



**UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DEPARTAMENTO DE POSTGRADO**

**TESIS DE GRADO
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y
PRODUCTIVIDAD**

**TEMA
ANÁLISIS DE LA BAJA PRODUCTIVIDAD,
OCASIONADA POR LA ESTIBA MANUAL DE
SACOS DE MATERIA PRIMA, EN UNA EMPRESA
DE PLÁSTICOS EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL Y
PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE SUS
PROCESOS PRODUCTIVOS**

**AUTOR
ING. IND. FLORES HERRERA LADY IVETTE**

**DIRECTOR DE TESIS
ING. IND. ZAMBRANO SILVA DENNIS HOLGER MSc.**

**2015
GUAYAQUIL – ECUADOR**

“La responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta Tesis corresponden exclusivamente al autor”.

Flores Herrera Lady Ivette
Cédula No. 0911204170

DEDICATORIA

A mi madre Sra. Aída Herrera de Flores, quien ha estado impulsándome siempre.

A mi hijo: Edmundo Javier, por quien lo daría todo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por las bendiciones que me ha dado siempre.

A mis padres y hermanos, por su constante amor.

A mi Director de Tesis y amigo: Ing. Ind. Dennis Zambrano Silva MSc., por su total ayuda.

A mis amigos: Ing. Ind. César Freire Pinargote, MSc. e Ing. Ind. Carlos Molestina Malta, MSc., por su apoyo desinteresado.

ÍNDICE GENERAL

No.	Descripción	Pág.
	PRÓLOGO	1

CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

No.	Descripción	Pág.
1.1	Descripción de la Situación	2
1.2	Formulación del Problema	4
1.2.1	Delimitación del Problema	4
1.2.2	Planteamiento del Problema	5
1.3	Evaluación del Problema	6
1.4	Objetivos de la Investigación	6
1.5	Justificación e Importación	7
1.6	Alcance	8
1.7	Limitaciones	8

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

No.	Descripción	Pág.
2.1	Antecedentes de la Investigación	9
2.2	Fundamentación Teórica	10
2.2.1	Concepto de Productividad	10
2.2.2	Maquinaria de Inyección de plástico	12
2.2.2.1	Mezclador de plástico	14

No.	Descripción	Pág.
2.2.2.2	Secador de plásticos	15
2.2.3	El principio del moldeo	16
2.2.3.1	Unidad de inyección	16
2.2.3.2	Unidad de cierre	18
2.2.3.3	Molde	20
2.2.3.4	Control de parámetros	21
2.2.3.5	Ciclo de moldeo	23
2.2.3.6	Relaciones de Presión – Volumen – Temperatura (PVT)	25
2.2.3.7	Cristalización y Deformación de la pieza al enfriarse (contracción)	26
2.2.4	Equipo de transporte	28
2.2.5	Diagrama de funcionamiento	29
2.2.6	Diseño de selección de ventosas	31
2.2.7	Componentes del vacío	34
2.2.8	Selección del generador de vacío	35
2.2.8.1	Soplante de vacío con válvula de inversión electroneumática	36
2.2.8.2	Almacenamiento y limpieza de las ventosas	38
2.2.8.3	Rosca de conexión	38
2.2.8.4	Selección del brazo	39
2.2.8.5	Perfiles y uniones	39
2.2.8.6	Diseño	40
2.3	Hipótesis	42
2.4	Variables	42
2.4.1	Variables dependientes	42
2.4.2	Variables independientes	42
2.5	Fundamentación Legal	43

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

No.	Descripción	Pág.
3.1	Diseño de la Investigación	44
3.2	Tipo de Investigación	45
3.3	Población y Muestra	45
3.4	Recolección de la Información	46
3.5	Técnicas Estadísticas para Análisis de la información	46
3.6	Validación Y Aplicación Práctica	46

CAPÍTULO IV

PROPUESTA Y ANÁLISIS

No.	Descripción	Pág.
4.1	Descripción de la Empresa Plastishoes S.A.	47
4.1.1	Clientes	48
4.1.2	Proveedores	49
4.1.3	Competencia	50
4.1.4	Organismos de Control	51
4.1.5	Estructura interna de Plastishoes S.A.	53
4.1.6	Estructura Organizacional de Plastishoes S.A.	54
4.2	Descripción de Procesos y Equipos	58
4.3	Productos	61
4.4	Análisis y Propuesta para incrementar la productividad	62
4.4.1	Costo – Beneficio de Equipo de Transporte	81
4.5	Conclusiones Y Recomendaciones	86
	ANEXOS	88
	BIBLIOGRAFÍA	99

ÍNDICE DE TABLAS

No.	Descripción	Pág.
1	Hoja de parámetros técnicos de polímeros	27
2	Listado de Proveedores Industria Plastishoes S.A.	49
3	Organismos de Control Industria Plastishoes S.A.	52
4	Producción de plataformas	65
5	Tiempos de Inyección	66
6	Capacidad de producción por producto	66
7	Tabulación de defectos en la producción de plataformas	67
8	Variación de peso	69
9	Porcentaje de humedad	74
10	Porcentaje de llenado de tolva	75
11	Cálculo de la productividad por producto	79
12	Cálculo de la productividad real por producto	79
13	Productividad real de la planta	80
14	Cálculo de la productividad por producto con control de estiba – mezcla	82
15	Productividad experimental de la planta	82
16	Incremento de la productividad	83
17	Productividad con equipo de transporte	83
18	Cálculo para el pago de la amortización	84
19	Indicadores Financieros	85
20	Cálculo del VAN, Relación Costo/Beneficio y TIR	85

ÍNDICE DE FIGURAS

No.	Descripción	Pág.
1	Pellets de Polipropileno	5
2	Máquina Inyectora	14
3	Mezclador de resinas termoplásticas	14
4	Secador de resinas plásticas	15
5	Partes de la unidad de inyección	18
6	Portamolde de inyectora	19
7	Partes del molde de inyección	20
8	Variación de temperatura	21
9	Líneas genéricas isobáricas de polímeros amorfos y semi-cristalinos en inyección	22
10	Sistema de enfriamiento	22
11	Parámetros de un proceso de inyección	23
12	Proceso de inyección	24
13	Saco de polímero de 25 Kg	28
14	Manipulación del saco de polímero	29
15	Manga del sistema de manipulación automática	30
16	Ventosa	30
17	Estructura de la ventosa	31
18	Forma de la ventosa	32
19	Elemento de fijación	33
20	Sistema de manipulación por vacío	33
21	Manguera principal retraíble	34
22	Tubo de elevación	35

No.	Descripción	Pág.
23	Soplador Jumbo Sprint	36
24	Rosca de conexión	39
25	Perfiles de Montaje MO-PROF	40
26	Diseño del Sistema Perfiles de Montaje MO-PROF	41
27	Filtro	41
28	Mangueras de conexión de 3 pulgadas	41
29	Organigrama empresa Plastishoes	54
30	Proceso de producción para el desarrollo de nuevos productos.	58
31	Trabajador levantando sacos	59
32	Diagrama de flujo empresa Plastishoes	60
33	Plataforma	61
34	Planta de producción empresa Plastishoes	62
35	Hora perdidas May-Julio 2014	64
36	Proceso Productivo	64
37	Pareto de rechazo de calidad	68
38	Gráfico de control de medias	70
39	Gráfico de control de rangos	71
40	Diagrama Causa – Efecto, Problema Inyección	72
41	Dispersión de Humedad y Peso	75
42	Dispersión de Llenado y Peso	77
43	Rechazos por mal inyectado y poros	78
44	Utilización sistema por vacío en el Ecuador	81

ÍNDICE DE ANEXOS

No.	Descripción	Pág.
1	Cotización de un sistema completo autónomo para el manejo de cargas de sacos de pe-pp-pvc- pesos aproximado 30 kg	89

AUTOR: ING. IND. FLORES HERRERA LADY IVETTE
TITULO: ANÁLISIS DE LA BAJA PRODUCTIVIDAD, OCASIONADA POR LA ESTIBA MANUAL DE SACOS DE MATERIA PRIMA, EN UNA EMPRESA DE PLÁSTICOS EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL Y PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE SUS PROCESOS PRODUCTIVOS
DIRECTOR: ING. IND. ZAMBRANO SILVA DENNIS HOLGER, MSc.

RESUMEN

El objetivo principal del presente trabajo de investigación es el Diseñar un Plan de Optimización de la Productividad en una línea de inyección de productos plásticos, utilizando un sistema de vacío, para lo cual se debe determinar los equipos de automatización idóneos para el proceso, identificar las variables temporales y las variables que inciden en la baja productividad, diseñar un plan de optimización de productividad mediante la automatización de los procesos y validar el plan propuesto con el uso de indicadores. Esta tesis puede ser tomada como referencia para empresas industriales en donde se utilice la estiba de materia prima en el proceso productivo con un uso intensivo de la mano de obra como fuerza laboral. Este trabajo se desarrolla bajo el tipo de investigación Descriptiva para entender los procesos, desde el punto de vista del investigador será del tipo no experimental con mediciones de las variables como estudio transversal a través de los procesos de producción y de abastecimiento de materiales, el tipo de investigación es sistemática y empírica, los resultados se logran en base a definir las pérdidas de productividad debido a los tiempos improductivos, descenso de la productividad de la mano de obra y fallas de calidad en el proceso. Luego de haber realizado este trabajo de investigación, se concluye que las labores logísticas de transporte y estiba mal direccionadas pueden impactar negativamente en la productividad de una planta industrial, sin importar el tamaño de la misma. Esta tesis deja planteada la inversión en un equipo de transporte y justifica su compra por medio de los cálculos de la productividad y rentabilidad. Se debe tener presente que la adquisición de la nueva maquinaria, mejora la capacidad y desempeño tanto de los obreros como de las maquinarias, se incrementa la productividad, se disminuyen los rechazos de calidad y los tiempos improductivos.

PALABRAS CLAVES: Optimización, Productividad, Sistema, Vacío, Automatización, Procesos, Estiba, Logística, Rentabilidad.

Flores Herrera Lady Ivette
C.C. 0911204170

Ing. Ind. Zambrano Silva Dennis Holger, MSc.
Director de Tesis

AUTHOR: IND. ENG. FLORES HERRERA LADY IVETTE
TITLE: ANALYSIS OF THE LOW PRODUCTIVITY, CAUSED BY
 THE MANUAL RAMMER OF SACKS OF RAW MATERIAL,
 IN A COMPANY OF PLASTIC IN THE CITY OF GUAYAQUIL
 AND OFFER OF OPTIMIZATION OF HIS PRODUCTIVE
 PROCESSES
DIRECTOR: ING. IND. ZAMBRANO SILVA DENNIS HOLGER, MSc.

ABSTRACT

The principal aim of the present work of investigation is To design a Plan of Optimization of the Productivity in a line of injection of plastic products, using a system of emptiness, for which must decide the suitable equipments of automation for the process, identify the temporary variables and the variables that affect in the low productivity, design a plan of optimization of productivity by means of the automation of the processes and validate the plan proposed with the use of indicators. This thesis can be taken as a reference to industrial companies where the rammer of raw material is in use in the productive process with an intensive use of the workforce as labor force. This work develops under the type of Descriptive investigation to understand the processes, from the point of view of the investigator it will be of the not experimental type with measurements of the variables as transverse study across the processes of production and of supply of materials, the type of investigation is systematic and empirical, the results are achieved on the basis of defining the losses of productivity due to the unproductive times, decrease of the productivity of the workforce and quality faults in the process. After having realized this work of investigation, one concludes that the logistic labors of transport and rammer badly to come can affect negatively the productivity of an industrial plant, without importing the size of the same one. This thesis makes the investment raised in an equipment of transport and justifies his purchase by means of the calculations of the productivity and profitability. Present must have that the acquisition of the new machinery, it improves the capacity and I recover both of the workers and of the machineries, the productivity is increased, the qualit rejections are diminished and the unproductive times.

KEY WORDS: Optimization, Productivity, System, Emptiness,
 Automation, Processes, Rammer, Logistics,
 Profitability.

Flores Herrera Lady Ivette
Author

Ind. Eng. Zambrano Silva Dennis Holger, MSc.
Director of Thesis

PRÓLOGO

En el tema a tratar, de manera tradicional durante muchos años las empresas en crecimiento manejan la alimentación de la tolva de forma manual, el agregar aditivos y estabilizantes a la mezcla también se realiza con operaciones de pesado y mezcla por métodos mecánicos en donde casi siempre interviene el operario o el ayudante de la máquina.

El manipular sacos de 25 a 30 kilos que los suben por unas escaleras y colocan el material en las tolvas, todo esto hace que haya una alimentación inicial conforme pero con el tiempo esta alimentación decae y obtenemos un producto de mala calidad, sin darse cuenta además que se está sometiendo a esta persona a una fatiga corporal que es una de las causantes principales de que no haya un trabajo continuo ocasionando tiempos muertos en la producción, ausentismo laboral, y baja eficiencia en la producción.

Este estudio analiza los problemas que ocasionan en la productividad el flujo intermitente de materiales y justifica la inversión de sistemas de automatización para mejorar las operaciones en la Planta, permitiendo optimizar los procesos de producción, reducir y eliminar las condiciones no deseadas para una correcta planificación de la producción.

En este estudio vamos a recoger la información de dos máquinas inyectoras con un consumo de 100 kg/h y en la otra máquina con un desempeño de 300 kg/h. Además se realiza el estudio económico justificando la inversión de equipos que suplan estas actividades manuales y su amortización en el tiempo.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Situación

La manipulación manual de cargas es una tarea bastante frecuente en muchos sectores de la actividad productiva y comercial, desde la industria pesada hasta el sector sanitario, pasando por todo tipo de industrias y servicios. La manipulación manual de cargas es responsable, en muchos casos, de la aparición de fatiga física, o bien de lesiones, que se pueden producir de una forma inmediata o por la acumulación de pequeños traumatismos aparentemente sin importancia. Pueden lesionarse tanto los trabajadores que manipulan cargas regularmente como los trabajadores ocasionales.

Las lesiones más frecuentes son entre otras: contusiones, fracturas y sobre todo lesiones músculo-esqueléticas. Se pueden producir en cualquier zona del cuerpo, pero son más sensibles los miembros superiores, y la espalda, en especial en la zona dorso-lumbar. Estas lesiones, aunque no son lesiones mortales, pueden tener larga y difícil curación, y en muchos casos requieren un largo período de rehabilitación, originando grandes costos económicos y humanos, ya que el trabajador queda muchas veces incapacitado para realizar su trabajo habitual y su calidad de vida puede quedar deteriorada.

Se entiende por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o

el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.

En la manipulación manual de cargas interviene el esfuerzo humano, incluye la sujeción con las manos y con otras partes del cuerpo, como la espalda, lanzar la carga de una persona a otra. No será manipulación de cargas la aplicación de fuerzas como el movimiento de una manivela o una palanca de mandos. Se considera que la manipulación manual de toda carga que pese más de 3 kg puede entrañar un potencial riesgo dorso-lumbar no tolerable, ya que a pesar de ser una carga bastante ligera, si se manipula en unas condiciones ergonómicas desfavorables (alejada del cuerpo, con posturas inadecuadas, muy frecuentemente, en condiciones ambientales desfavorables, con suelos inestables, etc.), podría generar un riesgo. La manipulación manual de cargas menores de 3 kg también podría generar riesgos de trastornos musculoesqueléticos en los miembros superiores debidos a esfuerzos repetitivos.

El administrador de Planta deberá adoptar las medidas técnicas u organizativas necesarias para evitar la manipulación manual de las cargas, en especial mediante la utilización de equipos para el manejo mecánico de las mismas, sea de forma automática o controlada por el trabajador. Cuando no pueda evitarse la necesidad de manipulación manual de las cargas, el empresario tomará las medidas de organización adecuadas, utilizará los medios apropiados o proporcionará a los trabajadores tales medios para reducir el riesgo que entrañe dicha manipulación.

Se debe tener presente que la introducción de las ayudas mecánicas o la automatización de los procesos origina nuevas actividades o riesgos, ya que incluso la automatización requiere una capacitación para la correcta operación de los equipos instalados, un mantenimiento preventivo y constante seguimiento a la instalación industrial, verificando que se

encuentre calibrada para las necesidades de calidad. Por tanto, estas ayudas tecnológicas deben ser adecuadas para la situación concreta de manipulación, dimensionadas para la cantidad de producto que emite el proceso, compatible con el resto de los equipos de trabajo y fácil de manejar.

1.2 Formulación del Problema

Se define el total de materia prima necesaria para el normal desarrollo de las operaciones de producción en una línea de producción con la siguiente ecuación.

$$TKN = TKP + TKR$$

En la cual:

TKN= Total kilos necesarios

TKP= Total de kilos producidos

TKR= Total de kilos no conforme

La cantidad de material producido y no conforme, será calculada en su equivalente de unidades producidas y de unidades rechazadas para tener valores o indicadores de mejor manejo para nuestro análisis.

Considerando los costos que incurren en la implementación de una inversión que automatice las actividades de carga, más bien se estudia el costo beneficio del proyecto.

1.2.1 Delimitación del problema

Se toma como referencia de estudio las líneas de producción de productos plásticos para inyección, utilizando como materia prima

diferentes plásticos, que se presentan en forma de gránulos llamados pellets, por este motivo se analizan en mayor profundidad las etapas de carga y mezcla al inicio de la línea de producción relacionándolo con las otras etapas del proceso productivo.

FIGURA No. 1
PELLETS DE POLIPROPILENO



Fuente: Investigación Directa

Este trabajo de investigación culmina con la propuesta de inversión bajo dos alternativas de consumo. No se llega a la instalación del equipo sólo se explican las ventajas en su utilización.

1.2.2 Planteamiento del problema

La principal preocupación de los administradores sería, el dar las herramientas necesarias o el método de trabajo idóneo para incrementar la productividad en todas las líneas de producción, partiendo desde la etapa de carga de materiales al inicio del proceso productivo, pasando por las actividades de mezcla, el proceso de secado y luego el proceso de extrusión, inyección y embalaje. Siendo pertinentes las siguientes las principales preguntas:

¿Cuáles son las variables que afectan al proceso?

¿Qué equipos o herramientas servirán para incrementar la productividad?

¿Cuál es el costo beneficio de realizar estos cambios?

¿Cómo se determinará la efectividad del nuevo proceso estudiado?

1.3 Evaluación Del Problema

Delimitado.- Este estudio trata de la instalación y montaje de un sistema de manipulación por vacío, el mismo que permitirá evitar que la tolva de proceso esté por debajo del 20% de su volumen debido a que si el peso es inferior al 20% el producto resultante no tiene la suficiente textura por la cual inciden en el aumento de material no conforme o reprocesado, material defectuoso (total de kilos defectuoso).

1.4 Objetivos de la Investigación

Como objetivo principal está el Diseñar un Plan de optimización de la productividad en una línea de inyección de productos plásticos, utilizando un sistema por vacío.

Objetivos Específicos

- Determinar los equipos de automatización más idóneos para el proceso.
- Identificar las variables temporales que ocasionan la baja productividad

- Evaluar las variables que más inciden en la baja productividad
- Diseñar un plan de optimización de productividad mediante automatización.
- Validar el plan propuesto con el uso de indicadores.

1.5 Justificación e Importancia

En las plantas industriales, las labores de estiba al inicio del proceso productivo se convierten en un cuello de botella debido principalmente al creciente volumen de materia prima que ingresa a la línea de producción. A esto se agregan problemas de alta rotación, lesiones lumbares, deserción en el personal que estiba y continuas paralizaciones del proceso debido a bajos niveles de carga en los equipos de mezcla. Se agregan problemas de falta de una mezcla homogénea, lo que es observado en el cambio de tonalidad del producto elaborado. De este modo los problemas en un flujo continuo en la etapa de carga al inicio de un proceso ocasionan paralizaciones en la producción, defectos de calidad y un incremento en labores logísticas de apoyo para solucionar estos inconvenientes.

La realización de trabajos repetitivos no es la tendencia actual de la industrialización, se requiere que las personas hagan trabajos más acordes con sus decisiones, aporten mejoras a sus procesos, supervisen varios equipos y no se centren en la repetición mecánica de operaciones, que finalmente las hará con menos errores, un equipo automático. La manipulación automática entraña unos costes menores en la producción para piezas en grandes cantidades. La automatización implica ventajas como la disminución de costos de implementación y mantenimiento, disminución de riesgo de paradas de producción, niveles más bajos de inventarios, reducción de los errores, por lo tanto mejora de los procesos.

En ese sentido se justifica completamente automatizar estas actividades asegurando el flujo continuo de materiales, para proteger al trabajador y abaratar costos por descenso de horas pérdidas. Mediante un estudio de costo-beneficio, se sustenta la inversión y se explica el beneficio a corto y mediano plazo.

