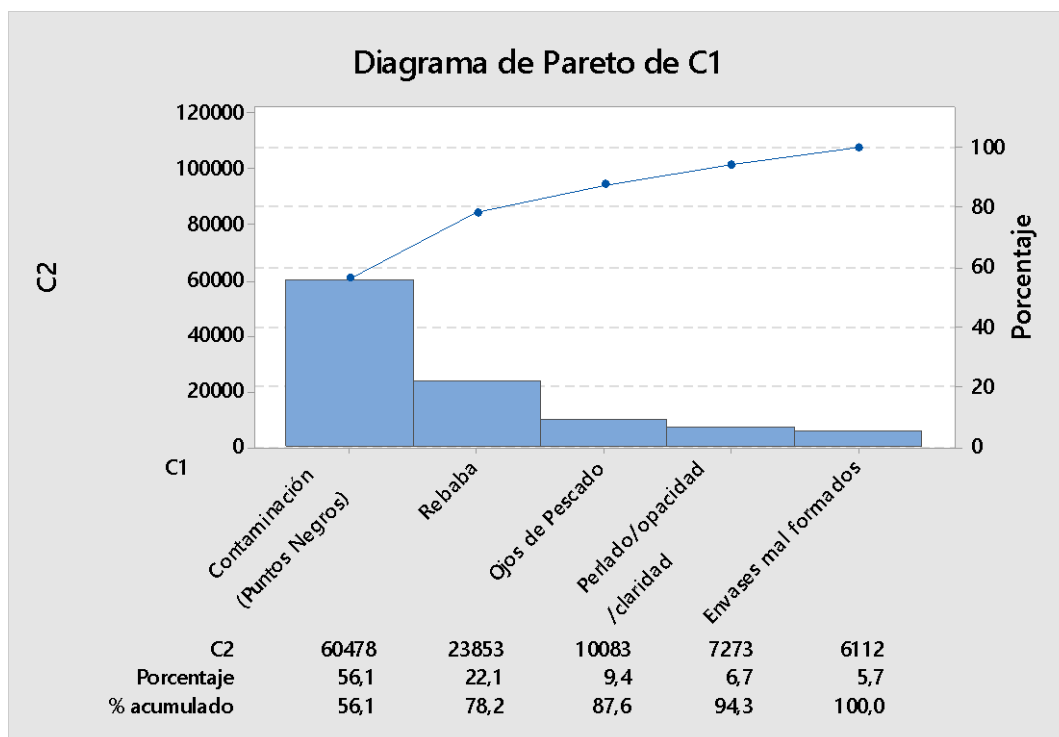


Figura N° 16: Diagrama de Pareto basado en la repetitividad de inconformidades
 Fuente: INSOPLAST
 Elaborado por: El Investigador

De los resultados arrojados por el diagrama se puede apreciar las dos inconformidades que mayor presencia tienen durante la fabricación los mismos que se detallan a continuación.

- Contaminación (Puntos Negros)
- Rebaba

Análisis del Proceso Productivo y la Generación de Inconformidades

Para el análisis del proceso de producción de la fabricación del envase PET en la empresa INSOPLAST, se debe tomar en cuenta los principales defectos que se definieron por medio del diagrama de Pareto, los mismos que se detallan a continuación.

- Contaminación (Puntos Negros)
- Rebaba

Para entender de mejor manera por qué se generan estas inconformidades se realizará un análisis de espina de pescado el mismo que nos ayudara a identificar de mejor manera las causa que producen los defectos.

Diagrama de causa y efecto

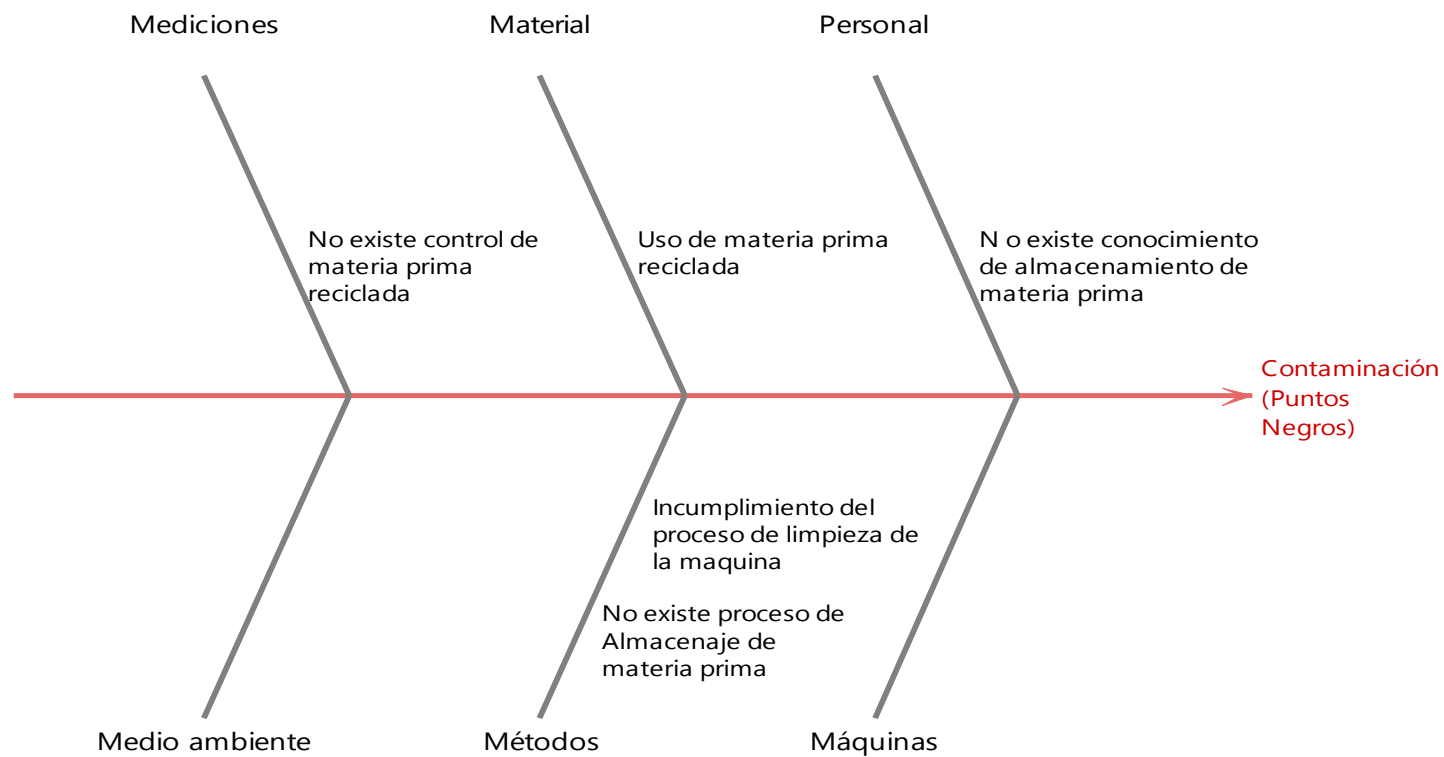


Figura N° 17: Diagrama de Pareto basado en la repetitividad de inconformidades
Elaborado por: El Investigador

Proceso de Producción de Envases PET

El proceso de producción de envases PET de la empresa INSOPLAST se explica según el siguiente diagrama.

Líneas de Soplado

La empresa INSOPLAST cuenta con varias máquinas de soplado pero únicamente dos de ellas producen envases en material PET, a continuación se detalla una de ellas a la cual se procedió a realizar el análisis de fabricación.

Línea de Soplado N° 1 (HZ 3000)

Esta máquina está diseñada para soplado de envases en material PET con molde de hasta 2 cavidades ya que su tamaño no permite un molde mayor a las cavidades mencionadas, los envases que actualmente se fabrican en esta máquina son:

- Envase PET 30 ML
- Envase PET 2 500 ML
- Envase PET 3

Las etapas que corresponden a esta línea de producción se describen a continuación.

