



# **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

## **CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

### **FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

#### **TEMA:**

---

**“ANÁLISIS DEL PROCESO DE ENVASADO DE JABÓN LÍQUIDO Y SU  
INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA DIDELSA”**

---

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

#### **Autor:**

Duque Pareja Milton Vinicio

#### **Tutora:**

Msc. Liliana Topón

Quito - Ecuador

2018

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutora del Informe de Tesis de tema: “ANÁLISIS DEL PROCESO DE ENVASADO DE JABÓN LÍQUIDO Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA DIDElsa” presentado por el estudiante Milton Vinicio Duque Pareja para optar por el Título de Ingeniero Industrial en la Universidad Tecnológica Indoamérica. Certifico que dicho Informe de Tesis ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, febrero 20 de 2018

Tutora:

.....

MSc. Liliana Topón. Ing.

C.I. 1721114187

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

Yo, Duque Pareja Milton Vinicio declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “ANÁLISIS DEL PROCESO DE ENVASADO DE JABÓN LÍQUIDO Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA DIDEISA” como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial, autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

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

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

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 15 días del mes de marzo de 2018, firmo conforme:

Autor: Vinicio Duque

Firma:

Número de Cédula: 1721150041

Dirección: Pomasqui barrió Santa Teresita Alta N2-269 y Fernando Corral

Correo Electrónico: [viniduke@ymail.com](mailto:viniduke@ymail.com)

Teléfono: 0998763185

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente informe de tesis, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, febrero 20 de 2018

El Autor:

.....

Duque Pareja Milton Vinicio  
C.I. 1721150041

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el informe de tesis, sobre el tema: “ANÁLISIS DEL PROCESO DE ENVASADO DE JABÓN LÍQUIDO Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA DIDELSA” del estudiante Duque Pareja Milton Vinicio, de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica Indoamérica.

Quito, marzo 24 de 2018

Para constancia firman:

**TRIBUNAL DE GRADO**

F.....

**PRESIDENTE**

F.....

**VOCAL 1**

F.....

**VOCAL 2**

## **DEDICATORIA**

A mi Madre que siempre me brinda consejos, apoyo y buenos momentos para sacarme adelante, en especial a mi novia Pakarina que siempre me estuvo empujando y motivándome para sacar esto adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Tecnológica Indoamérica,  
por sus profesores que siempre respaldan a  
los estudiantes en el camino del desarrollo  
intelectual.

A la Gerente General de Didelsa que me  
brindó la oportunidad de desarrollar el tema  
de investigación, recolectar información y  
me abrió las puertas de la empresa confiando  
en mis habilidades.

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO

|                                        |     |
|----------------------------------------|-----|
| APROBACION DEL AUTOR .....             | ii  |
| AUTORIZACION POR PARTE DEL TUTOR ..... | iii |
| DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....      | iv  |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO ..... | v   |
| DEDICATORIA .....                      | vi  |
| AGRADECIMIENTO .....                   | vii |
| RESUMEN EJECUTIVO .....                | xv  |
| ABSTRACT .....                         | xvi |
| INTRODUCCIÓN .....                     | 1   |
| CAPÍTULO I.....                        | 3   |
| EL PROBLEMA .....                      | 3   |
| Línea de investigación.....            | 10  |
| Planteamiento del problema.....        | 3   |
| Contextualización.....                 | 4   |
| Árbol de problemas .....               | 8   |
| Análisis critico .....                 | 9   |
| Prognosis .....                        | 9   |
| Formulación del problema .....         | 10  |
| Interrogantes de la investigación..... | 10  |
| Delimitación de la investigación.....  | 11  |
| Justificación.....                     | 12  |
| Objetivos .....                        | 14  |
| CAPÍTULO II .....                      | 15  |
| MARCO TEÓRICO.....                     | 15  |

|                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------|----|
| Antecedentes investigativos .....                                   | 15 |
| Fundamentación .....                                                | 19 |
| Fundamentación técnica.....                                         | 19 |
| Fundamentación legal .....                                          | 22 |
| Categorías fundamentales .....                                      | 25 |
| Marco Conceptual .....                                              | 28 |
| Pregunta directriz .....                                            | 39 |
| Hipótesis.....                                                      | 39 |
| Señalamiento de variables.....                                      | 39 |
| CAPÍTULO III.....                                                   | 40 |
| METODOLOGÍA .....                                                   | 40 |
| Enfoque .....                                                       | 40 |
| Definición de investigación cuantitativa.....                       | 40 |
| Modalidad de la investigación .....                                 | 41 |
| Bibliográfica – documental .....                                    | 41 |
| De Campo .....                                                      | 42 |
| Tipo de investigación .....                                         | 42 |
| Niveles de la investigación.....                                    | 43 |
| Asociación de variables.....                                        | 43 |
| Población y muestra .....                                           | 46 |
| Recolección de la información.....                                  | 47 |
| CAPÍTULO IV.....                                                    | 49 |
| ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y SITUACIÓN<br>ACTUAL ..... | 49 |
| Situación Actual.....                                               | 49 |