1.6 Alcance

Este estudio puede ser empleado en empresas industriales en donde se utilice la estiba de materia prima al inicio del proceso productivo con un uso intensivo de la mano de obra como fuerza laboral. Explica un proyecto de inversión, automatizando parte del proceso y estudiando cómo se afecta las subsiguientes etapas o estaciones de trabajo.

1.7 Limitaciones

Como se dijo anteriormente este estudio puede ser utilizado como base de consulta para posibles inversiones en automatizar la carga de equipos de mezcla en inyectoras en el área industrial. En caso de desear emplear equipos de vacío en la estiba de productos agrícolas como arroz, café, maíz, etc. Para justificar su adquisición, por medio de un análisis costo- beneficio. Se puede utilizar esta tesis como referencia siempre que estos insumos entren a un proceso industrial posterior.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes De La Investigación

Se define como manipulación manual de las cargas (MMC) a cualquier operación en donde intervenga uno o varios trabajadores que haciendo uso de sus atributos físicos, levanten, sujeten y transporten una carga; y que por las características o condiciones inadecuadas en realizar la tarea, puedan constituir un riesgo que pueda afectar la salud de los trabajadores y en particular puedan provocar lesiones a nivel dorso lumbar.

Entran en este rubro los materiales que se manipulen por medios mecánicos pero que requieran aún del esfuerzo humano para moverlos o colocarlos en su posición definitiva.

Como estudios preliminares de mejoramiento de mezcla tenemos la tesis realizada en la empresa Plastishoes, trabajo de investigación en donde se aplica la metodología de 5S a un área de Mezclado, esta tesis fue realizada por William Vizueta. En esta investigación se recomienda los incentivos a los empleados y el apoyo de la alta dirección. Se observa la mejor utilización del tiempo y mejora de la eficiencia del personal, cuando se limpia y ordena el área de trabajo.

En Plasticaucho se realiza la optimización del área de mezclado analizando los diagramas de recorrido y los flujos de procesos este trabajo fue presentado por Marco Flores 2009.

Por último nos podemos referir al trabajo de investigación de Osmán Vitoria como estudio de factibilidad técnica para la instalación de una máquina mezcladora 2003.

Estas investigaciones se refieren a la importancia del proceso inicial en el mezclado, en la presente tesis nos ubicamos al inicio de las actividades en el momento de la carga de la materia prima.

No existe en el medio investigaciones que se centren exclusivamente en el incremento de la productividad utilizando medios automáticos en las labores de estiba en empresas del sector plástico.

En esta tesis se revisan en primer lugar los conceptos de productividad, se estudia el proceso de inyección, para en lo posterior analizar el equipo de levantamiento y transporte que se sugiere adquirir para automatizar las actividades de carga.

2.2 Fundamentación Teórica

Como se indicó anteriormente se estudian los conceptos de productividad y medición de la Producción, en lo posterior se revisan los equipos y procesos que intervienen en la inyección. Se adjunta información de los equipos de levantamiento de cargas con la técnica del vacío.

2.2.1 Concepto de Productividad

Se define como concepto de Productividad a la relación entre dos variables para determinar con que eficiencia se están utilizando sus recursos.

Jacobs- Aquilano en su libro Administración de la Producción y Operaciones, define a la productividad como la relación entre la entrada de

recursos y la salida de materiales o productos transformados. Con la siguiente ecuación;

$$Productividad = \frac{Salidas}{Entradas}$$

El objetivo de la Administración es lograr que el 100% de materiales o insumos, o productos de salida sean igual al 100% de los materiales o insumos de entrada. La productividad como indicador compara dos variables de importancia relacionando cualquiera de los insumos que intervienen en el proceso productivo.

Una vez obtenido el valor de la productividad se puede comparar este valor a través del tiempo, o comparar este resultado con operaciones similares en otras líneas de producción o empresas.

Cálculos de la productividad relacionando dos variables los podemos presentar a continuación:

$$\text{Medida Parcial} \quad \frac{\text{Producto}}{\text{Trabajo}} \quad \text{o} \quad \frac{\text{Producto}}{\text{Capital}} \quad \text{o} \quad \frac{\text{Producto}}{\text{Materiales}} \quad \text{o} \quad \frac{\text{Producto}}{\text{Energía}}$$

$$\text{Medida Multifactorial} \quad \frac{\text{Producto}}{\text{Trabajo}+\text{Capital}+\text{Energía}} \quad \text{o} \quad \frac{\text{Producto}}{\text{Trabajo}+\text{Capital}+\text{Materiales}}$$

$$\text{Medida Total} \quad \frac{\text{Producto}}{\text{Insumo}} \quad \text{o} \quad \frac{\text{Bienes y servicios producidos}}{\text{Todos los recursos utilizados}}$$

Se utiliza indicadores para medir la productividad, estos indicadores se denominan KPI por sus siglas en inglés. La evaluación de que tan productivamente utiliza sus recursos una empresa es la base para los KPI.

En este estudio es necesario conocer la productividad en el proceso de inyección con respecto al material listo para ser utilizado en el proceso, es decir cómo influye a la productividad y al resultado del proceso, la primera etapa de carga y mezcla de materiales.

Actualmente se emplean los siguientes variables:

- Horas Hombre utilizadas
- Kilos estibados
- Horas Máquina utilizadas
- Tiempos perdidos
- KW-hora utilizados

Relacionando estas variables se pueden conseguir los siguientes indicadores de productividad:

- Unidades producidas / Horas Hombre utilizadas
- Kg estibados / horas Hombre utilizadas
- Unidades producidas / Horas Máquina utilizadas
- Kg producidos / Horas Máquina utilizadas
- Unidades producidas / KW-Hora
- Kg producidos / KW-Hora

2.2.2 Maquinaria de Inyección de Plástico

En Ingeniería, el **moldeo por inyección** es un proceso semi-continuo que consiste en inyectar un polímero.

El moldeo por inyección es una técnica muy popular para la fabricación de artículos muy diferentes.

La industria del plástico ha crecido a una tasa de 12% anual durante los últimos 25 años, y el principal proceso de transformación de plástico es el moldeo por inyección, seguido del proceso de extrusión.

Los polímeros han logrado sustituir otros materiales como son: madera, metales, fibras naturales y cerámicas; el moldeo por inyección es un proceso ambientalmente más favorable comparado con la fabricación de papel, la tala de árboles o cromados. Ya que no contamina el ambiente de forma directa, no emite gases ni desechos acuosos, con bajos niveles de ruido.

La popularidad de este método se explica con la versatilidad de piezas que pueden fabricarse, la rapidez de fabricación, el diseño escalable desde procesos de prototipos rápidos, altos niveles de producción y bajos costos, alta o baja automatización según el costo de la pieza, geométricas muy complicadas que serían imposibles por otras técnicas, las piezas moldeadas requieren muy poco o nulo acabado pues son terminadas con la rugosidad de superficie deseada, color y transparencia u opacidad, buena tolerancia dimensional de piezas moldeadas con o sin insertos y con diferentes colores.

La maquinaria de inyección es usada para fabricar diferentes tipos de productos sólidos mediante la inyección directa del plástico para formar el producto.

Entre los productos que pueden ser fabricados con la maquinaria de inyección se encuentran: envases, botellas de plástico, utensilios domésticos, tapas y cualquier objeto de plástico que uno quiera realizar.

Las máquinas para inyección de plástico tienen una potencia que va desde las 550 toneladas hasta las 3000 toneladas para diferentes usos que van desde estándar hasta industriales.

Las inyectoras de plástico vienen en diferentes presentaciones dependiendo del tipo de inyección que realizan. Tenemos las inyectoras hidráulicas estándar que es una máquina de gran calidad y es el tipo de inyectoras de plástico más usadas en el mundo.

FIGURA No. 2
MÁQUINA INYECTORA



Fuente: Moldes y máquinas de Inyección – Negri Bossi

2.2.2.1 Mezclador de plástico

El mezclador de plástico es diseñado para lograr una mezcla homogénea entre dos o más materiales plásticos antes de ser procesados, entre los materiales plásticos están el Polipropileno, Poliestireno, Polietileno, PVC., etc., la mezcla es de forma rápida y uniforme.

En la figura tres, que se muestra a continuación se puede observar el mezclador de resinas termoplásticas.

FIGURA No. 3
MEZCLADOR DE RESINAS TERMOPLÁSTICAS



Fuente: Moldes y máquinas de Inyección – Negri Bossi

2.2.2.2 Secador de plásticos

Es especialmente fabricado para eliminar la humedad en los materiales plásticos ya que estos pueden dar lugar a diversos defectos en la producción de las piezas terminadas. Los defectos pueden ser en inyección los rechupes y marcas de fisuras en la superficie.

El secado se logra mediante el soplado de aire caliente de manera forzada sobre el material durante un tiempo determinado y controlando la temperatura del mismo.

Características técnicas:

- No necesita instalación sobre la máquina
- Temperatura de trabajo hasta 110 °C
- Control para la regulación de la temperatura
- Seca todo tipo de materiales plásticos
- Tensión de trabajo 220 V
- Capacidad de secado 300 Kg/h

FIGURA No. 4
SECADOR DE RESINAS PLÁSTICAS



Fuente: Moldes y máquinas de Inyección – Negri Bossi

2.2.3 El principio del Moldeo

El moldeo por inyección es una de las tecnologías de procesamiento de plástico más famosas, ya que representa un modo relativamente simple de fabricar componentes con formas geométricas de alta complejidad. Se fabrica una cavidad cuya forma es idéntica a la de la pieza que se desea obtener y para su tamaño se aplica un factor de contracción el cual se agrega en las medidas de la cavidad para que al enfriarse la pieza moldeada se logren las dimensiones deseadas. La cavidad se llena con plástico fundido, el cual se solidifica, manteniendo la forma moldeada.

Los polímeros conservan su forma tridimensional cuando son enfriados por debajo de su T_g Temperatura de transición vítrea y, por tanto, también de su temperatura de fusión para polímeros semi-cristalinos. Los polímeros amorfos, cuya temperatura útil es inferior a su T_g , se encuentran en un estado termodinámico de pseudo-equilibrio. En ese estado, no existen movimientos de rotación y de relajación (desenredo de las cadenas) del polímero. Es por esta causa que, en ausencia de esfuerzos, se mantiene la forma tridimensional. Los polímeros semi-cristalinos poseen, además, la característica de formar cristales. Estos cristales proporcionan estabilidad dimensional a la molécula, la cual también es en la región cristalina termodinámicamente estable. La entropía de las moléculas del plástico disminuye drásticamente debido al orden de las moléculas.

Las partes más importantes de la inyectora son:

2.2.3.1 Unidad de Inyección

La función principal de la unidad de inyección es la de fundir, mezclar e inyectar el polímero. Para lograr esto se utilizan husillos de diferentes características según el polímero que se desea fundir. El estudio del

proceso de fusión de un polímero en la unidad de inyección debe considerar tres condiciones termodinámicas:

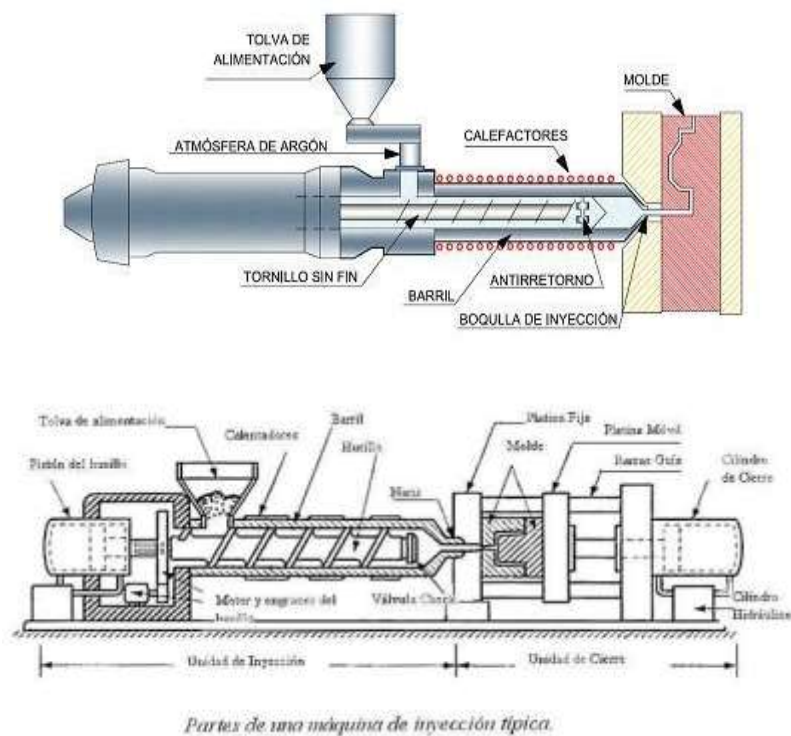
1. Las temperaturas de procesamiento del polímero
2. La capacidad calorífica del polímero C_p (cal/g °C)
3. El calor latente de fusión, si el polímero es semi-cristalino. El proceso de fusión necesita de un aumento de la temperatura del polímero, que resulta del calentamiento y la fricción de este con la cámara y el husillo. La fricción y esfuerzos cortantes son básicos para una fusión eficiente, dado que los polímeros no son buenos conductores de calor. Un incremento en temperatura disminuye la viscosidad del polímero fundido; lo mismo sucede al incrementar la velocidad de corte. Por ello ambos parámetros deben ser ajustados durante el proceso. Existen, además, cámaras y husillos fabricados con diferentes aleaciones de metales, para cada polímero, con el fin de evitar el desgaste, la corrosión o la degradación. Con algunas excepciones como el PVC, la mayoría de los plásticos pueden utilizarse en las mismas máquinas.

La unidad de inyección es en origen una máquina de extrusión con un solo husillo, teniendo la cámara calentadores y sensores para mantener una temperatura programada constante. La profundidad del canal del husillo disminuye de forma programada constante. La profundidad del canal del husillo disminuye de forma gradual (o drástica, en aplicaciones especiales) desde la zona de alimentación hasta la zona de dosificación. De esta manera, la presión en la cámara aumenta gradualmente.

El esfuerzo mecánico, de corte y la compresión añaden calor al sistema y funden el polímero más eficientemente que si hubiera únicamente calentamiento, siendo ésta la razón fundamental por la cual se utiliza un husillo y no una autoclave para obtener el fundido.

Una diferencia sustancial con respecto al proceso de extrusión es que durante la dosificación el husillo retrocede transportando el material hacia la parte anterior de la cámara. Es allí donde se acumula el polímero fundido para ser inyectado. Esta cámara actúa como la de un pistón; el husillo entonces, se comporta como el émbolo que empuja el material. Tanto en inyección como en extrusión se deben tomar en cuenta las relaciones de PVT (Presión, volumen, temperatura), que ayudan a entender cómo se comporta un polímero al fundir.

FIGURA No. 5
PARTES DE LA UNIDAD DE INYECCIÓN



Fuente: Moldes y máquinas de Inyección - Negri Bossi

2.2.3.2 Unidad de cierre

Es una prensa hidráulica o mecánica, con una fuerza de cierre suficiente para contrarrestar la fuerza ejercida por el polímero fundido al ser

inyectado en el molde. Las fuerzas localizadas pueden generar presiones del orden de cientos de MPa, que únicamente se encuentran en el planeta de forma natural en los puntos más profundos del océano.

FIGURA No. 6
PORTAMOLDE DE INYECTORA



Fuente: Moldes y máquinas de Inyección - Negri Bossi

Si la fuerza de cierre es insuficiente el molde tenderá a abrirse y el material escapará por la unión del molde. Es común utilizar el área proyectada de una pieza (área que representa perpendicularmente a la unidad de cierre el total de la cavidad) para determinar la fuerza de cierre requerida, excluyendo posibles huecos o agujeros de la pieza.

$$F = P_m \times A_p$$

Donde:

F= Fuerza (N)

P_m = Presión media (Pa)

A_p = Área proyectada (m^2)

El parámetro fundamental para dimensionar una unidad de cierre es su fuerza para mantener el molde cerrado.

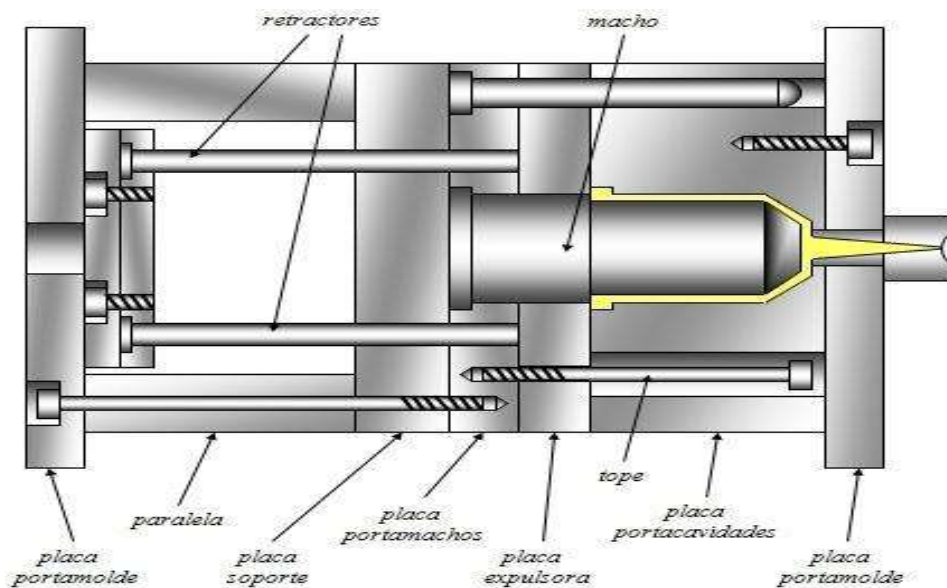
Usualmente se da este valor en toneladas (T). Otros parámetros importantes en una unidad de cierre son: la distancia mínima entre placas, la distancia máxima de apertura, las dimensiones de las placas y la distancia entre columnas, la carrera del sistema de expulsión. Estos datos se utilizan para dimensionar los moldes.

2.2.3.3 Molde

Los moldes son construidos de aceros especiales de alta resistencia para que resistan altas presiones de cierre y de inyección para la producción ilimitada del producto.

Los aspectos de construcción son similares a los moldes de compresión y de transferencia.

FIGURA No. 7
PARTES DEL MOLDE DE INYECCIÓN

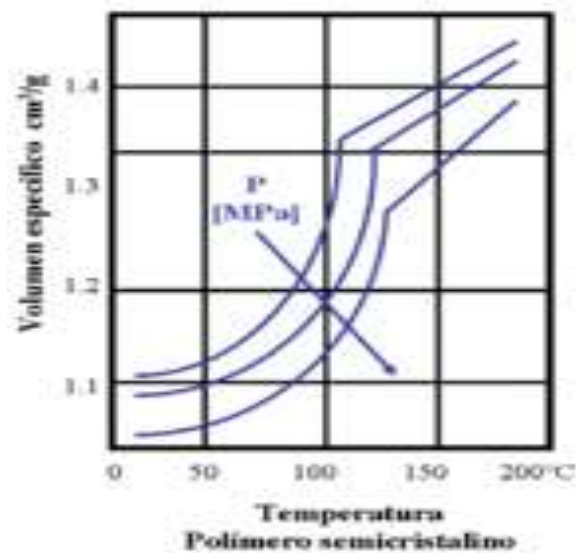
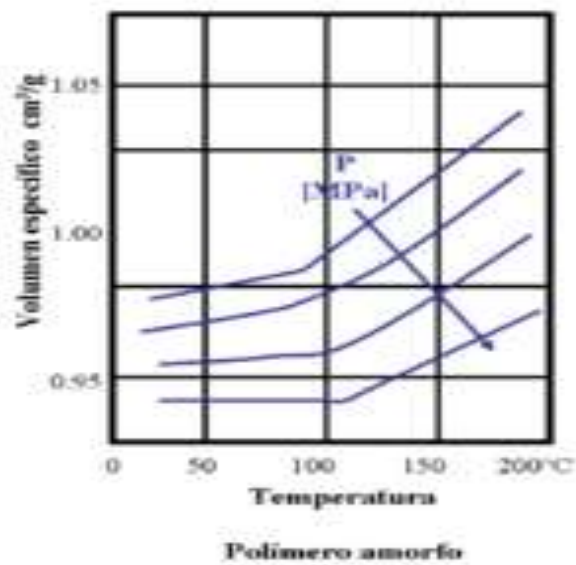


Fuente: Moldes y máquinas de Inyección – Negri Bossi

Esquema de un molde comercial prefabricado, al cual sólo le falta la cavidad para la pieza deseada.