Etapas de la línea de producción

1. Transporte.

La máquina sopladora cuenta con una tolva t una banda de transporte que es la encargada de guiar a las preformas en a la maquina (Ver Figura 18)



Figura N° 18: Tolva y banda de transporte
Fuente: INSOPLAST
Elaborado por: El investigador

2. Transporte de Preforma

Consiste de una banda graduada que se mueve a base de rodillos y que permite que las preformas pasen a la unidad de pre calentamiento automáticamente (Ver Figura 19)

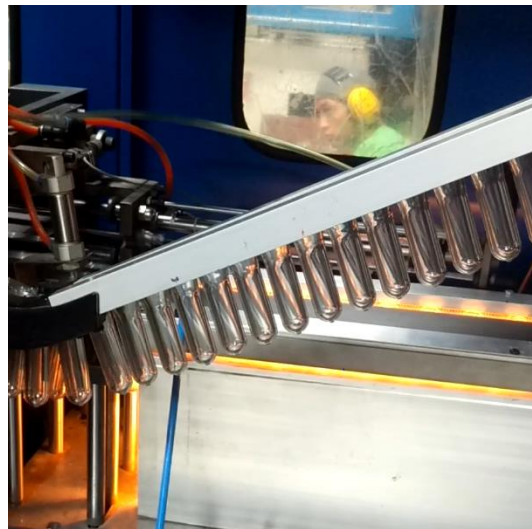


Figura N° 19: Transporte de preforma
Fuente: INSOPLAST
Elaborado por: El investigador

3. Camara de Pre-calentamiento

Cuando las preformas se encuentran en el tren de transporte, estas ingresan a la camara de temperatura donde el material a soplar sea calentado con una temperatura homogénea. (Ver Figura 20)

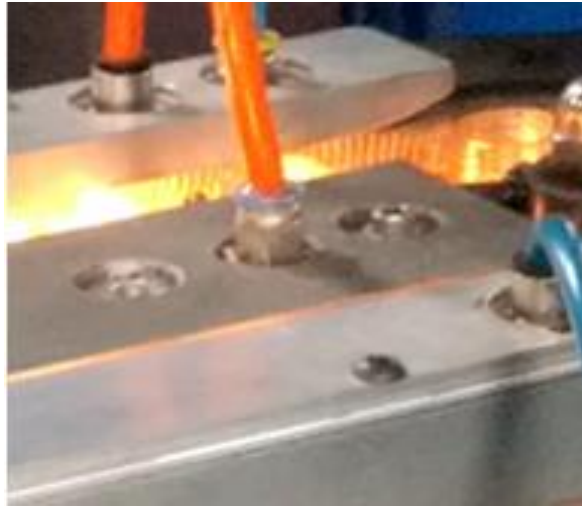


Figura N° 20: Cámara de Pre-calentamiento
Fuente: INSOPLAST
Elaborado por: El Investigador

4. Toma de Preforma y colocación en molde

Después que la preforma es calentada para u un tren guía que transporta la preforma al molde para ser soplada. (Ver Figura 21)



Figura N° 21: Toma de Preforma y colocación en molde
Fuente: INSOPLAST
Elaborado por: El Investigador

5. Cierre de Molde de 1 Cav o 2 Cav y soplado de la Preforma

La preforma es colocada en el molde el mismo que puede ser de 1 o 2 cavidades todo depende del tamaño del envase que se va a producir. (Ver Figura 22)

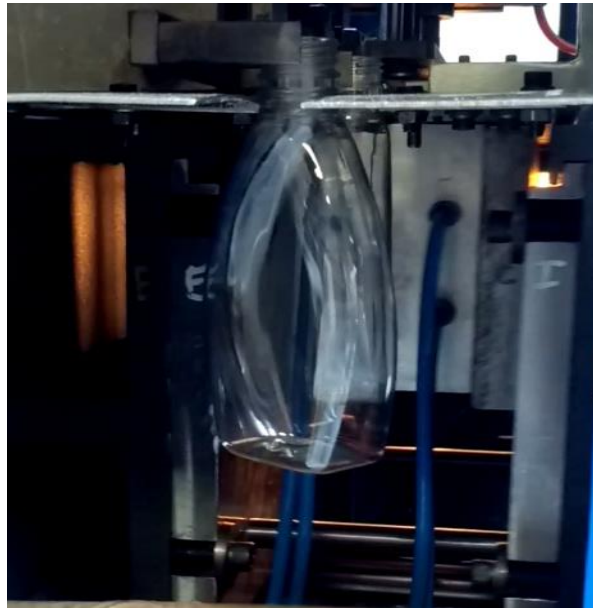


Figura N° 22: Cierre de Molde de 1o 2 Cavidades y soplado de la Preforma
Fuente: INSOPLAST
Elaborado por: El Investigador

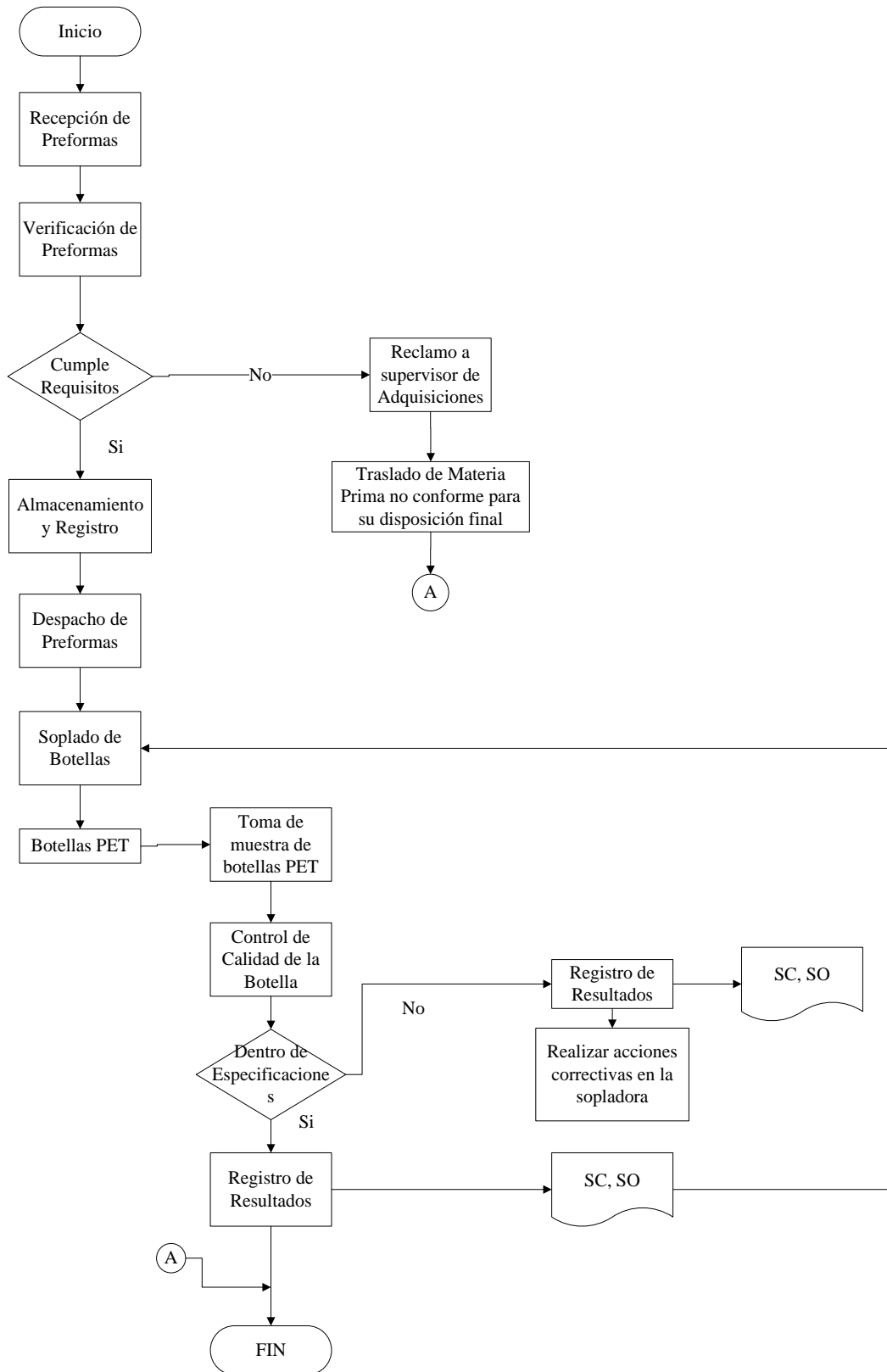


Figura N° 23: Diagrama de Proceso de Soplado
 Fuente: INSOPLAST
 Elaborado por: El Investigador

Análisis de Defectos

Contaminación (Puntos Negros)

La empresa INSOPLAST utiliza para la elaboración de envases PET preformas de material virgen y material reciclado, las preformas de material virgen son inyectadas en su mayoría en la misma empresa, depende mucho del tipo de cuello que requiera el cliente, la inyección de este material se lo realiza a una temperatura de 120 °C, de igual manera para la elaboración de envases se utiliza material reciclado, estas preformas ya se las adquiere inyectadas, estas son importadas.