|                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------|-----|
| Análisis de resultados de encuestas y observación del investigador..... | 76  |
| Verificación de hipótesis.....                                          | 76  |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....                 | 81  |
| Conclusiones .....                                                      | 81  |
| Recomendaciones.....                                                    | 81  |
| CAPÍTULO V .....                                                        | 82  |
| PROPUESTA.....                                                          | 82  |
| Título .....                                                            | 82  |
| Datos informativos .....                                                | 82  |
| Antecedentes de la propuesta .....                                      | 84  |
| Justificación de la propuesta .....                                     | 85  |
| Técnica .....                                                           | 86  |
| Económica.....                                                          | 86  |
| Objetivos .....                                                         | 85  |
| Objetivo general.....                                                   | 85  |
| Objetivos específicos .....                                             | 85  |
| Desarrollo de la propuesta.....                                         | 87  |
| Factibilidad.....                                                       | 87  |
| Hoja de ruta crítica .....                                              | 88  |
| Estudio de ingeniería básica.....                                       | 91  |
| Beneficios de la propuesta .....                                        | 110 |
| Impacto ambiental y financiero.....                                     | 112 |
| Bibliografía .....                                                      | 122 |
| Anexos .....                                                            | 125 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1 Crecimiento mundial de jabón líquido.....                    | 5  |
| Tabla 2 Consumo nacional de jabón líquido.....                       | 6  |
| Tabla 3 Producción jabón líquido Didelsa .....                       | 7  |
| Tabla 4 Operacionalización variable independiente .....              | 44 |
| Tabla 5 Operacionalización variable dependiente .....                | 45 |
| Tabla 6 Detalle personal Didelsa .....                               | 46 |
| Tabla 7 Plan de recolección de información .....                     | 47 |
| Tabla 8 Características tolva .....                                  | 52 |
| Tabla 9 Características lavado y secado de botellas .....            | 53 |
| Tabla 10 Características envasadora .....                            | 54 |
| Tabla 11 Características etiquetadora .....                          | 55 |
| Tabla 12 Información proceso de envasado de jabón líquido.....       | 56 |
| Tabla 13 Tiempos promedio proceso de envasado de jabón líquido ..... | 57 |
| Tabla 14 Análisis del cuello de botella .....                        | 58 |
| Tabla 15 Información producción.....                                 | 60 |
| Tabla 16 Cuestionario .....                                          | 63 |
| Tabla 17 Información pregunta no. 1 .....                            | 65 |
| Tabla 18 Información pregunta no. 2.....                             | 66 |
| Tabla 19 Información pregunta no. 3.....                             | 68 |
| Tabla 20 Información pregunta no. 4.....                             | 69 |
| Tabla 21 Información pregunta no. 5.....                             | 71 |
| Tabla 22 Información pregunta no. 6.....                             | 73 |
| Tabla 23 Información pregunta no. 7.....                             | 74 |
| Tabla 24 Variables referenciadas .....                               | 77 |