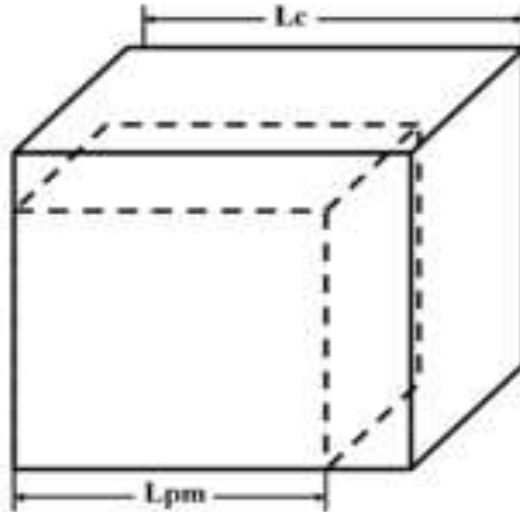
2.2.3.4 Control de parámetros

FIGURA No. 8
VARIACIÓN DE TEMPERATURA



Fuente: Moldes y máquinas de Inyección – Negri Bossi

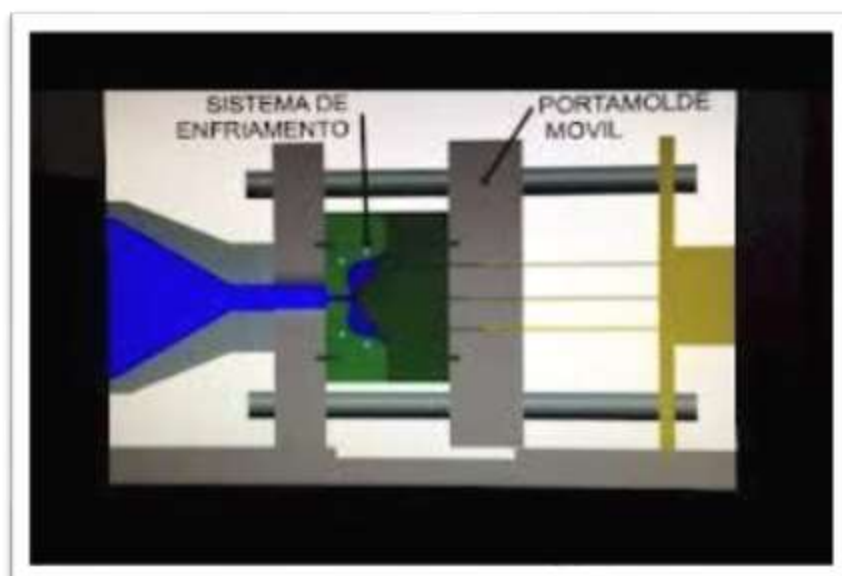
FIGURA No. 9
LÍNEAS GENÉRICAS ISOBÁRICAS DE POLÍMEROS AMORFOS Y
SEMI-CRISTALINOS EN INYECCIÓN



Fuente: Moldes y máquinas de Inyección – Negri Bossi

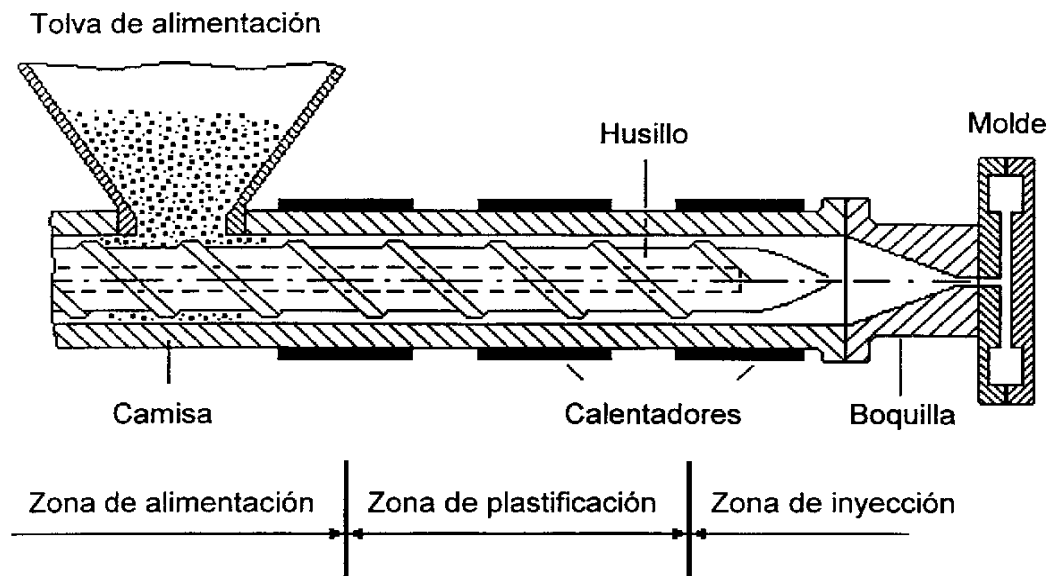
Al enfriarse, las partes inyectadas se contraen, siendo su volumen menor que el de la cavidad.

FIGURA No. 10
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO



Fuente: Moldes y máquinas de Inyección – Negri Bossi

FIGURA No. 11
PARÁMETROS MÁS IMPORTANTES EN UN PROCESO DE
INYECCIÓN



Fuente: Moldes y máquinas de Inyección – Negri Bossi

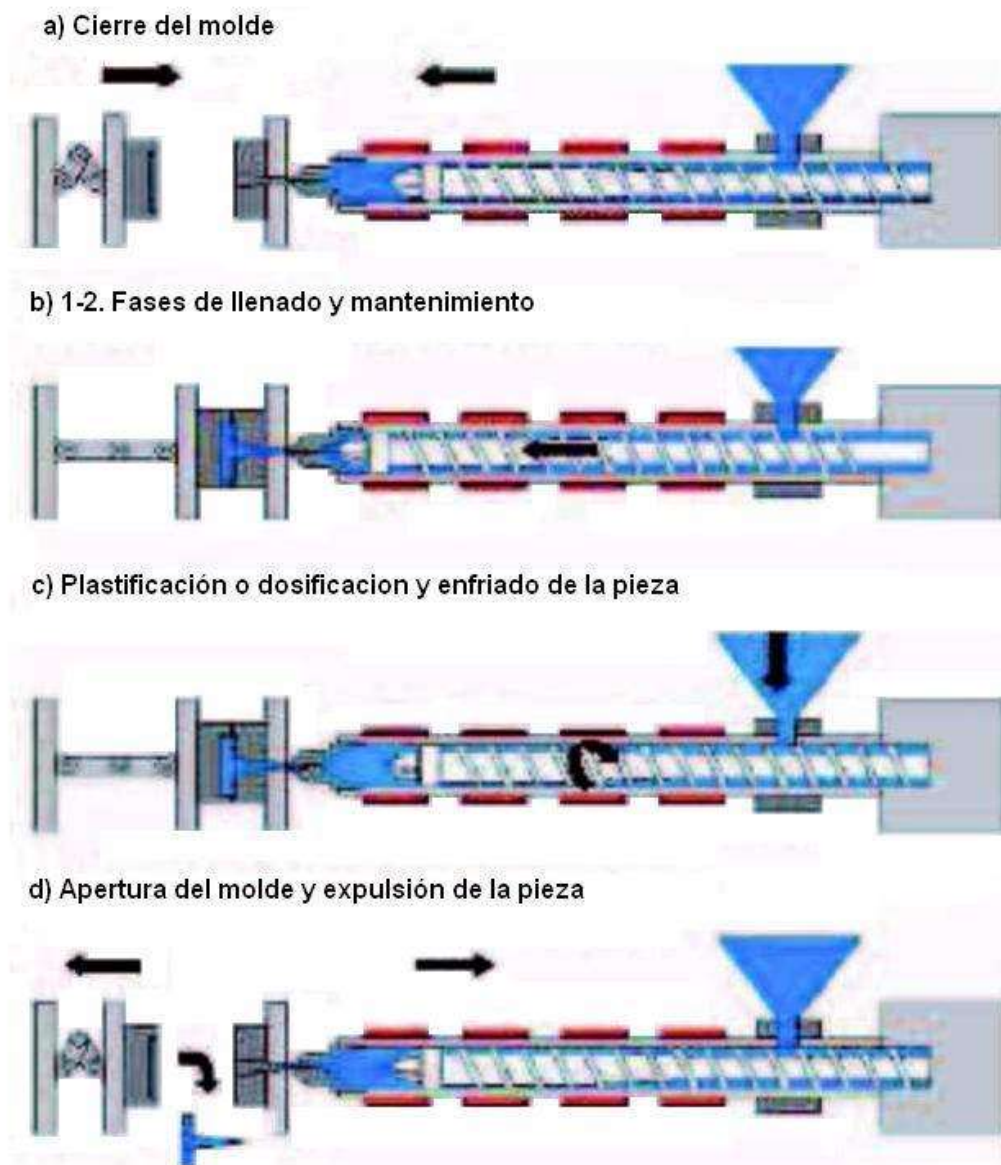
2.2.3.5 Ciclo de moldeo

En el Ciclo de Moldeo se distinguen 6 pasos principales (aunque algunos autores llegan a distinguir hasta 9 pasos):

1. Molde cerrado y vacío. La unidad de inyección carga material y se llena de polímero fundido.
2. Se inyecta el polímero abriéndose la válvula y, con el husillo que actúa como un pistón, se hace pasar el material a través de la boquilla hacia las cavidades del molde.
3. La presión se mantiene constante para lograr que la pieza tenga las dimensiones adecuadas, pues al enfriarse tiende a contraerse.
4. La presión se elimina. La válvula se cierra y el husillo gira para cargar material; al girar también retrocede.

5. La pieza en el molde termina de enfriarse (este tiempo es el más caro pues es largo e interrumpe el proceso continuo), la prensa libera la presión y el molde se abre; las barras expulsan la parte moldeada fuera de la cavidad.
6. La unidad de cierre vuelve a cerrar el molde y el ciclo puede reiniciarse.

FIGURA 12
PROCESO DE INYECCIÓN



Fuente: Moldes y máquinas de Inyección – Negri Bossi

2.2.3.6 Relaciones de Presión-Volumen-Temperatura (PVT)

En cualquier polímero, las relaciones entre presión, volumen y temperatura son muy importantes para obtener un proceso de inyección eficiente, ya que el volumen de un polímero aumenta al ascender la temperatura del mismo. El comportamiento de los polímeros amorfos y semi-cristalinos en el paso de enfriamiento es muy diferente, lo que debe ser tomado en cuenta si se quiere obtener una pieza de alta calidad.

Para diseño de equipo de proceso es necesario conocer las relaciones de PVT de los polímeros que se utilizarán, en su forma final, es decir aditivados. A continuación se mencionan los parámetros más comunes para el inicio de las relaciones de PVT, basados en la ecuación de Flory:

α = Coeficiente de expansión térmica

β = Compresibilidad isotérmica

$$\alpha = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_P$$

$$\beta = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P} \right)_T$$

Y una ecuación empírica es:

$$\beta (P, T) = \left\{ (P + B) \left[\frac{1}{0.0894} - \ln \left(1 + \frac{P}{B} \right) \right] \right\}^{-1}$$

Cuando $P = 0, \beta (0, T) = 0.0895/B(T)$

Las relaciones de PVT se utilizan en ingeniería de polímeros para lograr un sistema técnico que, basado en la teoría molecular, proporcione

datos aplicados a los polímeros en estado fundido en un amplio rango de presión y temperatura. Esto se logra con datos empíricos concretos y limitados. Para determinar estas relaciones existen otras ecuaciones como la de Simha - Somcynsky, el modelo para fluidos de Sánchez y Lacombe y por supuesto, la ecuación de mayor éxito, la ecuación de Flory (Flory-Orwoll-Vrij).

2.2.3.7 Cristalización y Deformación de la pieza al enfriarse (contracción)

Debe tenerse en cuenta que la razón de este fenómeno se debe al cambio de densidad del material, que sigue un propio comportamiento fisicoquímico, particular para cada polímero, y que puede ser isótropo o anisótropo.

De acuerdo con las relaciones de PVT anteriores, se infiere que la parte moldeada sufrirá una contracción, presentando cada polímero diferentes tipos de contracción; sin embargo, puede decirse que, en general, siguen las mismas ecuaciones para contracción isótropa:

$$C_v = \frac{V_c - V_{mp}}{V_c} = 1 - \frac{V_{mp}}{V_c}$$

$$C_L = \frac{L_c - L_{mp}}{L_c} = 1 - \frac{L_{mp}}{L_c}$$

$$C_v \approx 3 \times C_L$$

Donde:

L_c = longitud de la cavidad

L_{mp} = longitud de la parte moldeada

C_v = contracción volumétrica

C_L = contracción lineal

V_c = Volumen de la cavidad

V_{mp} = Volumen de la parte moldeada

Los polímeros semi-cristalinos modificarán más su tamaño dependiendo de la temperatura en la cual se les permita cristalizar. Las cadenas que forman esferulitas ocupan menos espacio (mayor densidad) que las cadenas en estado amorfo.

Por ello, el grado de cristalinidad afecta directamente la densidad final de la pieza. La temperatura del molde y el enfriamiento deben ser los adecuados para obtener piezas de calidad.

Para diseño de moldes es conveniente solicitar una hoja de parámetros técnicos del proveedor de polímeros para obtener un rango específico, tal como se muestra en la tabla uno.

TABLA No. 1
HOJA DE PARÁMETROS TÉCNICOS DE POLÍMEROS

Termoplástico	Contracción (%)
Acrilonitrilo butadieno estireno	0,4 – 0,8
Poliacetal	0,1 – 2,3
Polimetilmetacrilato (PMMA)	0,2 – 0,7
Acetato de celulosa	0,5
Nylon 6,6	1,4 – 1,6
Policarbonato	0,6
Polietileno de baja densidad	4,0 – 4,5
Polipropileno	1,3 – 1,6
Poliestireno	0,4 – 0,7
PVC rígido	0,6 – 1,2
PVC plastificado	1,0 – 4,5

Fuente: Gerencia General industria Plastishoes
Elaborado por: Lady Flores

2.2.4 Equipo de transporte

Uno de los parámetros principales a saber son el peso de los sacos con material plástico a manipular, el peso a considerar es de 25 Kilogramos 30 kilogramos específicamente.

Debe tener un buen agarre, y debe servir a superficies ligeramente arqueadas e irregulares como son los sacos. De igual modo puede ser utilizado como por ejemplo en las cajas de cartón que no excedan del límite de peso estipulado en el diseño.

FIGURA No. 13
SACO DE POLÍMERO DE 25 KG



Fuente: Investigación Directa

2.2.5 Diagrama de Funcionamiento

Un sistema tiene que ejecutar una serie de funciones, tales como sujetar, desplazar, colocar el material en la tolva. En consecuencia, es necesario definir los componentes que son necesarios para realizar dichas funciones. Al hacerlo, deberán tenerse en cuenta especialmente los pesos de los sacos a cargar, la fuerza y la postura empleada y la pérdida de la eficiencia en el proceso productivo. Por tal motivo se diseñará un diagrama de funcionamiento con el fin de facilitar la descripción de los procesos y, además, permitir representar las funciones de manera resumida.

El equipo de automatización debe ser capaz de realizar las siguientes operaciones:

FIGURA No. 14
MANIPULACIÓN DEL SACO DE POLÍMERO



Fuente: Catálogo Schmalz

- Montaje directo de la ventosa al saco.
- Fijar: sujeción del saco mediante ventosas.
- Posicionar: orientación del saco
- Desplazar: saco transportado hacia la tolva
- Posicionar: cortar saco para llenar tolva con el material

Gracias a este diagrama se podrá diseñar el nuevo sistema de manipulación automática, que vamos a utilizar en la planta mediante la técnica de vacío.

FIGURA No. 15
MANGA DEL SISTEMA DE MANIPULACIÓN AUTOMÁTICA



Fuente: Investigación Directa

Este sistema está conformado por un sistema de ventosas para sujeción de los sacos de polietileno, actuadores de posicionamiento para desplazarse, además de los respectivos sensores de detección de alguna irregularidad del sistema de control.

FIGURA No. 16
VENTOSA



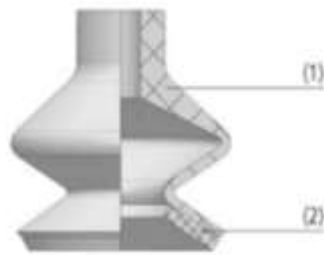
Fuente: Investigación Propia

En la figura anterior se muestra una vista superior y de frente del nuevo sistema de manipulación, en el cual los actuadores de posicionamiento recorrerán en milímetros $x = 1000$ mm, en $y = 2000$ mm y en $z = 500$ mm, acorde a los parámetros establecidos anteriormente.

2.2.6 Diseño de Selección de Ventosas

Se comienza este diseño con la selección de ventosas debido a que se tiene como dato principal el peso a transportar.

FIGURA No. 17
ESTRUCTURA DE LA VENTOSA



Fuente: Catalogo Schmalz

Las ventajas de este diseño son:

- Junta anular de espuma de silicona de alta calidad para pegar en ventosas de silicona
- Se puede adquirir con diversos diámetros y alturas, adecuada para las series de ventosas estándar.
- Fijación y sujeción óptimas mediante adhesivo de silicona

El material de la ventosa escogido es poliuretano, como antes se lo nombró en la parte de rozamiento, en este caso para superficies rugosas

La forma de la ventosa elegida es la estándar, ideal para superficies planas y ligeramente onduladas o arqueadas.

FIGURA No. 18
FORMA DE LA VENTOSA



Fuente: Investigación Propia

La ventosa es el miembro de unión entre la pieza y la instalación de manipulación, en otras palabras entre el objeto a transportar y el sistema de transporte. Está compuesta por una ventosa (pieza elastomérica) y por una boquilla. La ventosa se utiliza para agarrar y mover una pieza en una instalación. Al hacerlo, la ventosa no se adhiere mediante aspiración a la pieza, sino que la presión ambiental (presión atmosférica) presiona la pieza contra la ventosa o la Ventosa contra la pieza. Para ello, la presión ambiental debe ser mayor que la presión existente entre la ventosa y la pieza. Esta diferencia de presión se consigue conectando a la ventosa un generador de vacío.

El elemento de fijación de la ventosa elegido es la serie HD, ya que es ideal para un sistema de compensación de altura y su sujeción se realiza mediante roscas exteriores.

FIGURA No. 19
ELEMENTO DE FIJACIÓN



Fuente: Catálogo Schmalz.

Con la adquisición de la maquinaria se aumenta la productividad de la empresa, mejorando los procesos y eliminando el tiempo muerto que se producen en todos los sistemas productivos.

El Sistema de manipulación por vacío de marca SCHMALZ racionaliza y simplifica los procesos de producción mediante una manipulación de piezas eficiente y sin esfuerzos. Se distingue por su funcionalidad, seguridad y ergonomía, por ejemplo en la alimentación de la tolva y descarga de producto maquinas.

FIGURA 20
SISTEMA DE MANIPULACIÓN POR VACÍO



Fuente: Catalogo Schmalz.

Los sistemas de ventosas de vacío permiten conseguir aumentos decisivos de la productividad en los procesos automatizados, garantizando soluciones eficientes y rentables.

2.2.7 Componentes del Vacío

- ✓ Ventosas de vacío
- ✓ Garras especiales
- ✓ Elementos de fijación
- ✓ Generadores de vacío
- ✓ Técnica de válvulas
- ✓ Interruptores y control de sistemas
- ✓ Filtros y uniones

Los elevadores de tubo de vacío son especialmente apropiados para levantar y mover frecuente y rápidamente cajas, sacos y muchas otras piezas de hasta 300 kilogramos.

FIGURA No. 21
MANGUERA PRINCIPAL RETRAÍBLE



Fuente: Catalogo Schamlz.

La manguera principal retraíble tiene por dentro un tubo de elevación con aire comprimido, su trabajo depende de la carga máxima, la elevación y la pieza de trabajo.

FIGURA 22
TUBO DE ELEVACIÓN



Fuente: Catálogo Schmalz

Su diseño compacto es fácil de manejar, está hecho en alambre de acero inoxidable, tipo diseño de resorte.

2.2.8 Selección del Generador de Vacío

Generador de vacío, el que puede ser centralizado o descentralizado con eyector o bomba soplante.

Las uniones, filtros que sirven de acople y protección y las válvulas que controla el sistema.

El generador de vacío aspira el aire entre la ventosa y la pieza, a lo que también se le llama evacuación del aire. En cuanto la ventosa entra en contacto con la superficie de la pieza y se sella contra la presión ambiental, se genera la depresión necesaria.

FIGURA No. 23
SOPLADOR JUMBO SPRINT



Fuente: Catálogo Schmalz.