Figura N° 24: Preforma reciclada y en material Virgen
Fuente: INSOPLAST
Elaborado por: El Investigador

Durante el proceso de fabricación de las preformas inyectadas en la empresa se debe realizar el respectivo procedimiento de arranque y verificación de la maquina inyectora así como el molde que se colocara para realizar la inyección de la preforma, para ello se realizar el pre-calentamiento del molde que formara la

preforma (Figura 25), de igual manera, para lo cual el único indicador que controlan las personas que realizan el montaje del molde y preparación de la maquina es un control visual de la temperatura, cabe mencionar que el molde antes de ser montado en la maquina puede ser pre-calentado lo que puede reducir tiempos muertos en máquina.



Figura N° 25: Molde para inyección de Preformas
Fuente: INSOPLAST
Elaborado por: El Investigador

Según la información la información proporcionada por el personal de la planta determina que, la principal fuente que genera la contaminación en los envases de PET se presenta al momento de realizar el precalentamiento del material antes de la inyección de la preforma ya que durante este proceso se realizan pruebas de alrededor de una hora hasta lograr la estabilidad de la temperatura adecuada para la inyección de las preformas, esto genera un alto desperdicio de material al igual que las primeras preformas inyectada corren el riesgo de presentar incumplimientos de calidad, de igual manera se puede generar este tipo de incumplimientos es que el material virgen PET no se encuentre seco,

es decir, el material antes de ser inyectado debe pasar por una cámara de secado (Figura 26), la misma que proporciona y limpia el material de cualquier impureza, de no darse este proceso es más que seguro que las preformas después de ser sopladadas presentarán incumplimientos.



Figura N° 26: Tolva de Secado del material PET
Fuente: INSOPLAST
Elaborado por: El Investigador

Otra de las causas que generan la presencia de puntos negros en los envases es la utilización de preformas inyectadas con material reciclado, debido a que una de las principales propiedades del PET es que permite ser reutilizado o reciclado

en otros países donde se cuenta con la infraestructura necesaria para el reciclaje y procesamiento de este material permite que las reformas que se utilicen contengan este material tratado, pero al mismo tiempo este genera impurezas al momento de ser soplado en la máquina, las causas pueden ser varias, entre ellas está en que el material no es bien reconocido o reciclado, que el material no sea tratado, eliminando todas las impurezas que presente y otra de las causas es que la mezcla de este material no contenga las mismas propiedades, ya que existen distintos tipos de material PET para distintas aplicaciones en la industria.(Figura 27).



Figura N° 27: Contaminación
Fuente: INSOPLAST
Elaborado por: El Investigador

¿Pero cómo se podría mejorar la calidad del envase? Para ello es necesario revisar los tipos de ensayos que se realizan a las preformas fabricadas y que son adquiridas, de esta manera se podrá determinar si los ensayos realizados son suficientes para validar que se encuentran en óptimas condiciones para entrar al proceso productivo.

Se pudo determinar que los ensayos que se realizan a las preformas antes de ingresar al proceso productivo son las siguientes.

- Control de peso
- Control de roscado
- Hermeticidad
- Dimensiones de la rosca

Rebabas

Después del proceso del proceso de soplado de los envases, estos caen en una sesta donde la persona encargada del empaque de los envases es la encargada de validar que estos no presenten ningún tipo de filo cortante o más conocido como rebaba, la misma que puede generar lesiones ya sea al consumidor o al mismo operario de la maquina mientras estos son empacados.



Figura N° 28: Rebabas en el cuello del envase
Fuente: INSOPLAST
Elaborado por: El Investigador

Estas rebabas se presentan al momento de la expulsión de los envases que son ya sopladados, estos se sujetan con unas guías que permiten que el envase no salga expulsado de manera brusca hacia la tolva, estas guías deben ser calibradas de acuerdo al tipo de cuello y envase que se esté produciendo por lo que esto queda a criterio del operado ya que el mismo determinara la manera más adecuada de calibrar estas guías, al estar no encontrarse bien calibradas genera que los envases al ser empujados por los carros de expulsión se inclinen hacia las guías generando trabas y formación de las rebabas tomando en consideración que los envases aun salen calientes, es esto lo que permite que el rozamiento y la traba entre el envase y las guías forme las rebabas en los cuellos del producto. (Figura 29)



Figura N° 29: Rozamiento de cuello con guías de sujeción.
Fuente: INSOPLAST.
Elaborado: El Investigador

Del proceso productivo se tomó en cuenta los defectos encontrados en el periodo de enero a diciembre del 2016, con esta información es necesario realizar un análisis del proceso utilizando el diagrama de P, ya que al ser atributos no medibles es necesario realizar este análisis y determinar el estado actual del proceso.

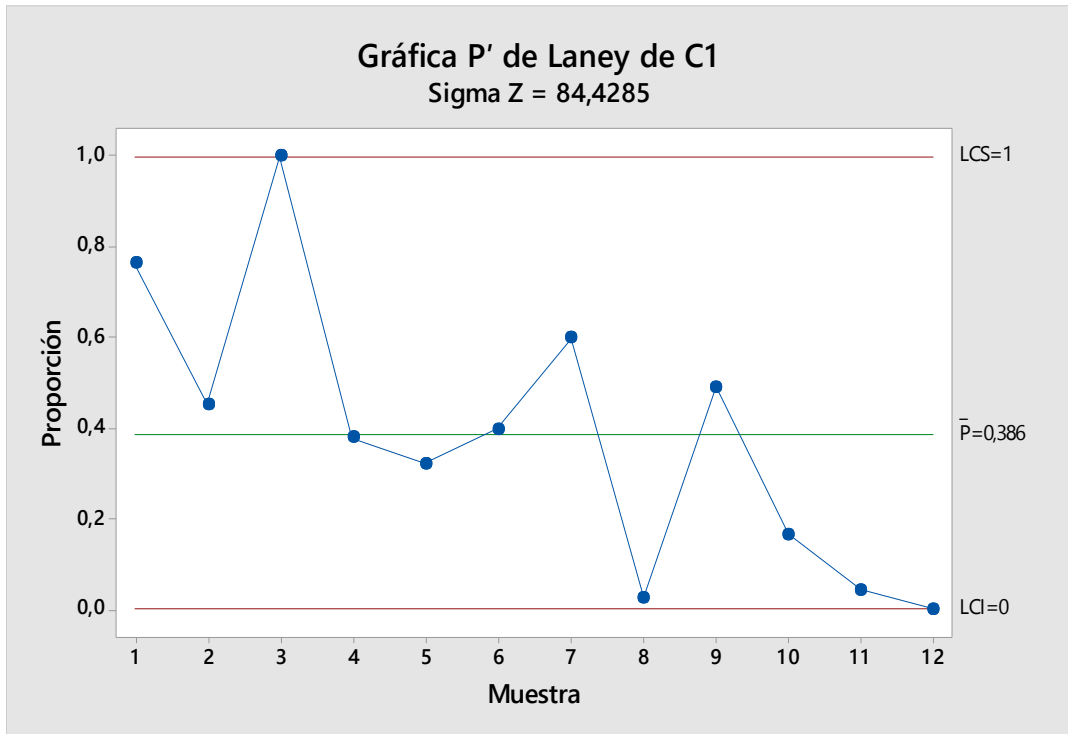


Figura N° 30: Diagrama de P Frecuencia vs Muestra
Fuente: INSOPLAST
Elaborado por: el Investigador

INTERPRETACION DIAGRAMA P

Interpretando la figura de P se puede apreciar que el primer mes se acerca bastante al límite de control superior, siendo este tan solo uno de 6 puntos que sobrepasan la media, esto nos indica que el proceso está al borde de salir de control, si lo comparamos con los puntos que se encuentran por debajo de la media, en su mayoría están por encima de la media, es un hecho favorable tener valores bajo la media, esto nos quiere decir que estamos tendiendo a tener cero defectos como es el caso del periodo 8,10 y 11 correspondiente al mes de agosto, octubre y noviembre, no se toma en consideración el mes de diciembre ya que durante este mes no existió producción, pero esto también nos indica que es necesario realizar un análisis del proceso, mano de obra, maquina, materia prima tiempos.

La grafica nos indica también que el proceso presenta más variación de lo esperado, a lo que se le conoce como una dispersión excesiva.