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 25 Frecuencia observada Chi - Cuadrado .....             | 77  |
| Tabla 26 Calculo Chi – Cuadrado .....                          | 78  |
| Tabla 27 Verificación Chi – Cuadrado teórico .....             | 79  |
| Tabla 28 Definición de Actividades.....                        | 89  |
| Tabla 29 Cronograma.....                                       | 90  |
| Tabla 30 Características técnicas Sensores .....               | 94  |
| Tabla 31 Características técnicas PLC´s .....                  | 96  |
| Tabla 32 Características técnicas Contactores .....            | 98  |
| Tabla 33 Características técnicas Disyuntores .....            | 100 |
| Tabla 34 Características técnicas Cilindros Doble Efecto ..... | 103 |
| Tabla 35 Producción requerida .....                            | 105 |
| Tabla 36 Variables de entradas y salidas .....                 | 107 |
| Tabla 37 Sistema moderno de envasado .....                     | 111 |
| Tabla 38 Costos maquinaria de automatización.....              | 113 |
| Tabla 39 Consumibles de instalación y mantenimiento.....       | 114 |
| Tabla 40 Varios .....                                          | 115 |
| Tabla 41 Costo total .....                                     | 115 |
| Tabla 42 Tabla de amortización anual .....                     | 116 |
| Tabla 43 VAN - TIR .....                                       | 118 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| Figura 1: Árbol de problemas .....                    | 8  |
| Figura 2: Ubicación georefenciada Didelsa .....       | 12 |
| Figura 3: Categorías fundamentales.....               | 25 |
| Figura 4: Constelación variable independiente .....   | 26 |
| Figura 5: Constelación variable dependiente .....     | 27 |
| Figura 6: Proceso de envasado.....                    | 29 |
| Figura 7: Productos Didelsa .....                     | 32 |
| Figura 8 : Relación productividad y rentabilidad..... | 35 |
| Figura 9: Investigación cuantitativa .....            | 41 |
| Figura 10: Diagrama de flujo proceso Didelsa .....    | 50 |
| Figura 11: Imagen tolva Didelsa .....                 | 51 |
| Figura 12: Capacidad sistema productivo Didelsa.....  | 59 |
| Figura 13: Pregunta no. 1 .....                       | 65 |
| Figura 14: Pregunta no. 2.....                        | 67 |
| Figura 15: Pregunta no. 3.....                        | 68 |
| Figura 16: Pregunta no. 4.....                        | 70 |
| Figura 17: Pregunta no. 5.....                        | 72 |
| Figura 18: Pregunta no. 6.....                        | 73 |
| Figura 19: Pregunta no. 7.....                        | 75 |
| Figura 20: Ubicación georefenciada Didelsa .....      | 83 |
| Figura 21: Productos Didelsa .....                    | 84 |
| Figura 22: Ruta crítica del plan de mejora .....      | 88 |
| Figura 23: Envasadora actual .....                    | 92 |
| Figura 24: Banda transportadora.....                  | 93 |

|                                                         |     |
|---------------------------------------------------------|-----|
| Figura 25: Sensor Sick 110 VAC retroreflectivo .....    | 95  |
| Figura 26: PLC Siemens Logo .....                       | 97  |
| Figura 27: Contactor Sassin .....                       | 99  |
| Figura 28: Interruptor diferencial ABB.....             | 100 |
| Figura 29: Tablero de control.....                      | 102 |
| Figura 30: Cilindro doble efecto .....                  | 103 |
| Figura 31: Diagrama de control .....                    | 106 |
| Figura 32: Circuito neumático cilindros .....           | 109 |
| Figura 33: Sistema de envasado mejorado de Didelsa..... | 110 |

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA**  
**INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:** “ANÁLISIS DEL PROCESO DE ENVASADO DE JABÓN LÍQUIDO  
Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA DIDELSA”

**AUTOR:** Milton Vinicio Duque Pareja

**TUTORA:** MSc. Liliana Topón. Ing.

**RESUMEN EJECUTIVO**

En el siguiente documento se expone el control de un proceso industrial como factor importante en el ámbito de la Ingeniería Industrial, desarrollando conceptos sistemas de medición de líquidos, control industrial y la definición de utilización de equipos y máquinas en sistemas productivos. En el desarrollo de la investigación se verifica mediante la toman tiempos de producción cada actividad del proceso, las personas que intervienen, la materia prima utilizada y se analizan aspectos importantes de su sistema, analizando que el cuello de botella es el sub proceso de envasado debido a su poca capacidad de procesamiento, de la cual fusiona de forma manual lo que causa retrasos en los pedidos, además los equipos que dispone actualmente la empresa Didelsa tienen 10 años de antigüedad, la cual causa demoras, afectando directamente a la productividad que se encuentra en un 71% basada en indicadores. Al final, después de la comprobación de las actividades, análisis e interpretación de datos recolectados y tabulados se establece un plan de mejora basado en la automatización del proceso manual de envasado con el objetivo de rediseñar e industrializar la máquina dosificadora de jabón líquido para optimizar el proceso de llenado de Didelsa y así incrementar la productividad.