El soplador se regula con la frecuencia para el ajuste óptimo de la capacidad de aspiración y el vacío a los requerimientos establecidos.

La elección del generador de vacío viene determinada por varios factores:

- Tipo de las piezas: porosa, compactas para ser aspiradas
- Alimentación de energía posible: Corriente eléctrica, aire comprimido
- Restricciones de tamaño y peso
- Mantenimiento de las duraciones de ciclos

2.2.8.1 Soplante de vacío con válvula de inversión electroneumática

El Soplante de vacío con válvula de inversión electro neumática es utilizado para el control de aspiración y descarga durante la

manipulación de piezas extremadamente porosas utilizando el flujo máximo.

El generador tiene sus ventajas específicas, sin embargo, se debe tener siempre en cuenta lo siguiente: una capacidad de aspiración alta y una elevada depresión al mismo tiempo suponen siempre un consumo de energía alto y, con ello, más costes.

Como en el caso presente de una pieza compacta para aspirar, con un soplador se consigue una configuración más sencilla y ligera, pudiéndose realizar al mismo tiempo tiempos cortos de aspiración y descarga.

La fuerza de retención de la ventosa se calcula multiplicando la presión diferencial por la superficie de aspiración efectiva de la ventosa. La fuerza de retención F se puede calcular por tanto con la siguiente fórmula:

$$F = \Delta p \times A$$

F = Fuerza de retención

Δp = Diferencia entre la presión ambiental y la presión del sistema

A = Superficie de aspiración efectiva (superficie efectiva, cargada de vacío de una ventosa).

Así, la fuerza de retención es proporcional a la presión diferencial y a la superficie. La fuerza de retención es tanto mayor cuanto mayor sea la diferencia de presión entre la presión ambiental y la presión dentro de la ventosa, o cuanto mayor sea la superficie de aspiración efectiva. De este modo, la fuerza de retención se puede variar cambiando los parámetros de presión diferencial y superficie. Este sistema está conformado por un sistema de ventosas para sujeción de los sacos, actuadores de

posicionamiento para desplazarse, además de los respectivos sensores de detección y proximidad para el respectivo sistema de control.

2.2.8.2 Almacenamiento y limpieza de las ventosas

Debido a la delicada parte elastomérica de la ventosa, se deben observar las siguientes indicaciones sobre el almacenamiento y la limpieza:

Las ventosas se deben almacenar en un lugar fresco (0 °C – 15 °C, máx. 25 °C), oscuro, seco, sin polvo, protegido de los cambios climáticos, del ozono y de las corrientes de aire; en tal lugar, las ventosas no deben verse sometidas a tensiones. El efecto del ozono, de la luz (especialmente UV), del calor, del oxígeno o de la humedad, así como las cargas mecánicas puede acortar la vida útil de la ventosa.

Las ventosas se pueden limpiar con jabón y agua caliente dejándolas secar seguidamente a la temperatura ambiental.

2.2.8.3 Rosca de conexión

Flexolink FLK

Rosca de conexión de M10x1.25 a G1/2"

- Flexolink para la manipulación de piezas en un plano mediante ventosas de gran superficie o placas de ventosa.
- Manipulación de grandes sacos que tras ser elevadas quedan suspendidas: la adaptación mediante Flexolink evita que el saco se suelte prematuramente por la carga lateral
- En combinación con bielas elásticas, para compensar diferencias de altura y desniveles
- Retorno automático.

FIGURA No. 24
ROSCA DE CONEXIÓN M10



Fuente: Catálogo Schmalz

2.2.8.4 Selección del brazo

Los siguientes parámetros a ingresar en la generación de vacío son el accionamiento eléctrico cuya función es controlar la generación de vacío mediante una electroválvula, la expulsión de aire es fundamental ya que hace que el aire se disipe con mayor rapidez; el economizador de aire incorpora un interruptor de vacío con una función de ahorro de aire; de acuerdo a estos ingresos los consecutivos van acorde a lo anterior; la salida de vacuostato es NPN, ya que permite un funcionamiento económico y reduce notablemente el consumo de energía; la rosca de conexión de vacío elegida es M10.

2.2.8.5 Perfiles y uniones

Los Perfiles de montaje MO-PROF, son de Aluminio. Entre los usos de los perfiles podemos indicar:

FIGURA No. 25
PERFILES DE MONTAJE MO-PROF



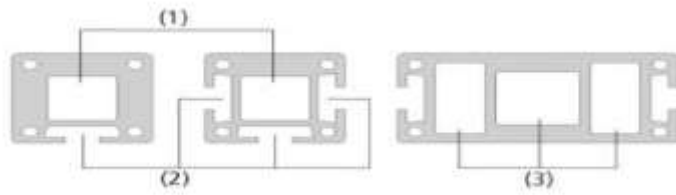
Fuente: Catálogo Schmalz.

- Perfil de montaje para la construcción flexible de travesaños
- Uso como travesaño de carga y distribuidor de vacío
- En el perfil de 3 cámaras se puede distribuir el vacío / aire comprimido o el vacío de diferentes intensidades.

2.2.8.6 Diseño

- Perfiles de aluminio elaborados mediante extrusión
- Perfil de 40 x 40 mm con una cámara (1) y con 1 ó 3 ranuras laterales (2).
- Perfil de 80 x 40 mm con tres cámaras (3) y con dos ranuras laterales
- Los orificios y ranuras de la cara frontal permiten el montaje atornillado de soportes angulares, placas de cierre o cualquier otro accesorio.

FIGURA No. 26
DISEÑO DEL SISTEMA PERFILES DE MONTAJE MO-PROF



Fuente: Catálogo Schalmz

Los sistemas de vacío se aseguran mediante el uso de filtros. Los filtros protegen al generador de vacío de la suciedad.

FIGURA No. 27
FILTRO



Fuente: Investigación Propia

Las ventosas y el generador de vacío se conectan entre ellos mediante tubos flexibles y uniones.

FIGURA 28
MANGUERAS DE CONEXIÓN DE 3 PULGADAS



Fuente: Catálogo Schmalz

2.3 Hipótesis

Dado que en la empresa se implementará un equipo de transporte de manipuleo de materiales bajo la técnica de vacío para la automatización, probaremos las siguientes hipótesis.

Con la automatización de la carga al inicio del proceso productivo, se logra incrementar al menos en un 5% la productividad de la línea de producción al disminuir las fallas de calidad y los tiempos improductivos.

2.4 Variables de la Investigación

Para analizar el flujo de actividades y procesos de inyección junto con las operaciones de mezcla y estiba se deben estudiar las siguientes variables:

2.4.1 Variables dependientes

Productividad.

Numero de plataformas por hora máquina.

Numero de plataformas por hora hombre.

2.4.2 Variables independientes

Se mide el proceso de inyección y se analiza si existen tiempos improductivos y problemas de calidad causados por la estiba, para interpretar el desempeño de las distintas variables. Las más importantes son las siguientes:

- Horas pérdidas por calentamiento y preparación
- Productividad Kilos/hora

- Producto rechazado por turno
- Horas pérdidas por carga de proceso
- Tiempos improductivos

Con ellas obtendremos los resultados necesarios para el desarrollo de este estudio.

2.5 Fundamentación Legal

El uso de las especificaciones técnicas de los equipos de vacío, han sido suministrados por la empresa que distribuye en Ecuador esta tecnología y automatización. Las técnicas y herramientas de análisis son de amplio uso por las unidades académicas, por lo tanto no revisten ningún impedimento legal.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Diseño de la Investigación

Para el diseño del nuevo sistema de manipulación automática, analizaremos la estiba manual de los sacos plásticos que es directamente el caso de estudio, a fin de analizar su entorno productivo tomando en consideración el empleo de un equipo de transporte y manipuleo de materiales.

El trabajador a cargo de la inyectora, es el que alimenta a su vez de material a la tolva. Se define el problema, y se plantean las interrogantes a resolver, se eligen las variables que mayor incidencia tienen en el proceso.

Se documentan los conceptos de productividad, y se investiga un equipo que cumpla los requerimientos de transporte según las necesidades de carga. Se evalúan el tamaño de lote y el tipo de material a transportar. La segunda parte está destinada a explicar las ventajas de su utilización por medio de las variables de control.

La tercera parte comprende el estudio de costo beneficio de la adquisición del equipo con esto podremos determinar la verdadera efectividad y el grado de implementación de estas herramientas.

Finalmente se validan los resultados y se comprueba el cumplimiento de la hipótesis denunciada en la tesis.

3.2 Tipo e Investigación

Este trabajo se desarrolla bajo el tipo de investigación Descriptiva para entender los procesos de la estibación de los sacos de polietileno que son utilizados para la elaboración de los productos, y para reconocer cuales son los procesos de interés y su impacto dentro de la productividad global de la planta.

El diseño de la investigación desde el punto de vista del investigador será del tipo no experimental con mediciones de las variables como estudio transversal a través de los procesos de producción y de abastecimiento de materiales. También mide su evolución y mejora del desempeño de las variables conforme se va implementando la eficiencia en los diferentes procesos productivos.

Este tipo de investigación es sistemática y empírica, y no se manipulan las variables dependientes de forma intencionada, los resultados se logran en base a definir las pérdidas de productividad debido a los tiempos improductivos, descenso de la productividad de la mano de obra y fallas de calidad en el proceso.

Por esta razón en esta tesis se registran los valores de las variables de estudio, para evaluarlas y clasificar las causas que produce la estibación manual, el ausentismo laboral en la planta.

3.3 Población y Muestra

Una vez definida el equipo más idóneo de carga y transporte, no se considera el tamaño de la muestra no es relevante para este estudio. Más bien las características de diseño del equipo requerido está de acuerdo al peso del material o artículo a transportar y de la cantidad de veces que se debe realizar esta operación de transporte.

Los sacos o bultos por lo tanto para un determinado proceso de fabricación, se espera tengan siempre las mismas dimensiones y peso.

Tampoco se comparan en esta tesis un proceso particular con un proceso de fabricación distinto de otra empresa, solo se estudia las actividades de transporte.

3.4 Recolección de la Información

La información que sirve de base para la evaluación de este estudio procede de las siguientes fuentes:

- Descripción de las actividades de carga y mezcla.
- Estudio de diseño de los equipos
- Asesorías técnicas
- Consultas de Tesis relacionadas.

Las fuentes de datos Secundarios la constituyen la consulta a textos especializados, entrevistas a expertos, tesis referente al tema de estudio, etc.

3.5 Técnicas Estadísticas para análisis de la Información

Se levanta información de las variables de interés, mediante cartas de control y se analizan los resultados mediante cuadros y gráficos comparativos.

3.6 Validación y aplicación práctica

Por medio de este estudio es posible siguiendo los mismos pasos de investigación y análisis definir la factibilidad de inversión en un equipo de automatización en el área de carga de materia prima. Esta secuencia de actividades permite a empresas del mismo tipo tener una referencia de cómo hacer un estudio de costo beneficio de inversión.

CAPÍTULO IV

PROPUESTA Y ANÁLISIS

Las investigaciones previas enunciadas en el Marco teórico, se refieren a la importancia del proceso inicial en el mezclado, en la presente tesis nos ubicamos al inicio de las actividades en el momento de la carga de la materia prima.

Este capítulo lo iniciamos con la descripción de Plastishoes como empresa de estudio y explicamos los procesos de producción.

4.1 Descripción de la Empresa Plastishoes

La empresa Industria Plastishoes es una empresa ecuatoriana que inicio sus actividades en 1968 con el nombre de INDUSTRIAS PLASTISHOES S.A., se encuentra funcionando en la ciudad de Guayaquil. En sus comienzos, represento los ideales, el esfuerzo, el patrimonio de sus dueños, de ahí el esmerado cuidado que recibe.

El año de 1973, se afilia a la Cámara de la Pequeña Industria (CAPIG), haciendo inversiones en diferentes aspectos, tales como infraestructura, personal, marketing y tecnología.

En sus principios centro su actividad en la fabricación de tacones plásticos. En 1982, la empresa consciente de la necesidad vigente en el mercado local supo conjugar año a año la eficiencia de un grupo de productos de buena calidad y rápida entrega, como ventajas únicas en el mercado.

Con la satisfacción del cliente como objetivo esencial, la planta decide tecnificar su proceso de fabricación, incorporando progresivamente inyectoras y equipos periféricos que apoyen para el servicio del proceso de inyección. Este crecimiento, se vio reflejado en el desarrollo de nuevos productos (piezas), lo que le permitió incursionar con éxito en otras provincias, superándose en variedad y calidad.

Los empleados tienen una fuente de ingreso permanente y estable, el equipo de trabajo es sólido y comprometido con los objetivos de la empresa, su cartera de clientes a pesar de ser corta es importante y fiel a sus productos, con el apoyo siempre comprometido del Gerente General, el que está siempre presente en el día a día de la organización.

En los momentos actuales tiene una gran diversidad de modelos en la línea de tacones, plantas y plataformas. Se caracterizan por ofrecer los productos en el menor tiempo posible, con una atención esmerada a sus clientes. El principal servicio que ofrecen es la atención esmerada y entrega de las órdenes de pedidos, en el menor tiempo posible.

4.1.1 Clientes

Industria Plastishoes cuenta con una cartera de clientes, estos se encuentran en la ciudad de Guayaquil, Quito, Cuenca, Ambato, Machala, y la Península de Santa Elena. Llegando sus productos a nivel nacional. Las ventas las hacen a nivel de distribuidoras o directamente a la fábrica.

Los clientes fijos de la empresa (las distribuidoras) se contabilizan en 40, a esto se le debe sumar los clientes que van directo a la empresa, es decir aquellos que solicitan el producto esporádicamente en el año, dichos clientes promedian 30 por año.

Las relaciones públicas de Industria Plastishoes con sus clientes fijos y/o potenciales son manejadas directamente por la Gerente General.

Aunque también pueden ser derivados de contactos iniciales provenientes de ejecutivos de marketing, comercialización, compras, servicio al cliente, etc.

Como Política de crédito la Industria Plastishoes para sus clientes (distribuidoras) tiene definido que la factura que se emite debe ser cancelada a los 30 o 45 días máximos. No ocurre lo mismo con los clientes que compran directamente en la fábrica, el pago de estos clientes solo se lo hace en efectivo.

4.1.2 Proveedores

Industria Plastishoes es una empresa cuyos productos necesitan de las existencias adquiridas y dirigidas directamente a esta actividad, colocamos una lista de los más importantes proveedores, la misma que se presenta a continuación:

TABLA No. 2
LISTADO DE PROVEEDORES INDUSTRIA PLASTISHOES S.A.

Producto o Servicio	Proveedor
Internet	Cnt
Telefonía	Cnt
Telefonía Celular	Movistar
Tecnología	Mateu & Solé
Tecnología	Margarita
Electrodomésticos	Comandato
Imprenta	Muñiz
Suministros	Cervantes
Seguros	Seguros Colonial
Material Publicitarios	Carlos Vaca
Materia Prima	Mercodesarrollo
Materia Prima	Nutec

Fuente: Gerente General de la empresa
Elaboración: Lady Flores

No hay una selección de proveedores en ningún sentido, y la relación con los proveedores actuales se ha logrado con el paso del tiempo, sin tener indicios de otros proveedores con mayor eficiencia o mejores costos.

4.1.3 Competencia

La Industria Plastishoes no se encuentra sola en el mercado, ha tenido que competir con otras empresas que tratan de satisfacer las mismas funciones básicas de un mismo grupo de consumidores, nuestras ofertas hacía los clientes siempre han sido más eficaces que la de nuestros competidores. La competencia varía según muchos aspectos, entre las diversas fuerzas competidoras tenemos:

La competencia directa: están las empresas que actúan dentro del mismo sector y tratan de satisfacer las mismas necesidades de los mismos grupos de clientes.

- El número de empresas es bajo dentro del sector.
- El crecimiento del mercado es lento
- Los costes fijos y los coste de almacenamiento son elevados
- El grado de diferenciación del producto es bajo
- La estrategia adoptada por la empresa conduce a un enfrentamiento continuo.

Los competidores potenciales: El riesgo de nuevos competidores, ejerce una fuerte influencia sobre la intensidad de la competencia (deseo de vender sus productos). La amenaza de nuevos ingresos disminuye.

- La economía de escala
- La diferenciación del producto

- Las necesidades de capital
- El acceso de los canales de distribución
- La política gubernamental

Los productos sustitutos: El peligro de la sustitución para el sector proviene de aquellos otros productos que, a través de distintas maneras los han creado a la imagen original, estos son hechos de madera donde, atienden la misma función básica para el mismo grupo de compradores. La amenaza de los productos sustitutos se centra fundamentalmente en la relación calidad-precio.

Por sus precios: Se encuentran empresas cuyos honorarios se ubican muy por debajo en relación con la realidad, otras con precios promedio y las últimas con precios altos en relación a sus otros competidores

Por su tamaño: existen empresas grandes, medianas y pequeñas, la diferencia radica en el tamaño de la infraestructura y la cantidad de recursos en general.

Por su especialidad: empresas especializadas en estudios de mejora continua, servicio al cliente, estudios políticos, estudios cualitativos, pero también hay empresas generalistas, que pueden atender diversos clientes con estudios que sean cuantitativos o cualitativos.

4.1.4 Organismos de Control

A continuación se presenta un cuadro, donde se muestran los organismos de control que tienen una influencia directa sobre la empresa Industria Plastishoes S.A.

TABLA No. 3
ORGANISMOS DE CONTROL DE INDUSTRIA PLASTISHOES S.A.

ORGANISMOS DE CONTROL	POTESTAD
SUPERINTENDENCIA DE COMPAÑÍAS	Presentación de balances Informes del Gerente
SERVICIO DE RENTAS INTERNAS (SRI)	Declaración del Impuesto a la Renta Retención en la fuente Declaración de IVA mensual
INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL (IESS)	Afiliación de los trabajadores Pago de contribución patronal Pago de fondos de reserva
MINISTERIO DE RELACIONES LABORALES	Contrato de trabajadores Pago de salarios Pago de beneficios de ley

Fuente: Gerente General de la empresa
 Elaboración: Lady Flores

Visión

Ser la empresa más competitiva, dinámica e innovadora en el sector industrial de piezas plásticas para calzado, que tanto los clientes como los proveedores y empleados se sientan orgullosos de nuestros productos.

Misión

Llevar al mercado productos de calidad, manteniendo una permanente superación tecnológica que nos permita ofrecer cada vez mayores ventajas en lo que se refiere al uso de materiales termoplásticos para la Industria del calzado, así como satisfacer los requerimientos de nuestros clientes.

Contribuir de manera importante en el desarrollo económico y social de nuestra comunidad, distinguiéndonos como una empresa responsable.

Valores

Los valores fundamentales que en los procesos plásticos inyectados nos motivan y ayudan a seguir adelante son:

- Fiabilidad
- Seriedad
- Honestidad
- Conocimiento
- Accesibilidad
- Rapidez y atención en los pedidos
- Iniciativa
- Mejora Continua
- Promoción de cambio
- Trabajo en equipo

4.1.5 Estructura Interna de Plastishoes S.A.

A continuación se describen las principales áreas internas de la organización:

Administración

Entre los aspectos más destacados de la empresa ha sido la guía de su Gerente, que con su dinamismo, liderazgo y visión ha sacado adelante a la empresa, exponiendo sus iniciativas, siguiendo en su desarrollo una política de largo plazo que garantice la consecución de los fines permanentes que a la empresa corresponden.

La empresa trabaja bajo filosofías de responsabilidad, eficiencia y calidad, logrando así con el tiempo mejorar su productividad, coordinando de esta manera los esfuerzos humanos y materiales para el logro de los objetivos empresariales.

Cuenta con un personal profesional altamente capacitado y con experiencia, esto ha servido para obtener objetivos y estructuras bien definidas y eficientes procedimientos.