Análisis de la Situación Actual

De acuerdo a la información mencionada anteriormente se puede concluir que todos los defectos tienen relación con la materia prima, para ello se analiza el diagrama de pescado mencionado, en este se analiza las causas en el área de producción de la empresa INSOPLAST.

Análisis

De acuerdo al diagrama de pescado realizado para determinar los factores que están afectando la estabilidad del proceso y por ende la eficiencia de la planta se mencionan a continuación.

Como se indica en el diagrama inconformidad que presenta mayor recurrencia durante la producción es la contaminación (Puntos Negros), al ser este el defecto más recurrente se logró identificar que las causas son:

- Personal (No existe conocimiento sobre el almacenamiento de materia prima (preformas))
- Material (Materia Prima reciclada)
- Mediciones (No existe un control de calidad más exhaustivo para controlar los parámetros de las preformas antes de ingresar a producción)
- Métodos (No existe un proceso de almacenaje de la materia prima)

Personal

Se identificó que el personal de planta no cuenta con los conocimientos suficientes para dar un correcto almacenamiento a la Materia Prima, es decir, el PET en material Virgen se encuentra almacenado en los sacos que es su protección original por parte del proveedor estos son almacenados en bajo techo pero al aire libre, esto ocasiona contaminación al material, de igual manera se

validó que no existe un adecuado almacenamiento de las preformas de material PET reciclado, al no utilizarse la totalidad de las reformas que vienen dentro de las cajas de materia prima estas únicamente son colocadas en la Bodega, esto genera la contaminación y rotura de las mismas al no existir protección alguna.

Material

Para el caso del soplado de envases y en base a la regulación de nuestro país es necesario utilizar material reciclado PET, actualmente se realiza la compra de este material ya preformado a un proveedor externo, al nuestro país no contar con la tecnología suficiente que garantice un correcto reciclado y tratado del material se lo debe comprar fuera del país, pero aun así no se garantiza que este material venga completamente tratado, cualquier material que tenga la propiedad de ser reciclado al llegar a este proceso no vuelve a ser el mismo ya que pierda sus propiedades iniciales.

Medición

Actualmente existe un control muy básico para la preformas de material reciclado y material virgen, el mismo que no permite identificar las inconformidades que se presentan dentro de ellos para no afectar la producción de la planta y el producto final.

Método

No existe un método adecuado de almacenamiento de la materia prima antes y después de ser utilizada.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

- De acuerdo al análisis realizado durante el proceso de producción y fabricación del envase PET de la empresa INSOPLAST se identifica que la mayor influencia de inconformidades de calidad se debe a la falta de ensayos de materia prima y desconocimiento del almacenaje de la misma, así también como la adecuada limpieza a la maquina antes de la fabricación.
- Por el análisis realizado se identificó 2 tipos de inconformidades con mayor recurrencia o los que generan un afectación a la producción de la empresa, estos son:
 - Contaminación (Puntos Negros)
 - Rebabas
- El material defectuoso generado por los incumplimientos de calidad en la producción del envase PET, representa un costo de \$ 4084,53 en el año 2016, este costo se convierte en un valor en contra y por ende pérdida para la empresa.
- Los defectos presentados en este estudio se relacionan con la materia prima ya sea virgen o reciclada durante el proceso de producción, debido a la falta de ensayos de calidad y almacenamiento de la materia prima.
- Al ser el factor principal para la generación de inconformidades la materia prima y el mal almacenamiento de la misma, se puede definir estos como él puntos de mejora para el mejoramiento de proceso de producción.

Recomendaciones

- Implementar un sistema de Calidad que permita que los ensayos de control a las materias primas ayuden a determinar cualquier inconformidad antes del proceso productivo y evitar así afectación al producto final o una mala imagen ante el cliente.

- La empresa debe buscar la forma de implementar un sistemas que permitan reducir la cantidad de inconformidades, al ser estos controlados se puede analizar las causas del resto de inconformidades.
- La empresa debe buscar el mejor mecanismo para realizar el reproceso del material inconforme y de esta manera también reducir los costos correspondientes a las inconformidades.
- La empresa debe homologar un proveedor adicional de preformas PET recicladas, con el fin de obtener una proforma de mayor calidad.

CAPÍTULO V

LA PROPUESTA

Tema

“Diseño de un procedimiento de control de entrada de la preforma para el soplado de envases PET en la empresa INSOPLAST”

Datos Informativos

Empresa: INSOPLAST

País: Ecuador

Provincia: Pichincha

Ciudad: Quito

Dirección: José Andrade S N Y Av. Juan De Solís

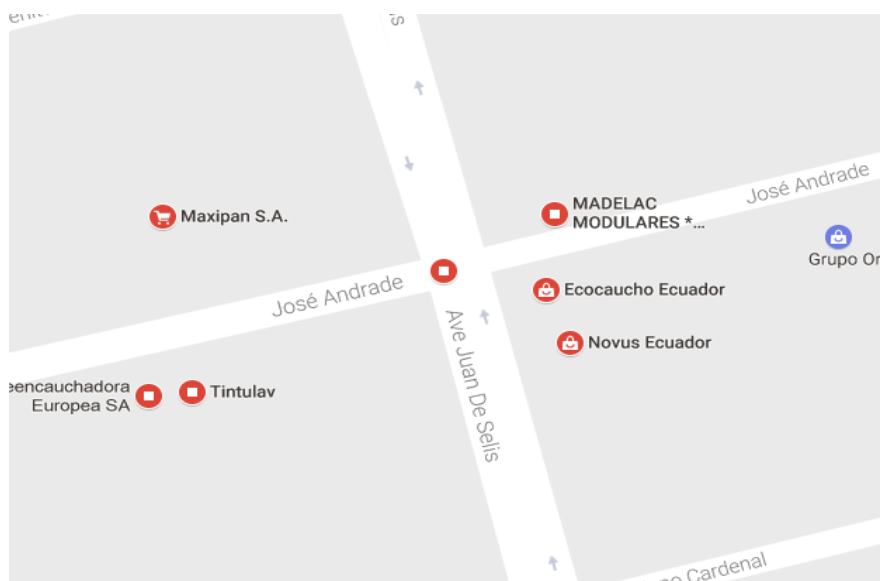


Figura N° 31: Ubicación de la Empresa INSOPLAST

Fuente: Google Maps

Elaborado por: El Investigador

Actividad Económica: Producción y comercialización de productos plásticos como envases, tapas, vasos plásticos.

Beneficiarios: La empresa INSOPLAST, en la reducción de merma y aumento de la eficiencia de producción por la generación de producto inconforme.

Tiempo estimado para la Ejecución: 6 meses

Antecedentes de la Propuesta

La empresa INSOPLAST se provee de material PET de dos formas, virgen y reciclado ambas son compradas fuera del país, con el material virgen se tiene la posibilidad de inyectar las preformas dentro de la misma empresa, lo que no sucede con el material reciclado, esto debido a que nuestro país no cuenta aún con la tecnología suficiente para el correcto reciclado de este tipo de polímero.

Durante la inyección de preformas y uso de las mismas en material reciclado se necesita realizar análisis de calidad mucho más exhaustivos y que el material tenga una correcta logística y almacenamiento, situación difícil debido a que la empresa no cuenta con un sistema de Calidad fortalecido, al igual que un correcto conocimiento de los procesos de almacenaje de la materia prima.

La falta de control adecuado de la materia prima antes y después del proceso de fabricación y la falta de análisis de calidad ocasiona las inconformidades dentro del proceso de fabricación de los envases, por esta razón se ve la necesidad de implementar un QCP para la elaboración de nuevos ensayos de calidad y un proceso de almacenaje de materias primas en la empresa INSOPLAST, donde se tomara en cuenta todo lo antes mencionado.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar un procedimiento de control de la preforma para soplado en la empresa INSOPLAST.

Objetivos Específicos

- Determinar la forma de realizar el proceso de muestreo del envase.
- Seleccionar los equipos necesarios, según las necesidades del procedimiento para el control de entrada de preformas.
- Analizar el proceso de inspección de preformas en el Área de Calidad de la empresa INSOPLAST.

Justificación de la Propuesta

La exigencia que se genera día a día acompañado por la satisfacción del cliente en un mercado de competencia obliga a las compañías a mejorar sus procesos mediante el rediseño, actualización de maquinaria y capacitación del personal para el cumplimiento de especificaciones del producto y así la satisfacción del cliente.

INSOPLAST como uno de sus objetivos principales dentro de la compañía es la calidad del producto, por esta razón el compromiso y apoyo a la elaboración de esta investigación, ya que de ser implementada beneficiara a la reducción de costos por material inconforme y el incremento y cumplimiento de la calidad del producto.