**DESCRIPTORES:** Productividad, Análisis de envasado, Procesos, Didelsa, Jabón líquido.

**TECHNOLOGICAL UNIVERSITY INDOAMERICA**

**FACULTY OF ENGINEERING AND INFORMATION AND  
COMMUNICATION TECHNOLOGIES**

**INDUSTRIAL ENGINEERING CAREER**

**THEME:** “ANALYSIS OF PROCESS OF PACKAGING LIQUID SOAP AND  
ITS INCIDENCE IN THE PRODUCTIVITY OF THE COMPANY DIDELSA”

**AUTHOR:** Milton Vinicio Duque Pareja

**TEACHER:** MSc. Liliana Topón

**ABSTRACT**

In the following document, the control of industrial process is exposed as an important factor in the field of industrial engineering, as concepts of liquid measurement systems, industrial control and the definition of equipment and production systems use. In the development of research is verified by taking production times each activity of the process, the people involved, the raw material is used and analyzed the most important aspects of their system, analyzing the bottleneck in the secondary process of packaging at its low processing capacity, of which manual fusion which causes delays in orders, in addition to the equipment currently offered by the company Didelsa is 10 years old, which causes demography, directly affecting productivity It is 71% based on indicators. In the end, after checking the activities, analysis and interpretation of data collected and tabulated, an improvement plan is established based on the automation of the manual packaging process with the aim of redesigning and industrializing the liquid soap dispensing machine to optimize the filling process of Didelsa and thus increase productivity.

**KEY WORDS:** Productivity, Analysis of packaging, Process, Didelsa, Liquid soap.

## **INTRODUCCIÓN**

El presente documento que expone la investigación “Análisis del proceso de envasado de jabón líquido y su incidencia en la productividad de la empresa Didelsa” realizada en el área de producción de envases se compone de los capítulos mencionados a continuación:

CAPÍTULO I: El Problema, detalla el planteamiento de la investigación con el análisis macro, meso y micro; se elabora el árbol de problemas con sus respectivas causas y efectos que inciden, se justifica el estudio y se plantea los objetivos a desarrollar a lo largo del presente trabajo.

CAPÍTULO II: Marco Teórico, este capítulo expone los antecedentes investigativos como referencia de trabajos similares, la fundamentación y el respaldo documental sobre la base bibliográfica teórica investigada que brinda soporte al documento, finalmente también se detalla la hipótesis y los términos de referencia de la investigación.

CAPÍTULO III: Metodología, desarrolla la modalidad y tipo de investigación donde se enmarca el presente trabajo, establece la variable dependiente e independiente mediante la operacionalización de las mismas y detalla el plan de levantamiento de información conforme la sistematización de la información adquirida en campo.

CAPÍTULO IV: Análisis e interpretación de resultados y situación actual, en este capítulo se desarrolla el estudio y explicación de toda la información recolectada mediante la toma de tiempos del sistema de envasado, datos históricos

de producción y cuestionarios levantados para determinar la situación actual de Didelsa, todo este procesamiento realizado con el soporte de gráficos estadísticos y tablas de registro de datos. Además se desarrolla las conclusiones y recomendaciones de la investigación que son basadas en los objetivos planteados en el inicio del documento.

CAPÍTULO V: Propuesta, es el último capítulo de documento que explica la solución planteada a la investigación mediante los análisis de los problemas detectados de forma estructurada en un diagrama de flujo, además se elabora la hoja de ruta, objetivos, justificación y alcance de mejoras. En este capítulo se promovió el cambio de tecnología en el subproceso de envasado por un sistema automático para regular la capacidad y agilizar el despacho de producto.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

**Tema:** ANÁLISIS DEL PROCESO DE ENVASADO DE JABÓN LÍQUIDO Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA DIDELSA.

### **Planteamiento del problema**

En el área de envasado de la empresa Didelsa existen recurrentes problemas de retrasos de pedidos, el sistema productivo consiste en usar una envasadora con una boquilla de llenado de manera manual que genera pérdidas de tiempo, movimientos innecesarios, productos no conformes y desperdicios en la empresa.

Por lo expuesto, en la presente investigación se analiza el proceso de envasado de jabón líquido de la compañía para dar solución al problema y con el fin de mejorar la productividad de la empresa, permitiendo una solución estratégica para los diversos retrasos y fallas en el proceso; finalmente se menciona que obtener un aumento y mejora del proceso, a través del análisis de la línea favorece el desempeño en Didelsa.

## **Contextualización**

### **Macro**

Globalmente hoy en día las empresas debido a la fuerte competencia existente en el mercado, ven la necesidad de estar en constante cambio para mantenerse actualizadas conforme las exigencias, lo que lleva a un continuo análisis de productividad, eficiencia y eficacia buscando actualizar y mejorar sus procesos utilizando herramientas tecnológicas y la automatización.

Por esto, la meta de las empresas es siempre esforzarse para alcanzar con éxito la satisfacción del cliente y el aumento de su rentabilidad en base a las ventas, enfocándose en obtener de manera estructurada índices altos de productividad con la menor cantidad de los recursos utilizados y primordialmente sin afectar la calidad del producto.