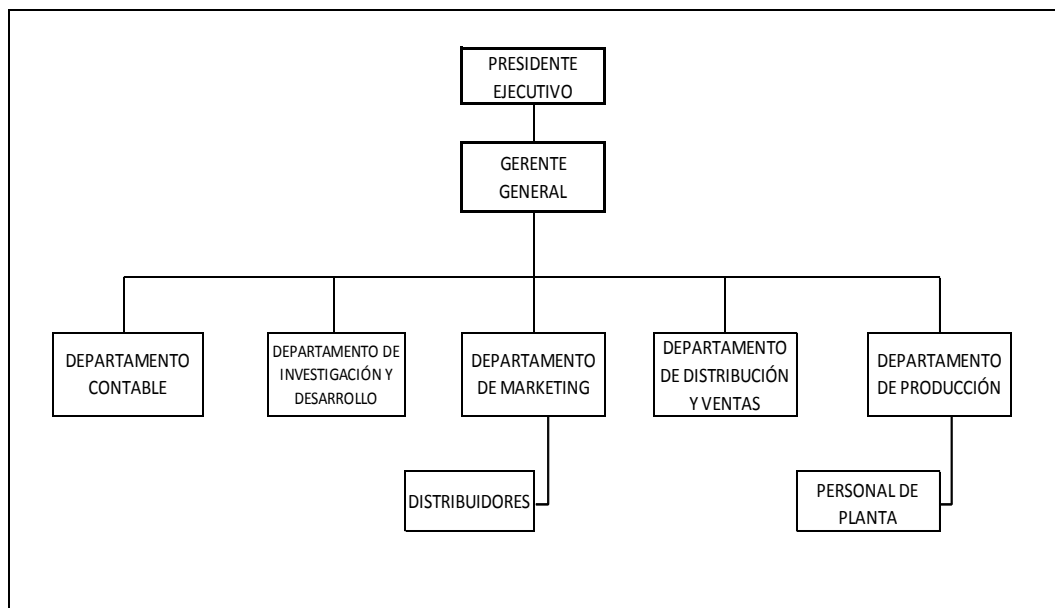
Comercialización

La empresa entrega sus productos nuevos a las distribuidoras, ellas se encargan de mostrar o sugerir a los clientes, siendo que su comercialización se fija en un 80 %. Los contactos y referencias ayudan constantemente a vincular a Industria Plastishoes S.A. con los futuros clientes.

4.1.6 Estructura Organizacional de Plastishoes S.A.

La ilustración siguiente muestra la estructura organizacional de la Industria Plastishoes.

FIGURA No. 29
ORGANIGRAMA EMPRESA INDUSTRIA PLASTISHOES S.A.



Fuente: Gerente General de la empresa
Elaboración: Lady Flores

Descripción de Funciones por departamentos

Los departamentos de Industria Plastishoes S.A. está representada en el Organigrama, a continuación se describen las principales funciones en cada uno de ellos.

Presidente Ejecutivo

El Presidente de la empresa preside las acciones y decisiones a tomar, decide que estrategias implementar en la empresa. En esta empresa por ser familiar el Presidente también es director ejecutivo. Siendo de este modo responsable de las operaciones diarias y de conducir el desarrollo de los productos y la estrategia tecnológica de la empresa.

Gerencia General

El principal objetivo de la Gerencia General de Industria Plastishoes S.A. es lograr un crecimiento sostenido en el corto, mediano y el largo plazo. Realiza evaluaciones periódicas acerca del cumplimiento de las funciones de los diferentes departamentos. El Gerente general Planea y desarrolla metas a corto y largo plazo junto con objetivos anuales.

Esto indiscutiblemente involucra aspectos comerciales y financieros de la empresa. El gerente General es la persona clave para el mantenimiento regular y eficiente de las operaciones de una empresa, será además responsable de desarrollar y ejecutar estrategias comerciales, operacionales y organizacionales. Deberá promover e impulsar programas corporativos con el fin de buscar la excelencia organizacional.

Departamento Contable

El camino de un negocio requiere de adoptar normas de conducta, formular juicios y desarrollar métodos, para que todas estas sean eficaces, tienen que fundamentarse en una información amplia y exacta, y esta información se obtiene en gran parte de los registros de contabilidad. El contador es la persona responsable de la planificación, organización y coordinación de todas las actividades relacionadas con el área contable, con el objetivo de analizar, ordenar e interpretar la información que en ellos

se contiene para formular juicios adecuados y actuar en consecuencia. A este fin, se adapta una organización capaz de responder del cumplimiento de este cometido.

Es también responsable de elaborar y controlar los reportes contables, presupuestarios y de costos propios de la organización.

Departamento de Recursos Humanos

Al frente de éste departamento se encuentra el Gerente que hace de psicólogo, la misma que es responsable de la contratación y despido de los colaboradores, así como también aplica las leyes laborales, revisión y actualización del organigrama funcional de la empresa, actualización del manual de funciones y en general velar por el clima laboral de la organización.

Departamento de Marketing y Ventas

El departamento de marketing y ventas desempeña la función de analizar y estudiar y comprender las necesidades del cliente en el mercado donde se desempeña la organización.

Tienen la actitud de resolver problemas y vender soluciones, donde ambas partes salen satisfechas.

Utilizan una estrategia sólida, fomenta un interés del producto percibido por las preguntas del cliente.

La teoría que tienen está basada en los fundamentos del marketing, ciencia y técnica en el cual a través del análisis y el estudio del producto, el precio, el mercado, la publicidad, y la distribución, se diseña, planifica, comercializa los bienes que satisfacen la necesidad del cliente, tomando

en cuenta los recursos necesarios para ejecutar planes y presupuestos de ventas.

Departamento de Proyectos

Este departamento que es liderado por el jefe de proyectos, es el órgano responsable de organizar y desarrollar la investigación y las enseñanzas propias de diversas áreas de conocimiento, direcciona y controla los recursos a su cargo (personal de planta, presupuesto, equipo y materiales) para satisfacer los requerimientos del cliente en cuanto a costo y tiempo.

Es uno de los departamentos más importantes, ya que formula y desarrolla los métodos más adecuados para la elaboración de los productos, al suministrar y coordinar la mano de obra, instalación, materiales, y herramientas requeridas.

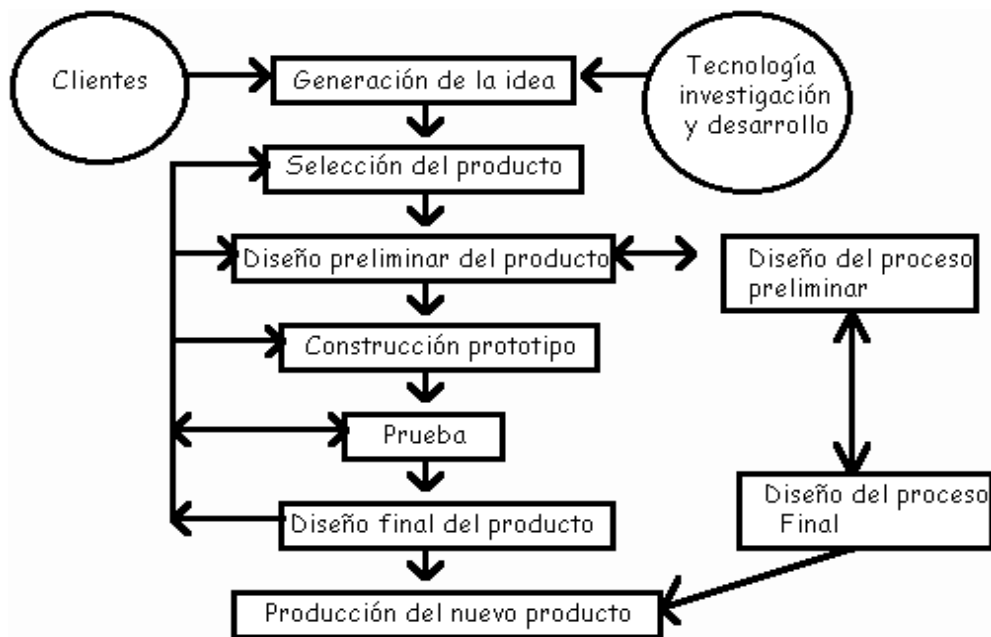
Funciones:

1. Ingeniería del Producto: Esta función comprende el diseño del producto que se desea comercializar, tomando en cuenta todas las especificaciones requeridas por los clientes.
2. Ingeniería de Planta: Es responsabilidad del departamento de producción realizar el diseño pertinente de las instalaciones tomando en cuenta las especificaciones requeridas para el adecuado mantenimiento y control del equipo.
3. Ingeniería Industrial: Comprende la realización del estudio del mercado concerniente a métodos, técnicas, procedimientos y maquinarias de punta; investigación de las medidas de trabajo necesarias, así como la distribución física de la planta.
4. El abastecimiento de materiales, depende de un adecuado tráfico de mercancías, un excelente control de inventarios, y verificar que las

compras locales e internacionales que se realicen sean las más apropiadas.

5. Control de Calidad: Es la resultante total de las características del producto en cuanto a ingeniería, fabricación y mantenimiento se refiere. Por medio de las cuales el producto en uso es satisfactorio para las expectativas del cliente.

FIGURA No. 30
PROCESO DE PRODUCCIÓN PARA EL DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS



Fuente: Investigación propia
Elaboración: Lady Flores

4.2 Descripción de Procesos y Equipos

Para entender el proceso de fabricación de las plataformas a continuación se adjunta un diagrama donde se presentan los procesos, incluyendo las demoras, transportes e inspecciones. Se inicia con el calentamiento de la máquina y el transporte de los sacos de polietileno,

luego se procede al secado del material por medio del equipo deshumidificador, una vez extraída la humedad del material, se mezcla el polietileno con el pigmento, esto nos sirve para dar color a las diferentes plataformas. Los colores son beige, negro mate, negro de brillo y color natural. El color natural se lo denomina color blanco y es el resultado de la inyección de las plataformas sin pigmentar el material.

Los procesos en el cual se explica, él trabajador realiza levantamiento manual de carga de sacos de polietileno de 25 kilogramos a 30 kilogramos para depositarlo en la tolva de la inyectora, tal como se puede observar en la figura se realizan utilizando las dos manos y el esfuerzo de un obrero.

FIGURA No. 31
TRABAJADOR LEVANTANDO SACOS



Fuente: Investigación propia

El levantamiento es realizado por una persona. La tarea la realiza el operador transportando 4 sacos de polietileno en la tolva, para colocarlos y alcanzar la tolva tiene que subir con la carga por la escalera para poder colocar el saco en la respectiva tolva y vaciarla. Total de sacos levantados en una jornada de 8 horas por cada inyectora = 64sacos.

FIGURA No. 32
DIAGRAMA DE FLUJO EMPRESA PLASTISHOES S.A.

Simbología	Actividad	Responsable(s)
D	Calentamiento de máquinas inyectoras	Operario
O	Arranque de máquinas	Operario
⇒	Transporte manual de sacos de polietileno desde bodega de Materia prima hasta área de deshumidificador	Operario
O	Realizar proceso de secado	Deshumidificador
⇒	Transporte de producto seco a la mezcladora	Operario
O	Realizar el proceso de mezcla del polietileno con el master bach (color)	Mezcladora
⇒	Transporte de materia prima con color a las inyectoras	Operario
⇒	Carga de saco de materia prima con color hacia la tolva, a través de escalera	Operario
O	Vaceado de sacos en tolva de alimentación de inyectora	Operario
O	Recorrido del husillo al molde de inyección	Inyectora
O	Llenado de molde por inyección	Inyectora
O	Descarga del producto terminado	Inyectora
□	Aseguramiento de la calidad, recorte de rebabas	Operario
⇒	Paletizado de producto final	Operario
⇒	Transporte a bodega de producto terminado	Operario

Fuente: Empresa Plastishoes
 Elaboración: Lady Flores

Este es uno de los factores para que haya ausentismo del personal debido a enfermedades ergonómicas producidas al manipular el producto procesado tanto en la alimentación de la tolva como a la salida del producto.

El impacto económico dentro de una empresa es considerado en este caso al ausentismo laboral y a la eficiencia de los procesos como uno de los principales problemas en los cumplimientos de los procesos productivos.

Los sacos son colocados a un lado de la inyectora con el pallet, cuando verifica el operador que ya queda el 20% de material restante en la tolva, el operario coge el saco de material sube la escalera y coloca en la tolva el material.

Estas actividades u operaciones, que pueden ser mecánicas, químicas de montaje, de desplazamiento, de contacto personal, etc. Siguen un procedimiento predeterminado el mismo que va transformando los insumos o materiales hasta que el sistema productivo cumpla el ciclo productivo y se transforme en un producto terminado

Estos productos poseen un acabado de calidad debido a la materia prima que se utiliza, y de acuerdo a la necesidad del producto.

4.3 Productos

La empresa INDUSTRIA PLASTISHOES S.A. tiene como productos las plataformas, plantas, tacones, y boca tapa, para uso como producto semi-terminado en la industria del calzado. Cada modelo de plataforma cuenta con cinco o seis tallas. En el caso de las cubiertas para los tacones de los zapatos de mujer no es necesario manejar seis tallas distintas. Las plataformas son elaboradas con Polietileno de Alta densidad.

FIGURA No. 33
PLATAFORMA



Fuente: Investigación Propia

En el siguiente grafico se representa el porcentaje de área ocupada en equipos industriales, con 660 metros cuadrados, el resto de áreas se encuentra libre como área de tránsito o que puede ser utilizada como almacenamiento. Se observa que el espacio es muy limitado y la planta de Plastishoes es pequeña.

La instalación de nuevos equipos debe ser ubicada en lugares que no entorpezcan la circulación o almacenamiento de los materiales. En el caso del equipo de transporte es necesario instalar los rieles y mangueras para el vacío.

4.4 Análisis y Propuesta para Incrementar la Productividad

Se definen los procesos por los que tiene que pasar la materia prima para elaborar un producto terminado, en nuestro caso son las plataformas elaboradas de PE. Se utiliza una mezcla de 50% PE de baja densidad y 50% PE de alta densidad.

Se realiza un seguimiento a los reportes de tres líneas de inyección entre los meses de mayo junio y julio obteniendo el total de horas pérdidas y los motivos principales de las paralizaciones. Estos equipos trabajan un promedio de 10 horas diarias, los 5 días a la semana, entre las tres inyectoras se obtiene un total de 1800 horas programadas de trabajo. Es necesario indicar que en la planta se cuenta con seis máquinas inyectoras.

FIGURA No. 34
PLANTA DE PRODUCCIÓN EMPRESA PLASTISHOES S.A.



Fuente: Empresa Plastishoes
Elaboración: Lady Flores

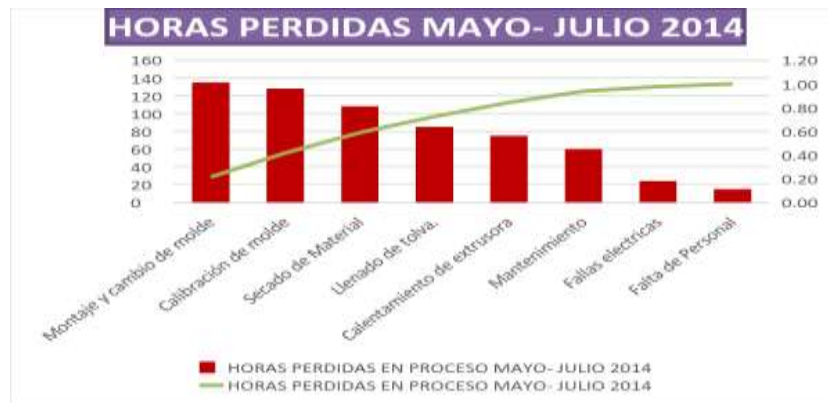
El siguiente cuadro muestra las causas de paralización, siendo la causa principal el montaje de molde esto es debido a que existen cinco modelos distintos de plataforma en los cuales hay a su vez 6 matrices que pueden ser intercambiadas de un mismo modelo. Debido a que cada cliente realiza su pedido de plataformas y la empresa no produce para mantener un stock de inventario, puede decirse que el 100% del producto elaborado se entrega.

La información obtenida indica que se pierden 135 h. al mes por cambio de molde, en las tres inyectoras por las causas arriba indicadas. Por calibración de molde son 128 h., esto es consecuencia lógica de los ajustes luego de la instalación, o por calibraciones posteriores a un apagón eléctrico, pues la planta no cuenta con un generador, aparte del servicio eléctrico.

Por secado de material son 108 h., proceso necesario para extraer la humedad del material, el llenado de tolva de forma manual lleva 85 h en total, esto se refiere en los casos cuando se cambia de diseño de plataforma, en muchas ocasiones debe cambiarse de mezcla y de color del material, por lo tanto debe cerrarse el paso de material en la tolva y vaciar su contenido para realizar el cambio de material y llenar la tolva nuevamente, la siguiente causa de paralización es el calentamiento de las máquinas, esto se debe al inicio de las operaciones. Y son 75 h mensuales por calentamiento de la inyectora.

Si bien se pueden reducir los tiempos improductivos con una mejor distribución de la carga de lotes a fabricar en cada inyectora, se observa además que la flexibilidad necesaria para entregar los productos según pedido del cliente, siempre va a demandar sucesivos cambios en los moldes, por lo tanto continuas calibraciones, calentamiento y cambios de material, todas estas paralizaciones están relacionadas entre sí.

FIGURA No. 35
HORAS PERDIDAS MAY – JUL 2014



Fuente: Investigación Propia
 Elaborador por: Lady Flores

Los pasos del proceso de producción, se inician con el llenado de materiales en la tolva, la mezcla del material para luego proceder a la extracción de la humedad en el proceso de secado. Luego se procede a programar el equipo de extrusión con el perfil de temperatura adecuado, según el material con el que se está trabajando, el material se calienta y luego se funde, por medio de la presión que forma el husillo el material es enviado a la boquilla de inyección al molde de inyección en la unidad de cierre, donde se forma el producto, se realiza el corte de los puntos de inyección y el producto terminado es embalado.

FIGURA No. 36
PROCESO PRODUCTIVO



Fuente: Investigación Propia
 Elaboración: Lady Flores

De la información obtenida se relaciona los valores de medición de la humedad en el Polietileno con los registros de inspección de producto terminado, particularmente las variables por atributos, es decir color, acabado superficial, brillo. La uniformidad del color se debe a una buena mezcla del masterbatch, y que sea dosificado en las cantidades adecuadas. El acabado superficial es decir sin defectos, puntos negros, poros, estos pueden ser causados por defectos en el molde, problemas en la boquilla, mal cerrado del molde, en el caso de defectos en la superficie, cuando se trata de poros, esto es causado por humedad en el material, o un perfil inadecuado de trabajo en la inyectora.

El último paso en el proceso es el empaquetado, donde el producto se empaqueta para ser entregado al cliente. Recopilando la información de desempeño de cada inyectora, según el producto asignado tenemos que la producción máxima, de plataformas en cada inyectora es la siguiente:

TABLA No. 4
PRODUCCIÓN DE PLATAFORMAS

# de Inyectora	Producción en 8 horas
1	576 unidades
2	686 unidades
3	758 unidades
4	900 unidades
5	1028 unidades
6	1200 unidades

Fuente: Investigación Propia
Elaboración: Lady Flores

Se observa que todas las inyectoras tienen distinto desempeño debido a que se asignan plataformas altas, medias altas y plataformas bajas. A continuación se indican los diferentes tiempos de inyección en cada producto, se asignan las inyectoras del uno al seis respectivamente.

TABLA No. 5
TIEMPOS DE INYECCIÓN

MAQUINA	TIEMPO	TIPO DE PRODUCTO
Inyectora 1	50 Seg	Proceso inyección de un par plataformas altas
Inyectora 2	40 Seg	Proceso inyección de un par plataformas altas
Inyectora 3	38 Seg	Proceso inyección de un par plataformas medias altas
Inyectora 4	32 Seg	Proceso inyección de un par plataformas medias altas
Inyectora 5	28 Seg	Proceso inyección de un par plataformas bajas
Inyectora 6	24 Seg	Proceso inyección de un par plataformas bajas

Fuente: Investigación Propia
Elaboración: Lady Flores

Para disminuir los cambios de moldes en las inyectoras, la Administración ha asignado un determinado tipo de producto a cada inyectora con el fin de reducir los tiempos improductivos. Esto facilita la determinación del tiempo empleado en la inyección de cada par de plataformas y definir de manera rápida el total de producto que puede ser entregado en un turno, es decir la capacidad de planta. Se consideran turnos de 8 horas, por cinco días laborales son un total de 40 horas semanales y 160 horas al mes. Se debe considerar además que cada plataforma debe tener sus diferentes tallas, para simplificar los resultados se manejará la talla de más salida., tenemos el siguiente cuadro con la capacidad de producción por producto y las horas programadas en cada máquina.

TABLA No. 6
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN POR PRODUCTO

INYECTOR A	HORAS PROGRAMADAS	CAPACIDAD DE PRODUCCION
1	160 h	11.520 pares de plataformas altas
2	160 h	14.400 pares de plataformas altas
3	160 h	15.157 pares de plataformas medias altas
4	160 h	18.000 pares de plataformas medias altas
5	160 h	20.571 pares de plataformas bajas
6	160 h	24.000 pares de plataformas bajas

Fuente: Investigación Propia
Elaboración: Lady Flores

Como actividades de control de Calidad se realiza la inspección visual por atributos, como se dijo anteriormente, además se realiza el control dimensional del ancho, alto, y comparación del color. En la parte previa del proceso se procede a secar el material por medio de un deshumidificador, con el fin de que no se presenten poros en la superficie de las plataformas.