Factibilidad

Análisis de la Factibilidad Legal

Ley Orgánica de Defensa del Consumidor

Registro Oficial Suplemento 116 del 10 de julio del 2000

Última modificación del 16 de enero del 2016

Capítulo XII
Control de Calidad
Artículo N° 66 dice:

Art. 66.- Normas Técnicas.- El control de cantidad y calidad se realizará de conformidad con las normas técnicas establecidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización – INEN.- entidad que también se encargará de su control sin perjuicio de la participación de los demás organismos gubernamentales competentes. De comprobarse técnicamente una defectuosa calidad de dichos bienes y servicios el INEN no permitirá su comercialización; para esta comprobación técnica actuará en coordinación con los diferentes organismos especializados públicos o privados, quienes prestarán obligatoriamente sus servicios y colaboración.

Las normas técnicas no podrán establecer requisitos ni características que excedan las establecidas en los estándares internacionales para los respectivos bienes.

En cumplimiento con esta disposición INSOPLAST debe asegurar que los productos que se fabrican dentro de la empresa cumplan con los requerimientos y estándares de calidad establecidos en los reglamentos y normas técnicas ecuatorianas vigentes emitidas por el INEN.

Análisis de Factibilidad Técnica

El presente trabajo se enfoca en la implementación de nuevos ensayos de control de calidad y almacenamiento de materia prima en la empresa INSOPLAST, enfocándose en el cumplimiento de llevar a cabo un buen sistema de gestión de calidad y almacenamiento durante el proceso de producción, con lo cual se busca eliminar la siguiente inconformidad.

- Contaminación (Puntos Negros)

Una vez que llegue a ser controlada la contaminación realizando los ensayos y almacenamiento correcto tanto durante el ingreso como en el almacenamiento se podrá controlar de presencia de inconformidades de calidad y las pérdidas económicas que estos generan.

Desarrollo de la Propuesta

La implementación de nuevos ensayos de calidad a las preformas adquiridas e inyectadas en la planta permitirá un mejor control de calidad y reducción de inconformidades de calidad, por lo que se debe ejecutar los siguientes ensayos.

Antes de iniciar con los ensayos se debe tomar en consideración el tamaño de la muestra a tomar para emitir disposición a estos ensayos, para esto se utilizara la Norma NTE INEN – ISO 2859-1:2009 (Revisar Anexo), la muestra se determinara de acuerdo a la cantidad de material ingresado a la bodega de materia prima de ser que esta corresponda a un nuevo ingreso de materia prima, de no ser así dependerá mucho de la cantidad de materia prima que se vaya a utilizar para la producción en este caso estamos hablando del producto que corresponde a ingresos antiguos y que pasaron a producción y que por motivos de sobrante regreso a la bodega de materia prima.

1. Objetivo: Establecer un método adecuado para el análisis de materia prima en el laboratorio.

2. Alcance: Este documento aplica para los laboratorios de RHENANIA - INSOPLAST

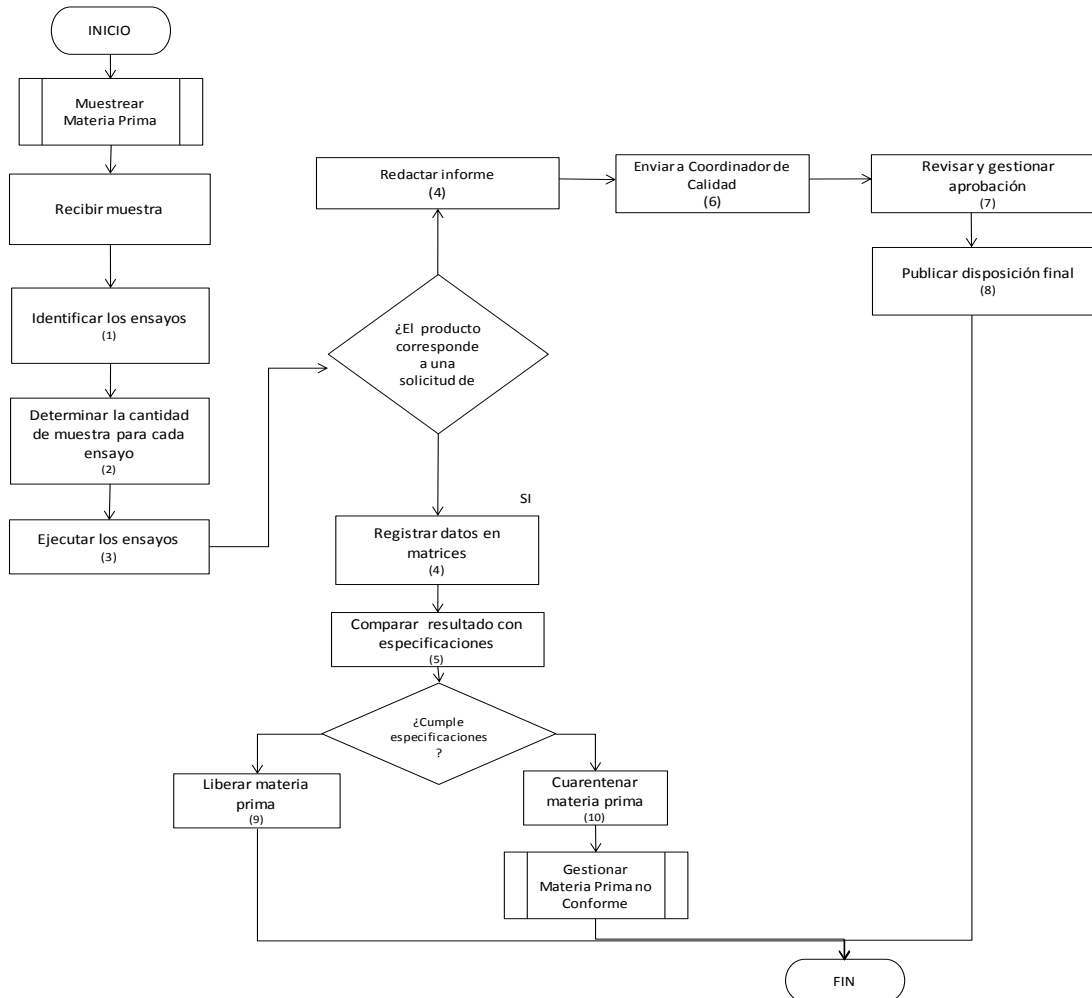
3. Responsable: Auxiliar / Asistente de calidad / Jefe de Calidad

4. FLUJOGRAMA: Análisis Producto Terminado

AUXILIAR / ASISTENTE DE CALIDAD

COORDINADOR DE CALIDAD MP/ JEFE DE CALIDAD

COMENTARIOS







1. Para determinar el tipo de ensayos que se debe
 - *Materia prima: para un ensayo regular se debe revisar el anexo "Detalle de ensayos por materia prima"
 - **Muestra con solicitud: revisar el encabezado del formato "Solicitud de trabajo Materia Prima" -
2. Repartir de manera equitativa la muestra para el número de ensayos que se debe realizar al material.
3. Remitirse al instructivo del ensayo pertinente. Adicionalmente, los equipos utilizados en cada ensayo que requieran de verificación intermedia deben cumplir con el EMP definido en su respectiva hoja de vida. De no ser así, se los clasifica como equipos "Fuera de uso" y se cancela la ejecución del ensayo, en caso de que no haya un equipo con estado metrológico conforme.
4. Registrar los resultados y/o informe:
 - Registro regular en la matriz correspondiente a dicha referencia.
 - Muestras bajo solicitud: En el formato de informe de resultados ""Informe de ensayos de laboratorio""ZLA-PR08-RE003.
5. Comparar los resultados obtenidos de los ensayos con las especificaciones del producto. (Las especificaciones deben ser revisadas en el sistema correspondiente.)
6. Envío de resultados de ensayos de laboratorio.
 - Análisis por ingreso de materia prima: Se ingresa los datos en la matriz compartida para la posterior revisión del coordinador / jefe de calidad.
 - Muestras bajo solicitud: Envío del formato "Informe de ensayos de laboratorio" con los resultados obtenidos al coordinador / jefe de Calidad
7. Revisión de resultados enviados.
 - Análisis por ingreso de materia prima: Verificar que no exista errores en los datos ingresados en las matrices de materia prima correspondientes.
 - Muestras bajo solicitud: Revisar que los datos y resultados ingresados en el ""Informe de ensayos de laboratorio"" sean correctos. Aprobación por Jefe de Calidad.
8. Publicación de resultados.
 - Análisis por ingreso de materia prima: Guardar los datos en la matriz correspondiente.
 - Muestras bajo solicitud: Envío del "Informe de ensayos de laboratorio" al solicitante de los ensayos
9. La materia prima debe ser liberada en el sistema.
10. La materia prima debe ser cuarentena en el sistema.
 - Para la correcta cuarentena del lote se debe buscar el código de la materia prima, crear un nuevo registro y colocar los parámetros de incumplimiento.
 - *Colocar etiqueta de identificación correspondiente en el producto físico.

1. Objetivo: Definir las etapas del muestreo y los responsables de cada actividad.			
2. Alcance: Materias primas absorbentes y cosmética.			
3. Responsables: Coordinador de Calidad / Jefe de Calidad			
4. FLUJOGRAMA			COMENTARIOS
BODEGA MP	AUXILIAR / ASISTENTE DE CALIDAD	COORDINADOR DE CALIDAD MP/ JEFE DE CALIDAD	
<pre> graph TD INICIO([INICIO]) --> R1[Recibir la materia prima] R1 --> V1[Validar la cantidad de materia prima ingresada 1] V1 --> D2[Determinar el tamaño de la muestra 2] D2 --> M3[Muestrear la materia prima 3] M3 --> I4[Identificar el material y colocarlo en el centro de acopio 4] I4 --> R5[Registrar la información del material muestreado 5] R5 --> V6[Validar el ingreso de data 6] V6 --> FIN([FIN]) </pre>			<p>1. La validación de la cantidad ingresada se realiza con el Packing (documento entregado por el proveedor al momento del despacho) para identificar la cantidad con la cual se debe calcular el tamaño de la muestra .</p> <p>2. Para determinar el tamaño de la muestra y la unidad de muestreo .</p> <p>3. Muestreo de materia prima.</p> <p>4. Identificar la materia prima con el nombre del material, proveedor, fecha de ingres y lote.</p> <p>5. La información que se deberá registrar en la BD Gestión de Materia Prima Fecha de muestreo Cantidad y unidad de la muestra Responsable de muestreo</p> <p>6. El Coordinador de Calidad / Jefe de Calidad debe verificar la información ingresada en la BD Gestión de Materia Prima, de no evidenciar ninguna desviación la información debe ser guardada y quedar disponible. Si el coordinador evidencia alguna desviación en el ingreso de data debe realizar la corrección correspondiente, colocando en la celda el dato correcto e insertar un comentario en el cual se detalle: Descripción del error Nombre del responsable</p>

Ensayo de Control de Calidad

Control de Peso

Responsable:	Auxiliar/Asistente de calidad				
Objetivo:	Establecer un método adecuado para la verificación de pesos de materia prima				
Alcance:	Producto Terminado				
Descripción del ítem a ensayar:	Todos los Envases				
Parámetro:	gr.				
Rangos:					
Patrones y/o Materiales de referencia:	No aplica				
Condiciones ambientales especiales:	No aplica				
Equipo de protección personal:	Mandil blanco y cofia				
Aparatos, equipos e insumos:	Equipos: balanza				
Componentes del equipo:	Referirse al instructivo correspondiente al equipo				
Notas:	Criterio de aceptación o rechazo: Al ser un ensayo no destructivo, se debe considerar que el control de calidad de los resultados sea favorable.				
Secuencia	Actividad				POR QUÉ?
	QUÉ	CÓMO	CUÁNDO		
PREPARACIÓN DEL EQUIPO					
1	Verificar balanza	1.1. Verificar la existencia de la hoja de vida de la balanza y validar que se encuentre acorde al plan de metrología vigente.	No aplica	Antes de preparar la muestra	Verificar el correcto funcionamiento del equipo y que no existan errores de medición.
		1.2. Verificar que la balanza se encuentren en buenas condiciones			Garantizar que los equipos se encuentren en buenas condiciones para una correcta medición.
		1.3. Revisar el instructivo de uso y verificación de balanzas para manejar el equipo correctamente	No aplica		Asegurar el correcto manejo de los equipos de medición
PREPARACIÓN DE LA MUESTRA					
2	Preparar la muestra	2.1. Identificar la muestra	No aplica	Antes de tomar las unidades necesarias para el ensayo	Para garantizar la trazabilidad de la muestra analizada
		2.2. Colocar la muestra sobre una superficie plana		La muestra haya sido tomada del centro de acopio	Es la manera correcta para la manipulación de muestras
DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO					
3	Analizar la materia prima	3.1. Colocar la materia prima sobre el plato de la balanza		Después de verificar que la balanza se encuentra encendida	Para obtener el resultado del ensayo
		3.2. Visualizar el resultado de la medición en el display del equipo		Cuando el valor se establezca en el display o pantalla digital	Para posterior registro del resultado de la lectura.
REGISTRO DE DATOS					
4	Registrar resultados del ensayo	4.1. Registrar los resultados en la matriz o sistema correspondiente.	No aplica	Cuando se hayan concluido todas las mediciones y se este totalmente seguro de los valores obtenidos.	Para respaldar los resultados del ensayo y facilitar su búsqueda si se requiere.
CRITERIOS DE APROBACIÓN O RECHAZO					
5	Validar los criterios de aceptación del método	5.1. El responsable del laboratorio debe asegurar que el personal que ejecuta el ensayo conozca el método descrito en este instructivo y se realice siempre dando cumplimiento a cada paso definido.	No aplica	En las inducciones específicas del personal o cuando se refuercen capacitaciones.	Para asegurar la competencia del personal que ejecuta los ensayos
		5.2. Los equipos de medición utilizados deben cumplir con el plan metrológico asignado.	No aplica	Acorde al plan de metrología vigente	Para eliminar errores que provengan de los equipos de medición.

El peso es una variable muy importante que debe ser controlado desde su inicio, la prueba que debe llevarse a cabo es la medición del peso de la preforma en una balanza, la misma que debe cumplir con la calibración certificada por los auditores INEN, el proceso es el siguiente.

1. De la muestra tomada para la inspección tomamos las preformas ya sean estas de material virgen o reciclado, el nivel de la muestra deberá ser estricto (nivel III) en el caso de la preforma con PET reciclado y Nivel de muestra medio (nivel II) para el caso de la preforma de material virgen.

Porque la diferencia en los niveles de muestra, al ser el material reciclado el que más inconformidades genera durante el proceso de producción, este debe ser evaluado con mucha más exigencia que el material virgen.

2. Después de tomada la muestra procedemos a pesar cada una de las preformas las mismas que deberán cumplir con la especificación del producto obviamente teniendo una variación de +/- 0,5 g.

3. comparar bajo especificación del proveedor al que le corresponda la referencia.

Diámetro del Cuerpo

La medición de este parámetro también es importante ya que este influye mucho durante el estiramiento o soplado del envase, el procedimiento a realizar es el siguiente.

1. Tomar el calibrador Pie de Rey y tomar dos medidas, las mismas que deberán ser controladas en dos partes de la preforma, es decir a partir del inicio del cilindro que se estirara y la parte inferior de la preforma.

2. Comparar bajo especificación del proveedor y revisar los valores obtenidos, estas variaciones no deben sobrepasar el $\pm 0.5\text{mm}$, el mismo que dependerá del nivel de contracción del material después de ser inyectado.

Roscado

En este ensayo se determinara si la rosca con la cual fue inyectada cumple con el requerimiento solicitado por el cliente, la ventaja de trabajar con preformas es que los cuellos y tipos de roscas ya se encuentran normalizados y son regulares en el mercado, por lo que únicamente es necesario realizar la prueba con la tapa o válvula dosificadora que será el complemento del envase cuando este se convierta en el producto final.

Organoléptica

Este ensayo no requiere de la toma de dimensiones de la preforma, pero si requiere de una persona que pueda identificar hasta más mínima partícula de contaminación en la preforma, al ser la contaminación la principal inconformidad dentro del proceso de fabricación esta prueba nos ayudara a detener cualquier tipo de suciedad o presencia de contaminación ajena la material, es muy importante que dentro de esta prueba se debe evaluar cualquier tipo de contaminación ya sea este, polvo, partículas del mismo material alojadas en el interior de la preforma, o el mismo material con puntos negros antes de realizar el estiramiento.

Durante la realización de esta prueba también nos permitirá determinar si el material se encuentra inyectado de manera óptima, es decir sin presencia de rebabas, arrugas en el material o deformidad en la preforma.