Los perfiles de temperatura para el procesado del polietileno van desde los 160 grados hasta 280 grados, dependiendo de la rapidez de inyección, o de si el polietileno es de alta o de muy alta densidad. En ocasiones tendrá que ver con la geometría del molde.

Se construye un Pareto del total de producto rechazado en un día normal de trabajo, se consideran las máquinas inyectoras # tres y cuatro en donde en conjunto se deben realizar aproximadamente 1600 pares de plataformas a diario.

TABLA No. 7
TABULACIÓN DE DEFECTOS EN LA PRODUCCIÓN
DE PLATAFORMAS

Defectos	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia acumulada
Mal formado	32	0,37	0,37
Porosidad	20	0,23	0,60
Mal corte	10	0,12	0,72
Rebabas	8	0,09	0,81
Color	8	0,09	0,91
Puntos negros	5	0,06	0,97
Otros	3	0,03	1,00
	86	1	

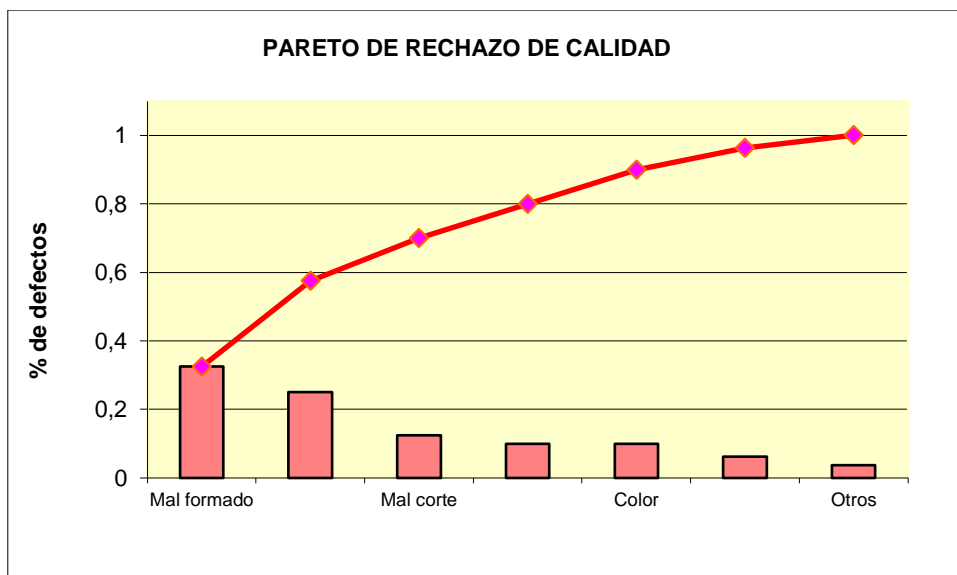
Fuente: Investigación Propia
Elaboración: Lady Flores

Si sumamos la producción esperada de las inyectoras tres y cuatro sería 758 + 900 unid. Un total de 1658 unid. De las cuales 86 plataformas salen con defectos con un 5.18 %.

El total de plataformas producidas con el estándar de producción requerido en las dos máquinas en total fue de 1045 unidades, realizando una nueva comparación con el total de producto rechazado tenemos un porcentaje 8.22 % de producto no conforme con respecto a lo que se ha producido en ese turno.

El gráfico de Pareto de los rechazos se muestra en la figura 37:

FIGURA No. 37
PARETO DE RECHAZO DE CALIDAD



Fuente: Investigación Propia
Elaboración: Lady Flores

A continuación se toman las muestras de 125 pares de plataformas rechazadas para determinar su variación con respecto al peso una vez que han sido inyectadas.

Se hace este análisis con el fin de determinar estadísticamente cual es la desviación con respecto a la falta de material al momento de la apertura del molde y la expulsión del producto, los valores obtenidos son los siguientes:

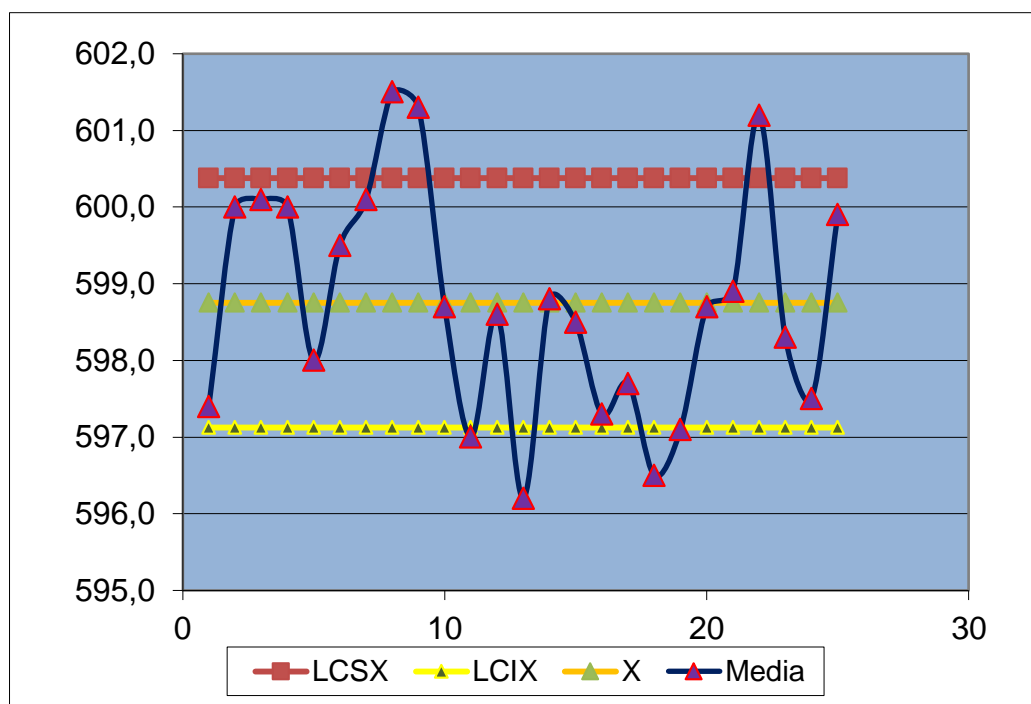
TABLA No. 8
VARIACIÓN DE PESO

	x1	x2	x3	x4	x5		
conjunto	Peso de par de Plataforma s altas					datos media	R
1	596,0	597,0	598,0	597,5	598,5	597,4	2,5
2	598,0	601,0	600,0	601,0	600,0	600,0	3,0
3	598,5	601,0	599,5	600,5	601,0	600,1	2,5
4	601,0	599,5	599,0	599,5	601,0	600,0	2,0
5	599,5	596,5	597,5	598,5	598,0	598,0	3,0
6	599,0	599,0	600,0	601,0	598,5	599,5	2,5
7	599,5	598,5	599,5	601,5	601,5	600,1	3,0
8	600,5	601,0	601,5	602,5	602,0	601,5	2,0
9	600,0	603,0	603,0	602,0	598,5	601,3	4,5
10	597,0	601,0	599,5	599,0	597,0	598,7	4,0
11	598,0	597,0	597,0	596,5	596,5	597,0	1,5
12	597,5	598,5	599,0	599,5	598,5	598,6	2,0
13	596,5	595,5	595,5	596,0	597,5	596,2	2,0
14	598,5	598,0	599,5	599,0	599,0	598,8	1,5
15	598,0	598,5	598,5	599,0	598,5	598,5	1,0
16	594,5	597,0	598,5	599,0	597,5	597,3	4,5
17	598,0	597,0	597,5	598,5	597,5	597,7	1,5
18	597,0	598,0	595,5	596,0	596,0	596,5	2,5
19	597,5	596,5	597,0	597,5	597,0	597,1	1,0
20	599,5	598,0	598,5	599,0	598,5	598,7	1,5
21	596,5	597,5	599,0	601,0	600,5	598,9	4,5
22	599,0	604,0	602,0	600,0	601,0	601,2	5,0
23	601,0	602,0	596,0	597,5	595,0	598,3	7,0
24	596,5	597,5	597,0	598,5	598,0	597,5	2,0
25	598,5	598,0	601,0	602,0	600,0	599,9	4,0

Fuente: Investigación Propia
Elaboración: Lady Flores

Se forman grupos de 5 muestras, las cuales son tomadas sucesivamente, conformen aparecen estos rechazos en la producción, deben ocurrir en la misma máquina y con el mismo molde instalado, se sacan la media de cada grupo y luego se calculan los límites superior e inferior del proceso para obtener el siguiente grafico del control de las medias.

FIGURA No. 38
GRÁFICO DE CONTROL DE MEDIAS

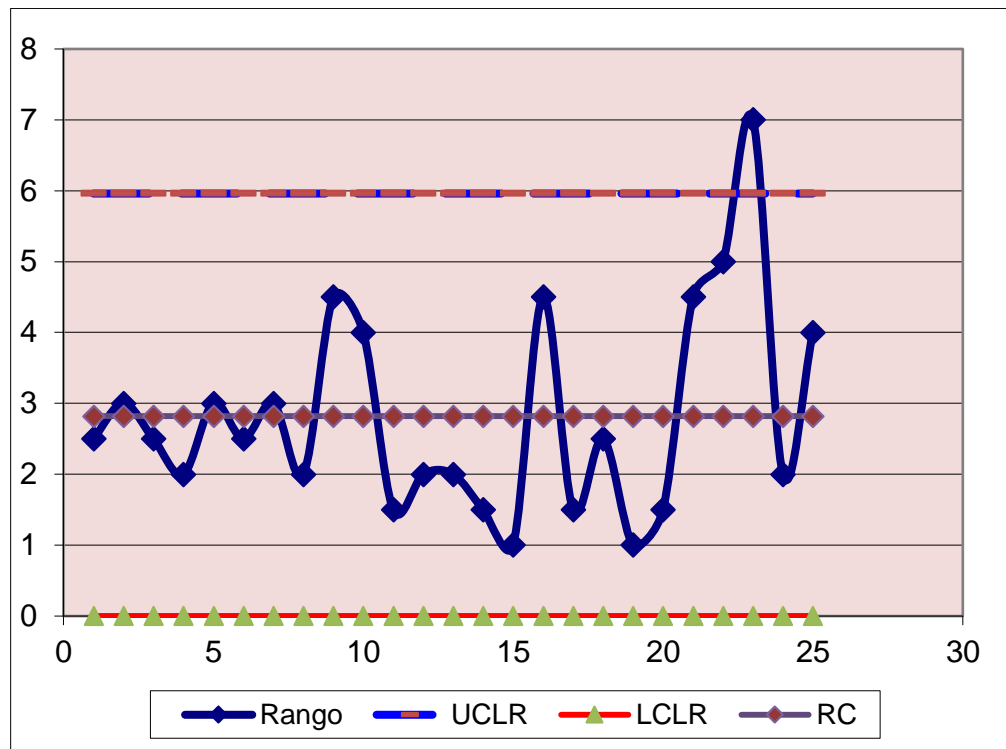


Fuente: Investigación Propia
Elaboración: Lady Flores

Con la información obtenida en cada grupo se calcula el rango de variación de las medias.

En el gráfico anterior se observa que la mayor cantidad de rechazo es debido a bajo peso es decir 15 grupos muestran una media en donde no se alcanza el peso requerido, los otros 10 grupos exceden el peso, esto es debido al exceso en rebabas, por un mal cierre al momento de inyectar el plástico en los dos moldes.

FIGURA No. 39
GRÁFICO DE CONTROL DE RANGOS

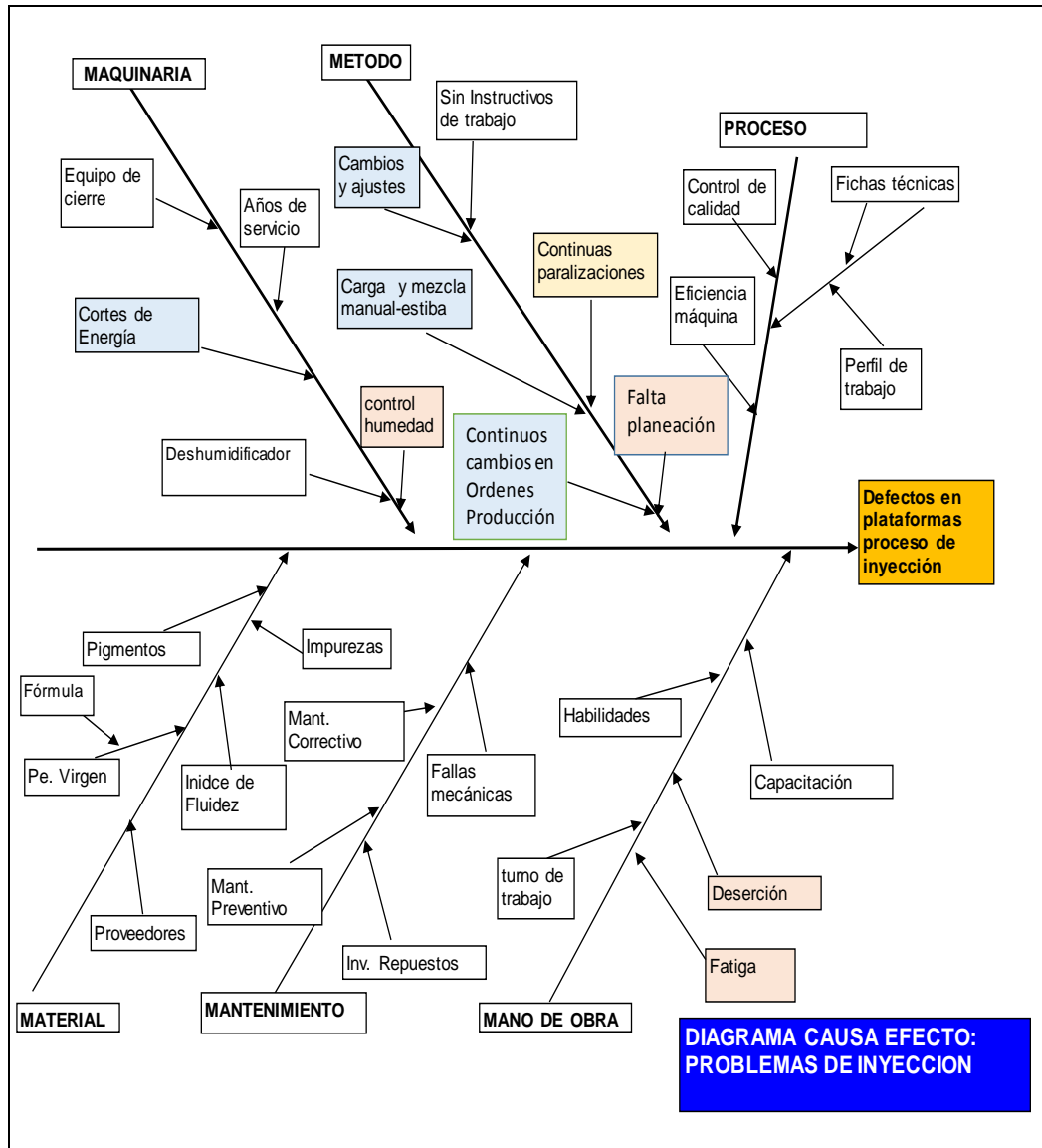


Fuente: Investigación Propia
 Elaboración: Lady Flores

Cuando se construye el gráfico de Rangos, se observa que el proceso tiene poca variación al inicio del turno, conforme avanza el día las variaciones son más pronunciadas con respecto al peso del producto defectuoso, lo cual indica que ciertas variables de control, o algún tipo de actividad está incidiendo de manera negativa en el control de calidad.

En el Pareto anterior se determinó que los motivos de rechazo mayores son el mal proceso de inyección y la porosidad en la superficie de las plataformas. Realizando una lluvia de ideas para determinar las posibles causas del rechazo se construye un diagrama de Ishikawa en conjunto con el personal de la planta y se obtiene el siguiente gráfico.

FIGURA No. 40
DIAGRAMA CAUSA EFECTO, PROBLEMA INYECCIÓN



Fuente: Investigación Propia
 Elaboración: Lady Flores

Se ha diferenciado con colores las causas del incremento de los rechazos de calidad, existen varias observaciones en cuanto al método de trabajo, pues no se planifica de la mejor manera los cambios en los moldes, y cada cambio genera rechazos y scrap. También es de considerar que en cada cambio de producto es posible que también se solicite un color distinto del que se estaba procesando, esto también genera desperdicio, hasta que

salga todo el color anterior en el túnel del inyector o en el producto nuevo no se presente mezcla de color. En cuanto a la mano de obra, esto obliga a un doble esfuerzo por parte de los obreros pues estas actividades se hacen manualmente, el vaciado del material y la siguiente mezcla desgasta y fatigan mucho al personal.

Los problemas en el peso del producto como se dijo anteriormente son causados por una mala calibración del molde, un equivocado perfil de temperatura, pero en el Pareto de rechazos de calidad se encontró que un 23% del rechazo se debe a porosidad en la superficie de las plataformas. Se debe indicar que un mal abastecimiento de la tolva con el equipo deshumidificador genera que el extrusor no trabaje a la eficiencia esperada y cause además paralizaciones por humedad en el material que se inyecta.

En el gráfico de rangos se muestra que los pesos varían más aún cuando avanza el día debido a que los obreros descuidan mucho más el nivel de material que se encuentra listo para mezclar y el material que está seco para el uso de las inyectoras, esto indica que a pesar de la gran presión que forma el material fundido dentro del molde en ocasiones no es suficientemente abastecido por la entrega del husillo dentro del extrusor por falta de material en la carga de la tolva.

Para definir si realmente afecta el grado de humedad o la cantidad de material que es mezclado y ubicado en la tolva del inyector listo para el proceso se toman las mediciones del grado de humedad y se las compara con los resultados del producto rechazado en un diagrama de correlación.

Se debe considerar además el tiempo de residencia del material mezclado dentro del secador, es decir si el tanque del secador está casi vacío, el material no tendrá el tiempo suficiente para que el molecular saque la humedad del material. Con el diagrama de correlación se analizan un grupo de datos que son las mediciones de humedad en el material ya

seco y listo para usar, y el posterior producto ya inyectado. Se debe tener en cuenta el tiempo de la velocidad de línea de entrada del polietileno hasta que salga el producto ya moldeado.

A continuación se indican el % de humedad medido comparándolo con el peso del producto rechazado.

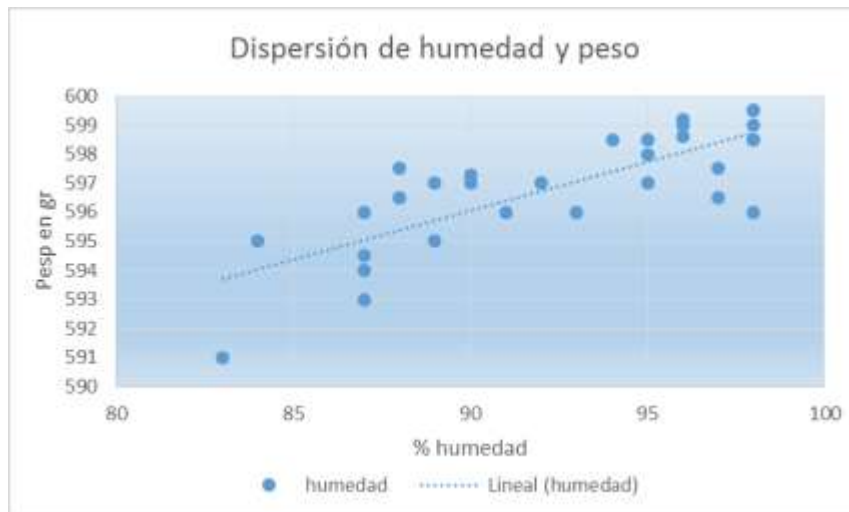
TABLA No. 9
PORCENTAJE DE HUMEDAD

No.	% humedad	Peso grms
1	98	596
2	97	597,5
3	96	598,6
4	95	598
5	98	599,5
6	98	599
7	97	596,5
8	95	597
9	98	598,5
10	98	599,5
11	96	599,2
12	95	598,5
13	87	594,5
14	90	597
15	98	598,5
16	96	599
17	90	597,3
18	87	593
19	83	591
20	84	595
21	87	594
22	88	597,5
23	89	597
24	87	596
25	89	595
26	91	596
27	92	597
28	93	596
29	94	598,5
30	88	596,5

Fuente: Investigación Propia
Elaboración: Lady Flores

Con estos valores se procede a comparar el % de humedad con el peso al inyectar.

FIGURA No. 41
DISPERSIÓN DE HUMEDAD Y PESO



Fuente: Investigación Propia
Elaboración: Lady Flores

En este diagrama de correlación se observa que los valores de humedad afectan el producto terminado y también inciden en el peso del producto.