Espesor de la Preforma

Si bien es cierto la preforma no tiene una forma homogénea que nos permita tomar estas mediciones con facilidad, es necesario que esta prueba sea destructiva, por lo tanto se deberá cortar la preforma por la mitad con un ángulo de 45° , esto nos

permitirá tomar las dimensiones del espesor de la preforma en varios puntos de ella y así evitaremos mal formaciones después del estiramiento y formación del envase.

Esta prueba también nos permitirá apreciar si el material no presenta burbujas, validando que las paredes de la preforma sean completamente sólidas.

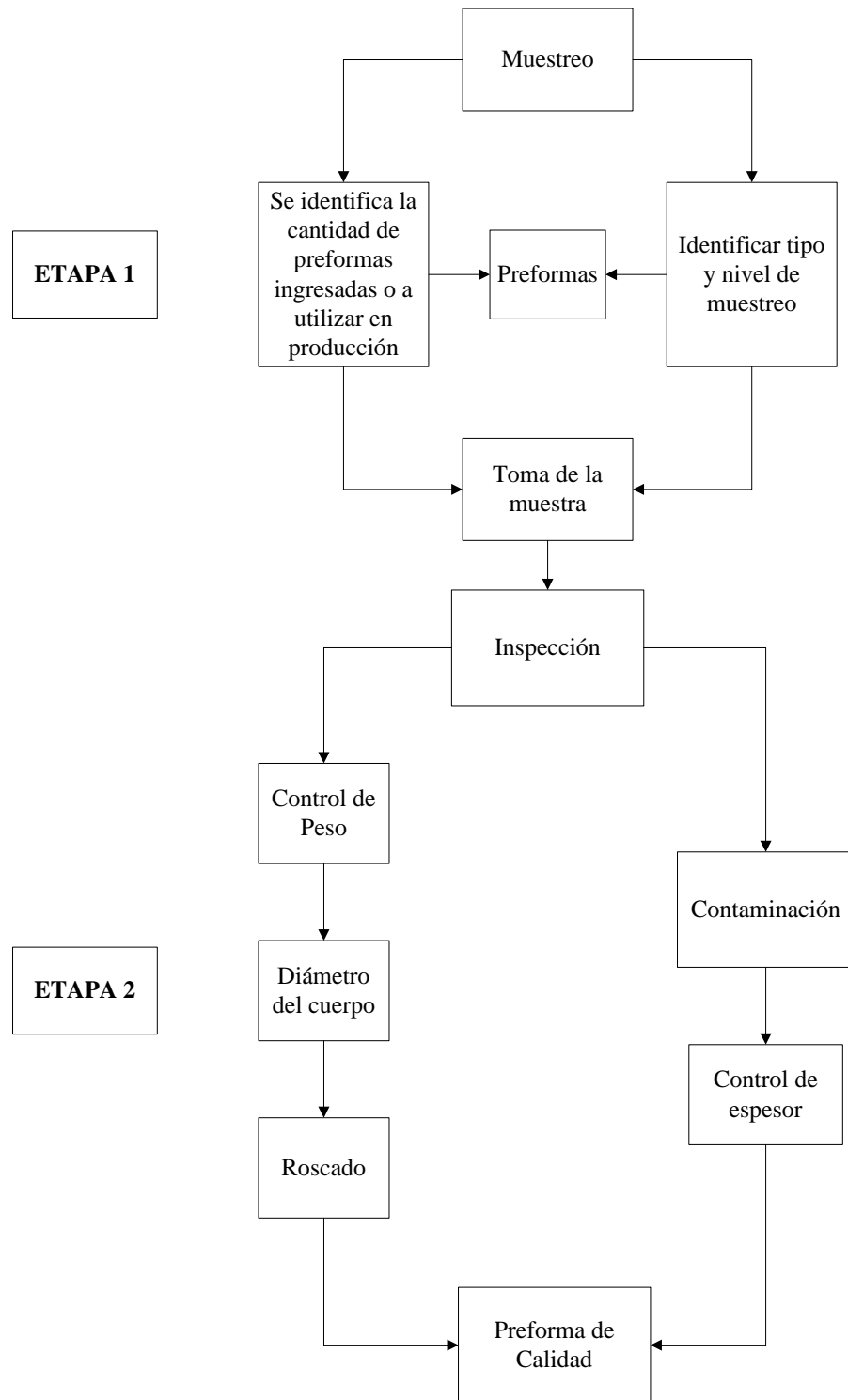


Figura N° 32: Esquema del proceso de análisis de entrada
Elaborado por: El Investigador

Aplicación de la Propuesta

Para la realización de la aplicación de la propuesta se aprovechó un pedido especial de un cliente que solicitó la producción de 5000 Un del envase de 500 ml, de tal forma que se inició con las etapas mencionadas anteriormente las mismas que se detallan a continuación.

Muestreo

Al ser 5000 Un las que ingresarían a producción se inició determinando la cantidad de la muestra a tomarse, debido a los defectos presentados en las producciones anteriores con el método anterior de inspección se tomó la decisión de trabajar con un nivel de muestreo estricto el mismo que permitirá que se separe cualquier inconformidad antes de ingresar a línea, para esto utilizaremos la Norma que se adjunta en el anexo y que nos indicará la cantidad de muestra que debemos tomar, para las un a producirse la tabla de Nivel de Inspección nos indica que es la letra (M), al tener definida la letra con la cual se determinará el número de la muestra que debe ser tomada nos dirigimos a la tabla 2 B Plan de Muestreo Simple para la Inspección Estricta, esta nos indica que con la letra (M) determinada en la Tabla 1 el tamaño de la muestra que debe ser tomada es de 315 Un con un nivel de aceptación de 0 a 1 que quiere decir que con 0 Un se aprueba el Lote y con 1 Inconformidad de inspección se rechaza el lote.

Después de tener ya determinada la muestra se procede con el análisis.

Ensayo de Peso

De las 315 un de muestra se toma 60 un para realizar el control, de la medición realizada a todas las preformas se obtuvo un promedio de 27.85 gr, lo cual se encuentra dentro de las especificaciones de control las mismas que tienen una tolerancia de +/- 0,2 gr, de las 60 un que se midieron ninguna de ellas se encontró fuera de este rango, por lo que para este control las preformas fueron aprobadas.

Diámetro de la preforma

De igual manera se toma 60 un de la muestra tomada para realizar esta medición, para la cual se obtuvo un promedio de 23.1 mm, la cual se encuentra dentro de las especificaciones de control las mismas que tienen una tolerancia de +/- 0,2 mm, de las 60 un que se midieron ninguna de ellas se encontró fuera de este rango, y debido a esto en este ensayo las preformas fueron aprobadas.

Contaminación

Se toma 60 Un para la revisión de las preformas, donde se logra detectar que alguna de ellas se encontraban con partículas de polvo y presencia de puntos negros que al parecer eran partículas de aceite quemado, estas preformas al ser identificada de que lote de producción y caja da las cuales fueron sacadas se procedió a separar el lote completo para que este no ingrese a producción, para completar las unidades separadas por el hallazgo de la contaminación en las preformas se procedió a tomar otro lote para realizar la misma inspección en donde ya no se encontró dicha contaminación y se procedió a liberar el material.

Espesor de la Preforma

Se toma 10 unidades las mismas que serán contadas por la mitad, esto nos ayudara a tener una mayor visualización y poder identificar si el espesor de la preforma es uniforme, durante la medición no se encontró ninguna anomalía por lo que se procedió a liberar la preforma para la producción.

De momento se realizara la prueba de destrucción de las preformas ya que se solicitó revisar la posibilidad de adquirir un medidor que permite controlar el espesor de las preformar sin destruirlas el mismo que tiene una precisión de 0-10mm: 0.001 mm.

Después de realizados todos los ensayos de calidad propuestos se dio inicio a la producción de los envases, donde al final de la fabricación se detectaron únicamente 80

envases con defecto 27 de ellos por contaminación 15 por rebaba y el restante por deformación y otros.

Al haber obtenido únicamente 27 un de envase con presencia de puntos negros se logró reducir alrededor de 90 envases con presencia de este defecto ya que en una producción diaria de se encuentra un promedio de 130 envases con presencia de puntos negros.

Validación de la Propuesta

Para la validación de la propuesta se procedió a realizar una encuesta a personas que tienen conocimiento del soplado e inyección de preformas, así como también de ensayos de Calidad.

La encuesta permitió identificar si la propuesta realizada al análisis de producción de envases PET era factible o no, la encuesta fue realizada a profesionales tres de ellos coincidieron con sus respuestas a los ensayos propuestos los cuales se indican a continuación.