Cuando se relaciona la cantidad de material preparado con el peso en gramos se tienen los resultados que se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 10
PORCENTAJE DE LLENADO DE TOLVA

No.	Llenado tolva	Peso grms
1	60	596
2	65	597,5
3	70	598,6
4	75	598
5	80	599,5
6	80	599

No.	Llenado tolva	Peso grms
7	55	596,5
8	60	597
9	60	598,5
10	80	599,5
11	80	599,2
12	80	598,5
13	45	594,5
14	70	597
15	60	598,5
16	60	599
17	50	597,3
18	35	593
19	25	591
20	40	595
21	40	594
22	70	597,5
23	70	597
24	60	596,5
25	40	595
26	50	596
27	55	597
28	50	596
29	60	598,5
30	60	596,5

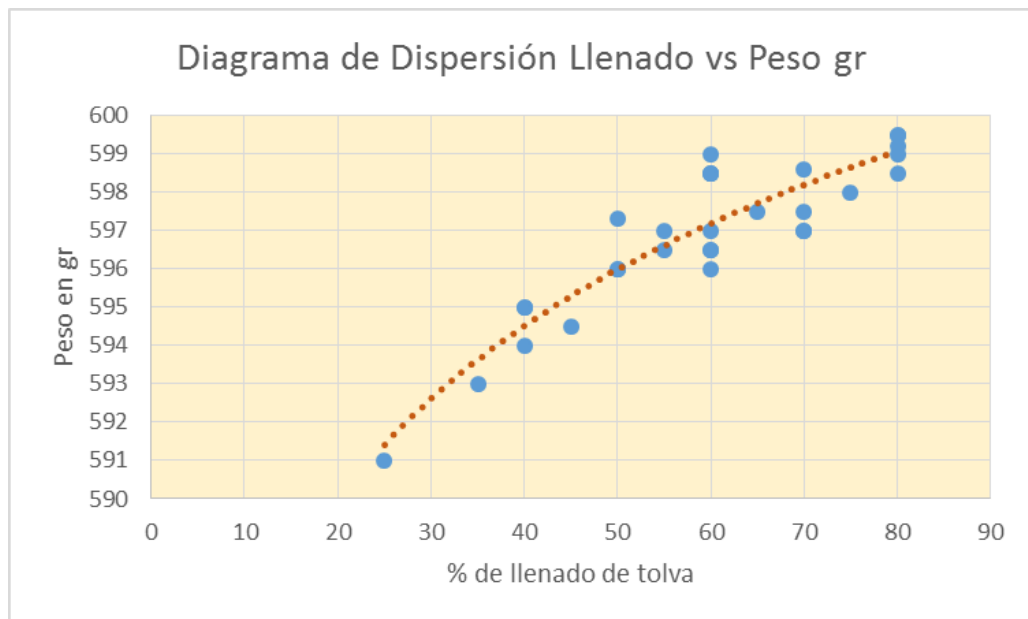
Fuente: Investigación Propia
Elaboración: Lady Flores

Los valores relacionados entre los porcentajes de llenado de la tolva de servicio al inyector en conjunto con los mismos resultados de peso del producto no conforme.

Para lograr levantar esta información se tomen lecturas de la humedad cada 15 minutos, al igual que se mide el porcentaje de llenado de la tolva con ayuda del visor lateral de la tolva.

Se obtiene el siguiente cuadro y la relación entre las variables es clara, en donde afecta en mayor medida el vaciado de la tolva.

FIGURA No. 42
DISPERSIÓN DE LLENADO Y PESO



Fuente: Investigación Propia
 Elaboración: Lady Flores

Como se mencionó en el diagrama de Pareto de los rechazos el 37% del producto no conforme pertenecen al mal inyectado, y un 23 % a los poros y burbujas en la masa fundida por material con humedad. Estas dos causas de no conformidad representan el 60% del total de plataformas no aceptables en un día normal de trabajo.

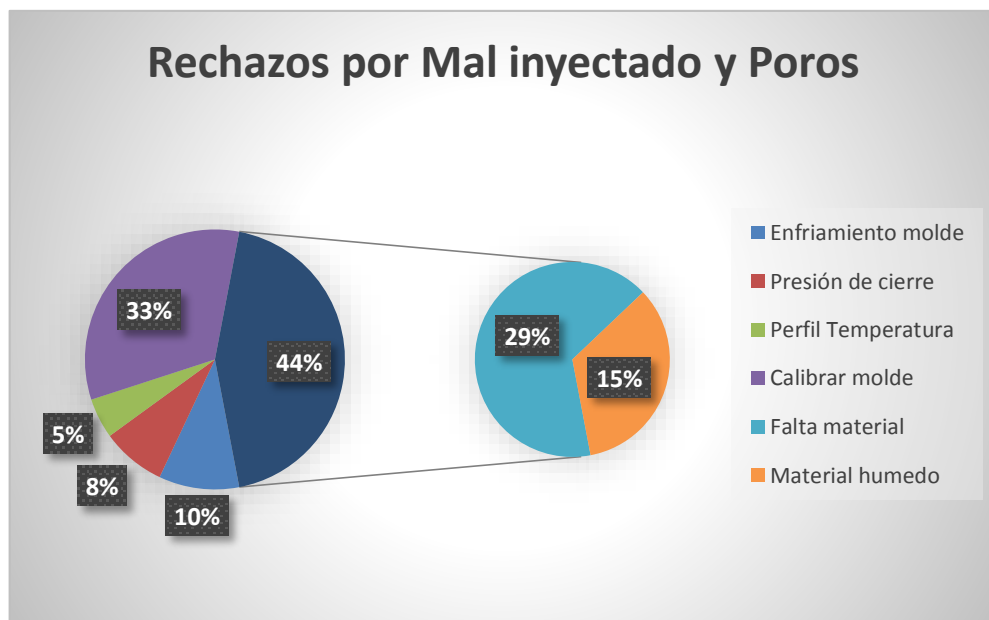
Si consideramos que la totalidad del rechazo representa un 8.22% de producto, el disminuir los problemas en inyección y acabado superficial puede representar hasta un 4.92 % en mejora de productividad, esto sin medir aún el incremento de productividad por menor tiempo improductivo debido a baja carga de la tolva.

En el procesado del polietileno las causas de producto no conforme son el constante cambio de moldes y calibración posterior junto con la entrega del material en la tolva de entrada del extrusor. Se descartan que el total de rechazos sean debidos solo a cambios de moldes, pues en un proceso de inyección una vez calibrado el molde, no salen productos

defectuosos por calibración o cierre de molde, pues la presión del equipo de cierre permanece inalterable. Igual ocurre con el perfil de temperatura, salvo que ocurra un daño eléctrico en uno de los pirómetros o termocupla de la zona del inyector.

Al realizar el seguimiento de las causas de rechazo por mal inyectado y porosidad en el acabado de las plataformas en las seis inyectoras se distribuye el total de causas en el siguiente gráfico.

FIGURA No. 43
RECHAZOS POR MAL INYECTADO Y POROS



Fuente: Investigación Propia
Elaboración: Lady Flores

El mal formado por calibración de molde es del 33%, esto es ocasionado luego de un apagón y por los cambios propios del cambio de molde en una orden de trabajo.

Pero se observa que la causa de un 44% de defectos es la humedad en el polietileno y la baja cantidad de material listo para ser usado en la tolva, estas dos causas son debido al mal flujo de materia prima al inicio del

proceso, y como se vio en el gráfico de los rangos se acentúa en cuanto avanza el turno y el obrero se agota en abastecer las máquinas.

A continuación se indican los valores de productividad tomando el tiempo de ciclo desde la apertura del molde, tiempo de permanencia en el túnel del inyector, y de inyección, que en la primera plataforma es de 50 segundos.

Se considera una semana de trabajo en cada inyectora indicando el tipo de plataforma que se fabrica, y se expresa el rendimiento tanto en kg por hora máquina, como kg por hora hombre.

TABLA No. 11
CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD POR PRODUCTO

CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD POR PRODUCTO											
Descripción de Plataforma	Máquina	Peso (gr)	Horas Prog./día	#operario/máq.	Unidades por Turno	Kg por turno	horas/hombre	Plataforma/h.h.	Plataforma hora/máq.	kg/hora. Máquina.	kg/hora-hombre
Plataformas altas	Inyectora 1	600	8	2	576	346	16	36,0	72,0	43,2	21,6
Plataformas altas	Inyectora 2	580	8	2	720	418	16	45,0	90,0	52,2	26,1
Plataformas media altas	Inyectora 3	500	8	2	758	379	16	47,4	94,7	47,4	23,7
Plataformas media altas	Inyectora 4	470	8	2	900	423	16	56,3	112,5	52,9	26,4
Plataformas bajas	Inyectora 5	430	8	2	1.029	442	16	64,3	128,6	55,3	27,6
Plataformas bajas	Inyectora 6	380	8	2	1.200	456	16	75,0	150,0	57,0	28,5

Fuente: Investigación Propia
Elaboración: Lady Flores

Los promedios de rendimiento reales en las inyectoras, en un día de trabajo, considerando los desempeños óptimos son los siguientes:

TABLA No. 12
CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD REAL POR PRODUCTO

CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD REAL ACTUAL POR PRODUCTO							
Producto	Máquina	Unidades por Turno	Kg por turno	Plataforma/h .h.	Plataformah ora/máq.	kg/hora. Máquina.	kg/hora-hombre
Plataformas altas	Inyectora 1	371	223	23,2	46,4	27,8	13,9
Plataformas altas	Inyectora 2	486	282	30,4	60,8	35,2	17,6
Plataformas media altas	Inyectora 3	508	254	31,8	63,5	31,8	15,9
Plataformas media altas	Inyectora 4	590	277	36,9	73,8	34,7	17,3
Plataformas bajas	Inyectora 5	639	275	39,9	79,9	34,3	17,2
Plataformas bajas	Inyectora 6	792	301	49,5	99,0	37,6	18,8

Fuente: Investigación Propia
Elaboración: Lady Flores

El total de unidades posibles a elaborar considerando los tiempos de ciclo en cada inyectora es de 5.182 plataformas por día de trabajo en 8 horas y la necesidad de material es de 2463 kg en un turno, que deben ser estibados y mezclados para luego sacar la humedad, el consumo por hora es de 307.9 kg/hora.

Sin embargo se está produciendo actualmente un promedio de 3.386 plataformas al día en las 6 inyectoras, debido a los tiempos improductivos anotados anteriormente, con un consumo de 201.4 kg/hora de material listo para ser utilizado en el proceso. Si comparamos los valores óptimos con la productividad real de la planta en plataforma hora/máquina y los kg/hora máquina con los valores reales la eficiencia productiva en cada máquina queda en los siguientes valores:

TABLA No. 13
PRODUCTIVIDAD REAL DE LA PLANTA

PRODUCTIVIDAD REAL DE PLANTA				
Máquina	Producción Esperada	Producción real	Unid. No producidas	Indice productividad
Inyectora 1	576	371	205	64,4%
Inyectora 2	720	486	234	67,5%
Inyectora 3	758	508	250	67,0%
Inyectora 4	900	590	310	65,6%
Inyectora 5	1.029	639	390	62,1%
Inyectora 6	1.200	792	408	66,0%

Fuente: Investigación Propia
Elaboración: Lady Flores

Al comparar la producción esperada con la producción real, observamos que la productividad real fluctúa entre 62.1% en la inyectora #5 de menor desempeño, hasta los 67.5% con la inyectora # 2. La pérdida total en un turno de trabajo es de 1.796 plataformas (224.5 por hora máquina) que es aproximadamente lo que produciría la inyectora tres más la inyectora cinco en una jornada completa. El total de unidades dejadas de producir por paralizaciones, baja productividad o rechazos de calidad al

mes tendría un total de 35.935 unidades y representa un 53% de la producción esperada.

4.4.1 Costo- Beneficio de Equipo de Transporte

El uso de sistemas por vacío para la manipulación de cargas, no es usual en el Ecuador, a continuación un gráfico representa el potencial que tiene este sistema para ser utilizado para el transporte en lugar de la estiba manual que se está realizando tradicionalmente en la empresa.

FIGURA No. 44
UTILIZACIÓN DE SISTEMA POR VACÍO EN EL ECUADOR



Fuente: Investigación Propia
Elaboración: Lady Flores

Por los análisis realizados se concluye que existe una importante pérdida de productividad por un flujo no constante de materia prima en la inyección. Sin embargo se efectúa una corrida piloto experimental, asignando dos obreros adicionales en toda la jornada, para que aseguren un flujo continuo de materia prima y se obtenga un material muy bien secado, rotando las actividades de mezclado y estiba, las mismas que no decaigan por el agotamiento físico o el tedio de los obreros responsables, obteniendo los siguientes valores:

TABLA No. 14
CÁLCULO DE LA PRODUCTIVIDAD POR PRODUCTO CON CONTROL
DE ESTIBA - MEZCLA

CÁLCULO DE PRODUCTIVIDAD POR PRODUCTO CON CONTROL DE ESTIBA-MEZCLA							
Producto	Máquina	Unidades por Turno	Kg por turno	Plataforma/h .h.	Plataformah ora/máq.	kg/hora. Máquina.	kg/hora- hombre
Plataformas altas	Inyectora 1	412	247	25,8	51,5	30,9	15,5
Plataformas altas	Inyectora 2	529	307	33,1	66,1	38,4	19,2
Plataformas media altas	Inyectora 3	562	281	35,1	70,3	35,1	17,6
Plataformas media altas	Inyectora 4	665	313	41,6	83,1	39,1	19,5
Plataformas bajas	Inyectora 5	716	308	44,8	89,5	38,5	19,2
Plataformas bajas	Inyectora 6	862	328	53,9	107,8	40,9	20,5

Fuente: Investigación Propia

Elaboración: Lady Flores

Se obtienen los nuevos valores de forma experimental, como si ya se hubiera implementado el uso del equipo que realice el transporte de material a todas las máquinas inyectoras.

TABLA No. 15
PRODUCTIVIDAD EXPERIMENTAL DE PLANTA

PRODUCTIVIDAD EXPERIMENTAL DE PLANTA				
Máquina	Producción Esperada	Producción experimental	Unid. No producidas	Indice productividad
Inyectora 1	576	412	164	71,5%
Inyectora 2	720	529	191	73,5%
Inyectora 3	758	562	196	74,2%
Inyectora 4	900	665	235	73,9%
Inyectora 5	1.029	716	313	69,6%
Inyectora 6	1.200	862	338	71,8%

Fuente: Investigación Propia

Elaboración: Lady Flores

Todos estos valores se refieren a plataformas producidas en un turno de 8 horas. Los valores obtenidos de productividad y el incremento en las unidades por turno se indican en el siguiente cuadro.

TABLA No. 16
INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD

INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD					
Máquina	Indice Productividad inicial	Indice Productividad Final	Incremento Productividad	Unid. Diarias Adicionales producidas	Unid. mensuales Adicionales producidas
Inyectora 1	64,41%	71,53%	7,12%	41	809
Inyectora 2	67,50%	73,47%	5,97%	43	864
Inyectora 3	67,03%	74,15%	7,12%	54	1.081
Inyectora 4	65,56%	73,89%	8,33%	75	1.508
Inyectora 5	62,13%	69,61%	7,49%	77	1.533
Inyectora 6	66,00%	71,83%	5,83%	70	1.393

Fuente: Investigación Propia
Elaboración: Lady Flores

Los valores adicionales de producción son muy importantes, si se consideran para un periodo de producción mensual. Si deseáramos calcular los nuevos índices de productividad esperados y el consumo de materiales tendríamos los siguientes valores para un turno de ocho horas de trabajo.

TABLA 17
PRODUCTIVIDAD CON EQUIPO DE TRANSPORTE

PRODUCTIVIDAD CON EQUIPO DE TRANSPORTE							
Producto	Máquina	Unidades por Turno	Kg por turno	Plataforma /h.h.	Plataforma hora/máq.	kg/hora. Máquina.	kg/hora-hombre
Plataformas altas	Inyectora 1	412	247	25,8	51,5	30,9	15,5
Plataformas altas	Inyectora 2	529	307	33,1	66,1	38,4	19,2
Plataformas media altas	Inyectora 3	562	281	35,1	70,3	35,1	17,6
Plataformas media altas	Inyectora 4	665	313	41,6	83,1	39,1	19,5
Plataformas bajas	Inyectora 5	716	308	44,8	89,5	38,5	19,2
Plataformas bajas	Inyectora 6	862	328	53,9	107,8	40,9	20,5

Fuente: Investigación Propia
Elaboración: Lady Flores

Esto respalda la inversión en un equipo que asegure el suministro de material en todas las líneas, con lo cual se logra una continuidad en el proceso y la reducción de producto rechazado por mal inyectado y poros en la superficie. Además de la reducción del personal de ayudantes en cada máquina, pues en la actualidad se asigna un ayudante por máquina.

TABLA No. 18

CÁLCULO PARA EL PAGO DE LA AMORTIZACIÓN

Proyecto Equipo para Transporte de Material

Oferente	Repraser					
Cliente	Plastishoes					
Representante Legal	Lady Flores					
Garantía	Títulos de Empresa / Mercado					
Tasa de interés	8,00%	Anual				
Periodos	60,00	Meses				
Valor préstamo	18.500	Dólar			79%	
Aporte Accionista	5.000	Dólar			21%	
Monto Requerido	23.500	Dólar			100%	
Objetivo	Uso en Capital : Planta fabrica de cepillos					
		INTERES	CAPITAL	AMORTIZACIÓN	SALDO INSOLUTO	
1	18.500	123	252	375		18.248
2	18.248	122	253	375		17.995
3	17.995	120	255	375		17.740
4	17.740	118	257	375		17.483
5	17.483	117	259	375		17.224
6	17.224	115	260	375		16.964
7	16.964	113	262	375		16.702
8	16.702	111	264	375		16.438
9	16.438	110	266	375		16.173
10	16.173	108	267	375		15.905
11	15.905	106	269	375		15.636
12	15.636	104	271	375		15.365
13	15.365	102	273	375		15.093
14	15.093	101	274	375		14.818
15	14.818	99	276	375		14.542
16	14.542	97	278	375		14.264
17	14.264	95	280	375		13.984
18	13.984	93	282	375		13.702
19	13.702	91	284	375		13.418
20	13.418	89	286	375		13.132
21	13.132	88	288	375		12.845
22	12.845	86	289	375		12.555
23	12.555	84	291	375		12.264
24	12.264	82	293	375		11.971
25	11.971	80	295	375		11.675
26	11.675	78	297	375		11.378
27	11.378	76	299	375		11.079
28	11.079	74	301	375		10.777
29	10.777	72	303	375		10.474
30	10.474	70	305	375		10.169
31	10.169	68	307	375		9.862
32	9.862	66	309	375		9.552
33	9.552	64	311	375		9.241
34	9.241	62	314	375		8.927
35	8.927	60	316	375		8.612
36	8.612	57	318	375		8.294
37	8.294	55	320	375		7.974
38	7.974	53	322	375		7.652
39	7.652	51	324	375		7.328
40	7.328	49	326	375		7.002
41	7.002	47	328	375		6.673
42	6.673	44	331	375		6.343
43	6.343	42	333	375		6.010
44	6.010	40	335	375		5.675
45	5.675	38	337	375		5.338
46	5.338	36	340	375		4.998
47	4.998	33	342	375		4.656
48	4.656	31	344	375		4.312
49	4.312	29	346	375		3.966
50	3.966	26	349	375		3.617
51	3.617	24	351	375		3.266
52	3.266	22	353	375		2.913
53	2.913	19	356	375		2.557
54	2.557	17	358	375		2.199
55	2.199	15	360	375		1.839
56	1.839	12	363	375		1.476
57	1.476	10	365	375		1.111
58	1.111	7	368	375		743
59	743	5	370	375		373
60	373	2	373	375		0
		4.007	18.500	22.507		

Fuente: Investigación Propia
Elaboración: Lady Flores

En el cuadro anterior se muestra el cuadro del cálculo para el pago de la amortización de la inversión por la compra de un equipo de transporte por vacío.

Los valores de amortización son muy bajos, y rempazan fácilmente el sueldo de un obrero al mes.

Se realiza el análisis de costo beneficio comparando los ingresos esperados anuales contra los gastos por el proyecto de inversión y obtenemos el flujo de caja.

TABLA No. 19
INDICADORES FINANCIEROS

INDICADORES FINANCIEROS								
FLUJO NETO DE EFECTIVO								
Año de operación	Ingresos totales*	Inversiones para el proyecto				Valor de Rescate		Flujo Neto de Efectivo
		Egresos totales	Fija	Diferida	Cap de trab.	Valor Residual	Recup. De cap. De Trab.	
0			5.000,00	18.500,00	30.000,00			-53.500,00
1	224.000,00	168.000,00						56.000,00
2	251.000,00	188.250,00						62.750,00
3	278.000,00	222.400,00						55.600,00
4	298.000,00	253.300,00						44.700,00
5	351.000,00	298.350,00				5.000	25.000	82.650,00

Fuente: Investigación Propia
Elaboración: Lady Flores

Con estos valores podremos calcular la tasa interna de retorno (TIR) y el Valor actual neto (VAN), cálculo que se encuentra esquematizado en la tabla número 20.

TABLA No. 20
CÁLCULO DEL VAN, RELACIÓN COSTO BENEFICIO Y TIR

CALCULO DEL VAN, R B/C Y TIR CON UNA TASA DE DESCUENTO DEL 10%

Año de operación	Costos totales (\$)	Beneficios totales (\$)	Factor de actualización 10,0%	Costos actualizados (\$)	Beneficios actualizados (\$)	Flujo neto de efectivo act. (\$)
0	53.500	0	1,000	53.500,00	0,00	-53.500,00
1	168.000	224.000	0,909	152.727,27	203.636,36	50.909,09
2	188.250	251.000	0,826	155.578,51	207.438,02	51.859,50
3	222.400	278.000	0,751	167.092,41	208.865,51	41.773,10
4	253.300	298.000	0,683	173.007,31	203.538,01	30.530,70
5	298.350	381.000	0,621	185.251,88	236.571,02	51.319,15
Total	885.450	1.432.000		887.157,38	1.060.048,93	172.891,55

Los indicadores financieros que arroja el proyecto son:

VAN=	172.891,55	Se acepta
TIR =	105,03%	Se acepta
B/C =	1,19	Se acepta

Fuente: Investigación Propia
Elaboración: Lady Flores

Se obtiene una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 105. % y un Valor Actual Neto (VAN) superior a cero con \$172,891.55. Los valores experimentales de producción en cuanto a su productividad aseguran perfectamente la inversión. En nuestro caso de estudio. Las plataformas son entregadas por producción bajo pedido es decir no existe producto para inventario. Existe una demanda insatisfecha que puede ser muy bien aprovechada y mejorar el crecimiento de la empresa.

4.5 Conclusiones y Recomendaciones

Luego de haber realizado este trabajo de investigación, se concluye que aún las labores logísticas de transporte y estiba pueden influir grandemente en la productividad en una planta industrial, sin importar el tamaño de la misma.

Una vez iniciado el proceso, los Administradores se centran en el control de los parámetros de los procesos y cumplir con las normas de calidad, pero por lo general se buscan las causas en el mismo proceso que presenta el problema, en nuestro caso, una labor aparentemente fácil y sin mayor control ocasiona un incremento notable en los defectos de calidad y un gran desperdicio de recursos y dinero debido a una baja productividad.

Esta tesis deja planteada la inversión en un equipo de transporte y justifica su compra por medio de los cálculos de la productividad. Facilita que los equipos funcionen a una mejor capacidad o desempeño además de incrementar la productividad se disminuyen los rechazos de calidad y los tiempos improductivos de llenado de material, secado de material y calentamiento del equipo. En lo posible estas actividades ahora pueden hacerse a la vez.

En casi todas las inyectoras se obtiene un incremento que va del 5.8% al 8.38% en la productividad y una reducción que se aproxima al 4% en los rechazos de calidad.

Es posible obtener resultados similares, asignando mayor personal a estas actividades manuales, con una adecuada rotación, pero siempre se corre el riesgo de causar lesiones y una alta deserción en los obreros, además del costo por los sueldos. En los cuadros de amortización se observa que los valores a pagar son muy bajos y la rentabilidad por incremento de la productividad es alta.

ANEXOS

ANEXO No. 1

Guayaquil, 7 de Agosto 2014

– COTIZACION N° 5932144/14-0617/1034-R3

SOLICITANTE: **INDUSTRIA PLASTISHOES, S. A.**

Dirección: Km. 7 ½ vía a Daule, Guayaquil
Ecuador

Teléfono: (593-4) 2 461-042

Fax: (593-4) 2 464-231

Celular:

Atn.: Ing. Carlos Flores Herrera

Email: ind.plastishoes@gmail.com

Sistema de manejo de sacos Planta inyección

Ítem	Unidad	Descripción
	1	Un (1) sistema completo e autónomo entre sí, para el manejo de cargas de sacos de PE-PP-PVC- pesos aproximados de 30 kg, c. u.
		Sistema de manejo por vacío, de la marca: SCHMALZ , modelo JUMBO SPRINT-45/SBL/HE2100/SG-65 SRA 43.0 x 8.0
		JUMBO SPRINT-45/SBL/HE2100/SG-65 SRA 35.0 x 8.0

Este sistema de ayuda al trabajador fue especialmente concebido por **SCHMALZ** para ofrecerle al obrero una manipulación segura de la carga que a diario este manejando; fue creado para evitar daños corporales que producen dolores que a la larga pueden tornarse crónicos (daños al esqueleto y/o a la musculatura del obrero).

El sistema garantiza que el trabajador no haga ningún tipo de esfuerzo durante su labor, toda la carga la soporta el equipo solamente, el cual es totalmente ergonómico en su manipulación. Este aparato es multi-funcional, apto para levantar y manipular una amplia gama de artículos, desde tambores, sacos, cajas de cartón, laminas, o todo lo que tenga una superficie plana e impermeable al aire y que esté en su peso bruto dentro de los límites de pesos establecidos por el fabricante y para el equipo específico que se haya adquirido, siempre y cuando que se esté utilizando lógicamente el cabezal succionador adecuado para la superficie y/o la carga que se quiera levantar con el equipo.

— Este equipo que se ofrece ahora y mediante la presente oferta, distinguida con el número **5932144/14-0617/1034-R3** se ofrece para levantar sacos, multi-plegos o de material plástico, con un peso no mayor de hasta inclusive 30 kg de peso bruto. SCHMALZ garantiza el buen funcionamiento de este equipo para el uso para el cual fue previamente diseñado

Nota: el equipo es de origen Alemán, con solo pocos accesorios de origen Europeo.
Este sistema consiste de :

- 1 1 **11.02.05.10124** uno (1) unidad, Soplador de
aire, presión negativa, **SCHMALZ**, modelo
SBL-220-520-DBV
- Potente unidad de soplado, con dos (2) amortiguadores de ruidos y su respectiva consola,
para el montaje al piso, pared o columna, como se prefiera.

Voltaje:	220/440V/3/60 Hz
Nivel de ruido:	72 dB(A)
Potencia:	4.8 kW
Protección:	IP-55
Transmisión de potencia:	Acoplamiento directo
Color:	Gris claro RAL-7035

- 2 1 **11.04.05.10128** una (1) unidad, guarda-motor
(SIEMENS) modelo **MSS-K-10.0-16.0A** de
seguridad para el motor, completo, con
cajetín.

- 3 1 **11.04.01.10233** una (1) unidades, manguera de suministro, modelo **VSL 58-50 12.0 PVC-PS (total 100 m)**

para sistema de manejo de carga JUMBOERGO/SPRINT hecho en PVC con espiral de giro, en color gris. Diámetro interno 50 mm, longitud

- 4 1 **11.04.03.10191** una (1) unidades, filtro para atrapar polvo fino, modelo **STF-60 P 4.5-SSD,**

con monitor de presión diferencial y alarma luminosa, hecho de material plástico, con elemento filtrante, cambiable, incluye sus fijaciones para el montaje a la pared

Nota :

considerando que la atmósfera del área en donde se va a instalar el equipo está fuertemente contaminado con partículas en suspensión, se ofrece y se recomienda este filtro especial, distinto al estándar normalmente utilizado para los equipos **SCHMALZ**

Con acople enroscable, de 2"

Capacidad filtrante: 4,5 m³/hr

Capacidad total de absorción: SAE-grueso 99,9 % SAE-fino 99,5 % (partículas de 3 micrones son atrapados por el filtro en un 99,9 %).

El uso de un filtro es para mantener en un 100% la eficiencia del sistema de manejo de carga y es imperativamente recomendado por el fabricante de este equipo.

- 5 1 **11.01.14.10193** una (1) unidad, de levantamiento para el modelo **JUMBO SPRINT- 45**, modelo **HE-45 – 2100-140**

Que consiste de:

Brida de acople, plana, descansada sobre balines, para infinitamente girar a 360° el cabezal

- de succión junto con su manguera de acople.

- Manguera de succión, construido en multi-capas, muy resistente construcción de manejo
- ergonómico (de operación fácil y libre de mantenimiento, de una sola manguera).

- Válvula de retención, de seguridad, para el manejo seguro de la carga aun cuando falte
- electricidad y no funcione el motor de vacío.

- Longitud de la manguera de alce: 3240 mm
- Longitud total, bloqueado: 894 mm
- Altura de alce: 2230 mm
- Altura mínima de alce: 220 mm
- Velocidad de levante: 0 a 70 m/min.
- Diámetro de la manguera de levante: 140 mm/ 154 cm²

- 6 1 **11.04.01.10187** una (1) unidad, manguera de protección para la unidad de levantamiento, material: nylon, color azul con logo – **SCHMALZ**

- 7 1 **11.01.15.10029** una (1) unidad, manubrio de operación **JUMBO SRINT- 45**, modelo **BE-45 250-S-STAR**
- Manubrio de operación: rígido
 - Distancia entre pomo de operación y mitad del cabezal de succión: 250 mm
 - Color del equipo: Esmalte RAL 7035 (gris claro)

- 8 1 **11.03.14.10109** una (1) unidad, ventosa de succión, especialmente concebida para levantar sacos, modelo **SG-65-85 E/S**, para el acople directo a la brida de la manguera de succión, no intercambiable.

- Longitud total: 360 mm
- Ancho total: 260 mm
- Altura total: 80 mm
- Sello labial: Marco de goma-espuma extrudida y formada en pletina

- 12 1 **14.01.03.99991** Una (1) unidad, grúa-puente, modelo **SRA-180/180**;
para la fijación a una estructura de acero,

peso de carga 50 kg, (el peso del equipo, i.e. el cabezal de succión, la manguera y el cable del control manual se han considerado aparte al peso de carga)

la fijación del grúa-puente:

- *el cálculo de la estática de la edificación corre por cuenta del interesado;*
- *la fijación del grúa-puente es responsabilidad del comprador*
- *la remoción de tubos u obstáculos que pudieran interferir en el buen funcionamiento del equipo, es obligación del usuario final del equipo*

-	Peso de carga:	50 kg
	Riel de aluminio especial “Easy-Run”	Modelo SRA 180
	Riel/travesaño especial “Easy-Run”	Modelo SRA 180
-	Longitud total, rieles fijos:	43000 mm
-	Longitud de la barra de soporte (travesaño):	8000 mm
-	Pista media:	39400 x 6800 mm
-	Distancia entre soportes:	5300 mm
-	Altura total del sistema con pernos de montaje:	561 mm
	Material del grúa/puente:	Aluminio
	Peso total del grúa-puente:	1129 kg
	Carga máxima, estática por elemento de suspensión:	3312 Newton

Incluye:

- 2 Rieles (pistas fijas)
- 2 Rieles – travesaños (o “barras locas” – móviles)
- 4 Troles de interconexión de la pista con los travesaños
- 2 Troles porta equipo SCHMALZ JUMBO-45
- 10 Bloqueadores de fin de carrera, de posición variable
- 8 Bloqueadores de fin de carrera, de posición fija
- 36 Trole porta-manguera,
- 4 Soportes fijos para manguera de succión
- 4 Conexión de enchufe, rectos Jumbo Sprint
- 18 Fijaciones de los rieles fijos a vigas de acero, ancho 50-150 mm
- 8 Tapas ciegas con logo SCHMALZ

- 12 1 **14.01.03.99991** Una (1) unidad, grúa-puente, modelo **SRA-180/180**;
para la fijación a una estructura de acero,

peso de carga 50 kg, (el peso del equipo, i.e. el cabezal de succión, la manguera y el cable del control manual se han considerado aparte al peso de carga)

la fijación del grúa-puente:

- *el cálculo de la estática de la edificación corre por cuenta del interesado;*
- *la fijación del grúa-puente es responsabilidad del comprador*
- *la remoción de tubos u obstáculos que pudieran interferir en el buen funcionamiento del equipo, es obligación del usuario final del equipo*

-	Peso de carga:	50 kg
	Riel de aluminio especial “Easy-Run”	Modelo SRA 180
	Riel/travesaño especial “Easy-Run”	Modelo SRA 180
-	Longitud total, rieles fijos:	35000 mm
-	Longitud de la barra de soporte (travesaño):	8000 mm
-	Pista media:	30200 x 6800 mm
-	Distancia entre soportes:	5300 mm
-	Altura total del sistema con pernos de montaje:	561 mm
	Material del grúa/puente:	Aluminio
	Peso total del grúa-puente: kg
	Carga máxima, estática por elemento de suspensión: Newton

Incluye:

- 2 Rieles (pistas fijas)
- 1 Riel – travesaño (o “barra loca” – móvil)
- 2 Troles de interconexión de la pista con los travesaños
- 1 Troles porta equipo SCHMALZ JUMBO-45
- 6 Bloqueadores de fin de carrera, de posición variable
- 6 Bloqueadores de fin de carrera, de posición fija
- 28 Trole porta-manguera,
- 2 Soportes fijos para manguera de succión
- 2 Conexión de enchufe, rectos Jumbo Sprint
- 14 Fijaciones de los rieles fijos a vigas de acero, ancho 50-150 mm

6 Tapas ciegas con logo SCHMALZ

Precio total fábrica, con todos los accesorios listados arriba, en EURO	\$22,533.00
--	--------------------

Notas complementaras al servicio de puesta en marcha:

El servicio de puesta en marcha, entrenamiento de operación y mantenimiento se está cotizando a continuación; empero, esta cotización se basa en los siguientes factores y variantes:

- * El precio de los materiales e insumos contemplados en la presente oferta están sujetos a posibles modificaciones para la fecha de adjudicación del contrato, por la fluctuación del Dólar,
- * El precio de esta cotización está sujeto a modificaciones de generarse un aumento salarial por disposiciones gubernamentales,

**Oferta de instalación, puesta en marcha y entrenamiento
del Personal:**

Por ofertar a petición del interesado

El precio para la instalación y puesta en
marcha contempla lo siguiente:

Instalación del pescante de aluminio,
suministrado por SCHMALZ

Que incluye:

- base para el generador de vacío,
hecho en acero al carbono,
esmaltado,
- instalación del pescante a una
estructura de acero, previamente
suministrada por el interesado,
- instalación del equipo de
levantamiento por vacío
SCHMALZ,
- ajuste (si es necesario) del equipo
SCHMALZ,
- puesta en marcha del equipo
SCHMALZ,
- entrenamiento del personal,
- distinción de los repuestos
entregados con el equipo.

Nota: tiempo contemplado para la
instalación, aproximadamente 24 horas,
laborales

Excluidos de esta oferta de instalación está:

- la instalación eléctrica del equipo,
- limpieza previa a la instalación,
- la remoción de partes y piezas para un buen funcionamiento del equipo,
- cambios en la estructura de la plataforma de trabajo,

Nota: se requiere del uso de un montacargas, el cual tiene que suplir el interesado sin costo
para el montador

Nota:

El código arancelario, armonizado internacionalmente de este equipo es el: **84.28.90.90**

Observaciones:

El equipo, para su fácil traslado hasta su destino final, será desarmado por el fabricante, y así se entregará al comprador.

Notas complementarias generales:

La firma SCHMALZ puede sugerir el uso de sus unidades para aplicaciones específicas. Esta sugerencia sin embargo no es garantía para su aplicación en países donde rigen otras normas, distintas a las normas europeas.

La responsabilidad para la selección y para el posterior uso de las unidades y sus componentes suministrados por SCHMALZ reposa exclusivamente en las decisiones del comprador y/o en el usuario del equipo. A él le compete consultar con las autoridades locales y/o con las instituciones competentes en materia de seguridad industrial, y/o a sus consultores internos de seguridad industrial, para el uso irrestricto del equipo en el ámbito para el cual fue solicitado. Los costos para tal examen y posterior liberación del equipo son de competencia del comprador.

Las garantías del fabricante son las que se estipulan en las Condiciones Generales de Venta y Entrega de la firma SCHMALZ GMBH – FÖRDER- UND HANDHABUNGSTECHNIK – anexas a esta oferta. Estas Condiciones Generales forman parte integrante de un eventual Contrato de Compra/Venta entre el fabricante y el comprador.

El lapso de esta garantía se limita a un (1) año, contado desde la fecha de la instalación del equipo en la planta del interesado, pero no más allá de tres semanas después del arribo de la mercancía al puerto de destino, cualquiera que sea la modalidad de transporte.

GARANTIAS DE SEGURIDAD EN EL MANEJO Y TRASLADO DEL EQUIPO

SCHMALZ está certificada bajo las normas DIN ISO 9001 y DIN ISO 14001

SCHMALZ cuenta con Diplomas de Excelencia, otorgados por la Sociedad Alemana de Fabricantes de Maquinaria.

SCHMALZ garantiza que el aparato ofrecido en esta cotización cumple con todas las Normas de Seguridad e Higiene de Trabajo conocidas en Europa y en la mayoría de las naciones industrializadas.

CE Declaraciones de seguridad – Directrices CE

- 98/37/EOF
- 89/336/EOF
- 73/23/EOF

Normas armonizadas

- EN 292-1/11.91 y EN 292-2/06.95
- EN 60204-1/11.98 y EN 1012-1/07.96
- EN 1012-2/07.96
- EN 294/08.92

Normas Nacionales

- DIN 45635.13
-

El aparato JUMBO fue construido de conformidad con los estándares de seguridad y ergonomía de vanguardia; el concepto básico de la tecnología detrás de esta unidad radica en facilitar al operario un trabajo sosegado en su medio ambiente laboral. Elimina la necesidad de utilizar la fuerza humana para levantar y mover cargas pesadas.

SCHMALZ garantiza que el aparato ofrecido en esta cotización se puede movilizar mediante el uso de la plataforma de montaje adecuado y un montacargas de palas, con una capacidad de levante no menor de 2500 kg brutos. Siempre y cuando se respeten las normas que dicte el fabricante del montacargas y que se vele por la seguridad interna en el lugar donde se tiene que mover el equipo, respetando posibles obstáculos aéreos y/o a nivel de piso, que puedan poner en peligro el traslado del aparato.

CONDICIONES GENERALES

Condiciones de Pago:	Carta de Crédito confirmada e irrevocable, a favor del fabricante J. SCHMALZ, GmbH, Glatten Alemania. El pago mediante Carta de Crédito tiene un recargo de EURO 300,00 O Remesa directa a la cuenta del fabricante, sin recargo adicional
Tiempo de Entrega:	2 a 3 semanas después del recibo de la Orden de Compra en firma y su correspondiente pago
Validez de la Oferta:	60 días de la fecha de esta cotización
Garantía del fabricante:	Ver notas complementarias arriba

BIBLIOGRAFÍA

Administración de Producción y Operaciones. Richard J. Hopeman.

Administración de la Producción y Operaciones. 10 edición. Chase – Jacobs -Aquilano. Mc Graw Hill.

Administración de Producción y Operaciones. Aquilano, R. (2000). . Mc Graw Hill. Pearson, Prentice Hall.

Administración y Dirección de la Producción, Ipinsa, F.D. (2002) Prentice Hall.

Calidad Total y Productividad. Mexico: Mc Graw Hill.

Diseño de máquinas, Prentice Hall, México, 1999. Norton Robert.

Evaluación de Riesgos Laborales, INSHT, Documento Divulgativo DD-014, 1995.

<http://www.bibliociencias.cu/gsd/collect/libros/index/assoc/HASH3a17.dir/doc.pdf>

Ingeniería Industrial – Métodos, Estándares y Diseño de Trabajo, Alfaomega, México, 2001. Niebel Benjamín, Freivalds Andris.

Innovación y Componentes en Vacío. Schmalz. Catálogo 2013 - 2014

Métodos y organización Industrial. R. de Lucas Ortuela. 3era Edición. Index.

Moldes y máquinas de Inyección para la transformación de Plásticos Tomo I Negri Bossi, Mc Graw Hill.

Moldes y máquinas de Inyección para la transformación de Plásticos Tomo II. Negri Bossi, Mc Graw Hill.

Metodología de la Investigación. Robert Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado, Pilar Baptista Lucio. Mc. Graw Hill.

Planificación de los Materiales. Wikipedia.

Productividad. Wikipedia. <http://es.wikipedia.org/wiki/Productividad>.

Sistemas Automatizados de Manipulación. Schmalz.