Pregunta: Debido a los defectos de calidad encontrados durante la transformación de las preformas se propone incorporar tres ensayos adicionales que son Control de Diámetro del Cuerpo, Control de Puntos Negros (Impurezas), Control del Espesor ¿Cree usted que estos tres nuevos ensayos propuestos ayuden a disminuir las inconformidades de calidad que se presentan después de la transformación de la preforma?

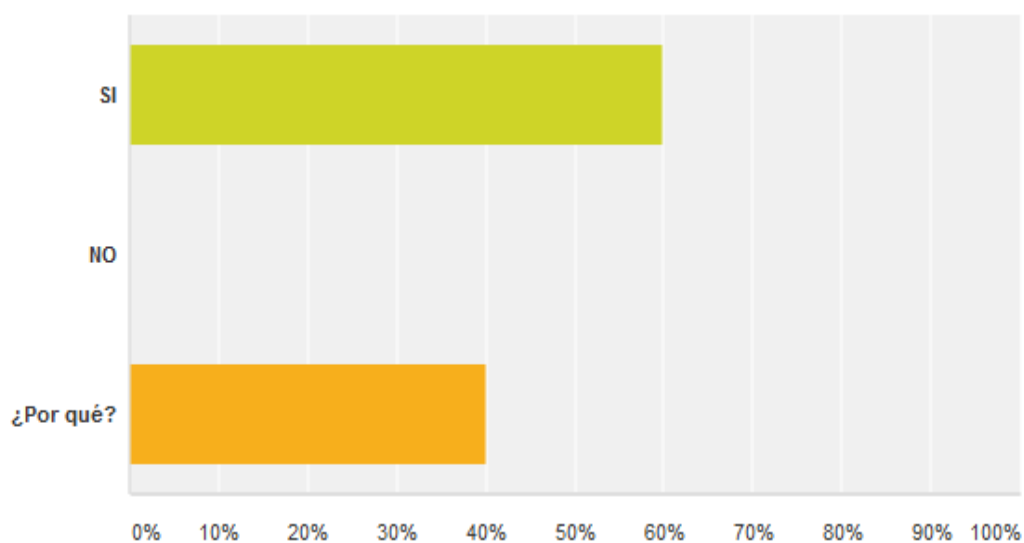


Figura N° 33: Gráfica de Evaluación pregunta 6 de encuesta
Elaborado por: El Investigador

Respuesta 1: Jefe de Calidad Zaimella del Ecuador

“Si, por que permitiría hacer un análisis más robusto”

Respuesta 2: Jefe de Calidad IMELEC

“Si porque es necesario realizar un análisis más profundo permitiendo así el paso de desviaciones a producción”

Respuesta 3: Jefe de Producción Grupo Bolaños

“Ya que ayudan a obtener un producto de mejor calidad al ser procesado”

De igual manera como un adicional a la encuesta se solicitaron recomendaciones para que el proceso sea aún más eficiente y que permita controlar de mejor manera las desviaciones antes de que la preforma de PET ingrese a producción.

En su mayoría coinciden con sus recomendaciones, es necesario realizar una correcta evaluación técnica de composición o formulación del material, emisión de certificados de calidad por parte del proveedor donde se evidencie los resultados de las

evaluaciones que el realice por lote de producción, además, el documento debe contener el detalle de la formulación para así poder validar que esta se mantenga, de igual manera se recomienda solicitar al proveedor recomendaciones de manejo y trabajo de modo de tener claro los rangos a los cuales se debe utilizar la preforma en el proceso productivo.

Con las respuestas obtenidas y las sugerencias brindadas se puede definir que el proceso de inspección propuesto es válido realizarlo de tal forma que esto permitirá la reducción de las inconformidades de calidad y desperdicio así también como la disminución del costo de fabricación.

Beneficios de la Propuesta

Una vez que se realice la implementación de la propuesta se espera que la empresa INSOPLAST se beneficie de la siguiente manera.

Beneficios Técnicos

Dentro de los beneficios técnicos que alcanza la empresa INSPLAST son:

- Garantizar que la materia prima que llega a producción cumpla con los requerimientos de calidad necesarios para la fabricación.
- Reducir la cantidad de producto no conforme y desperdicios generados por la contaminación de la materia prima.
- Mejorará la calidad del producto final.

Beneficios Económicos

- Reducir los costos de las inconformidades generadas durante la fabricación del envase en el área de Producción en la empresa reduciendo el índice de producto inconforme.

Impacto Ambiental

La implementación de la propuesta es favorable y beneficiosa para la empresa ya que se reducirá el nivel de desperdicio del producto como tal.

Según (INEN, 2016):

Al reducirse el nivel de desperdicio se ayuda a la empresa con la reducción en los costos y se cumple con la el punto 3.1.3 que indica "Contaminantes modelo ("subrogantes"). Sustancias utilizadas en los ensayos de validación normalizada ("challenge test" o equivalente) de las tecnologías de reciclado físico, para evaluar su eficiencia de descontaminación, y que son representativas de los potenciales contaminantes presentes en el PET post-consumo.

Conclusiones y Recomendaciones de la Propuesta

Conclusiones

- La implementación de los nuevos ensayos de calidad ayudara a garantizar una óptima inspección del producto, evitando la generación de producto inconforme en la producción.
- En el diseño del nuevo control de inspección de materia prima ayudara al cumplimiento de los parámetros solicitados por el cliente, garantizando la durabilidad de los mismos.
- La implementación del método de calidad permitirá que los costos de producción no se eleven y generando un incremento en la eficiencia y capacidad de producción de la empresa, garantizando productos de calidad.

Recomendaciones

- Implementar los nuevos ensayos de materia prima en el departamento de Calidad en INSOPLAST.
- Validar que todos los QCP de limpieza de maquina se estén cumpliendo.

- Al implementar los nuevos ensayos de materia prima se debe considerar que se deberá solicitar a los proveedores fichas técnicas de las preformas y así poder levantar una especificación que permita emitir disposición de aceptación o rechazo.
- Actualmente existen maquinas que realizan el trabajo de inspección de calidad de las preformas, en esta se adicionan ensayos de dureza y estiramiento del material antes de ser soplado, al adquirir esta maquinaria se reducirían los tiempos de inspección y un mayor control del producto.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOFI. (2005). *Marco de fundamentación conceptual especificaciones de prueba ECAES Ingeniería Industrial. Versión 6*. Bogotá.
- Antonio. (5 de octubre de 2012). *Capacidad de producción*. Obtenido de Slide Share: <http://es.slideshare.net/Antonio8610/capacidad-de-produccion-14606747>
- BELTRÁN SANZ, Jaime. (2004). *Guia para una gestion basada en procesos*. Obtenido de www.centrosdeexcelencia.com/dotnetnuke/.../0/guiagestionprocesos.pdf
- DefiniciónABC. (2016). *Definición de Ingeniería Industrial*. Obtenido de <http://www.definicionabc.com/ciencia/ingenieria-industrial.php>
- GALARZA ORTIZ, L. (2010). *Repositorio Digital*. Recuperado el 22 de 07 de 2016, de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/4007>
- GARCÍA, & CASTILLO. (2001). *Gestión de la Producción*. Castro. Gestión. (11 de 02 de 2016). Obtenido de www.gestiopolis.com
- Gestiopolis. (2001). *Conceptos básicos de producción*. Obtenido de <http://www.gestiopolis.com/conceptos-basicos-produccion/>
- HERNÁNDEZ, J. (2012).
- INEN, N. (2016). *RESOLUCIÓN No. 16 003*. Quito.
- INSOPLAST, E. (s.f.). *Linea de Investigación de la producción* . (2011). Quito: Armendaris.
- MARCILLA, M. B. *Tecnología de Polímeros*.pág. 288 a la pág. 295.
- MAYNARD. (1996). *Manual del Ingeniero Industrial*.
- Organización Internacional de Normalización. (2009). *Las normas ISO 9000:2000 de sistemas de gestión de la calidad*.
- Prokopenko, J. *La Gestion de la Productividad*.
- SÁNCHEZ CARRERA, José. (2001). *Metodología de la Investigación ciencia y Tecnología*. En J. C. Snachez. Lima: Andaluz.
- Univiersidad Tecnológica Indoamerica. (2011). *Líneas de Investigación*. Quito: Universidad Indoamerica.
- VALENCIA, A. (1999). *Ejercicio de la ingeniería en Colombia y en el mundo*. Colombia: ACOFI.

ANEXOS