El jabón líquido a nivel global existe desde hace varios años debido a su gran apertura en el mercado y su uso frecuente, es vendido por marcas multinacionales en gran parte de países mediante espaciosas plantas industriales con procesos modernos, un ejemplo de este mercado es la reconocida empresa Unilever, compañía que comercializa sus productos en Argentina, Colombia, Venezuela, Ecuador, Guatemala, El Salvador, Honduras y Costa Rica.

Con fecha 5 de mayo del 2017 mediante un comunicado Unilever afirmó que tuvo un volumen en ventas de jabón líquido en diversas presentaciones por USD 400 millones en el 2016 en Latinoamérica.

Tabla 1 Crecimiento mundial de jabón líquido

| <b>Año</b> | <b>Ventas de jabón líquido Unilever</b> | <b>Incremento anual [%]</b> |
|------------|-----------------------------------------|-----------------------------|
| 2012       | 153´260.000                             | -                           |
| 2013       | 203´651.000                             | 32                          |
| 2014       | 212´016.000                             | 4                           |
| 2015       | 300´055.000                             | 42                          |
| 2016       | 400´000.000                             | 33                          |

Fuente: Unilever. (2017).

Elaborado por: El Investigador

### **Meso**

En Ecuador actualmente las organizaciones asumen una conducta dirigida hacia el continuo mejoramiento de los procesos, dándole gran importancia a la productividad como sinónimo de rendimiento, localmente se atraviesa una difícil situación económica que afecta al sector industrial, trayendo como consecuencia bajos porcentajes de inversión afectando al crecimiento o el cierre de empresas.

Para mantenerse en igual similitud de condiciones de las grandes y modernas organizaciones, las industrias ecuatorianas buscan soluciones óptimas que solventen sus problemas, como por ejemplo a través de estudios que corrijan pérdidas de tiempo, fallas en actividades, desperdicios de productos, entre otros, con la finalidad de afianzar y mejorar los procesos industriales.

Nacionalmente existen empresas que proporcionan jabón líquido para el cuidado personal, por ejemplo el grupo multinacional Colgate-Palmolive se dedica a brindar este producto mediante procesos automatizados debido a su gran demanda, así también el Grupo Familia en Latacunga que simultáneamente ofrece todo tipo de jabón para uso casero e industrial, a continuación un grafico sobre las ventas registradas por la revista líderes de las principales empresas de este producto en el año 2017:

Tabla 2 Consumo nacional de jabón líquido

| <b>Jabón Líquido</b>          | <b>2017 [USD]</b> | <b>Representatividad [%]</b> |
|-------------------------------|-------------------|------------------------------|
| Colgate-Palmolive             | 9'000.000         | 29%                          |
| Grupo Familia                 | 7'000.000         | 23%                          |
| La Fabril S.A.                | 6'500.000         | 21%                          |
| Unilever Andina Ecuador S. A. | 5'000.000         | 16%                          |
| Industrias Ales C.A.          | 2'000.000         | 6%                           |
| Otras                         | 1'500.000         | 5%                           |

Fuente: Ekos – Guía de Negocios. (2018)

Elaborado por: El Investigador

## **Micro**

En Quito la empresa Didelsa requiere el análisis de la línea de productos para aseo humano y cuidado de la piel, debido a la pérdida de tiempo y de productos no conformes, actualmente dicha compañía tiene que asumir una

conducta competitiva a través del mejoramiento de sus procesos con la finalidad de satisfacer las necesidades y exigencias de los consumidores para beneficiar a la empresa y a colaboradores.

Al presente en Didelsa existen diversas áreas que durante los procesos productivos pueden ser mejorados, es así que con la existencia de problemas y fallas detectadas se abre la oportunidad de corregirlos con la finalidad de incrementar el desempeño de la empresa, el área más crítica es el envasado debido a problemas recurrentes que se verifican por pérdidas de tiempo en pedidos.

Así también la competencia directa en la ciudad del Distrito Metropolitano de Quito para Didelsa son empresas como AMC Ecuador Compañía con su producto Biohand jabón líquido, Jabonería Wilson que desde hace 5 años se dedica a la producción de jabón líquido mediante su línea denominada Misty, entre otras compañías pequeñas que generan el producto de manera artesanal.

Tabla 3 Producción jabón líquido Didelsa

| <b>Año</b> | <b>Promedio jabón líquido procesado por día</b> | <b>Incremento anual [%]</b> |
|------------|-------------------------------------------------|-----------------------------|
| 2013       | 500                                             | -                           |
| 2014       | 1.000                                           | 100                         |
| 2015       | 2.500                                           | 150                         |
| 2016       | 3.000                                           | 20                          |
| 2017       | 3.600                                           | 20                          |

Fuente: Ekos – Guía de Negocios. (2018).

Elaborado por: El Investigador

## Árbol de problemas

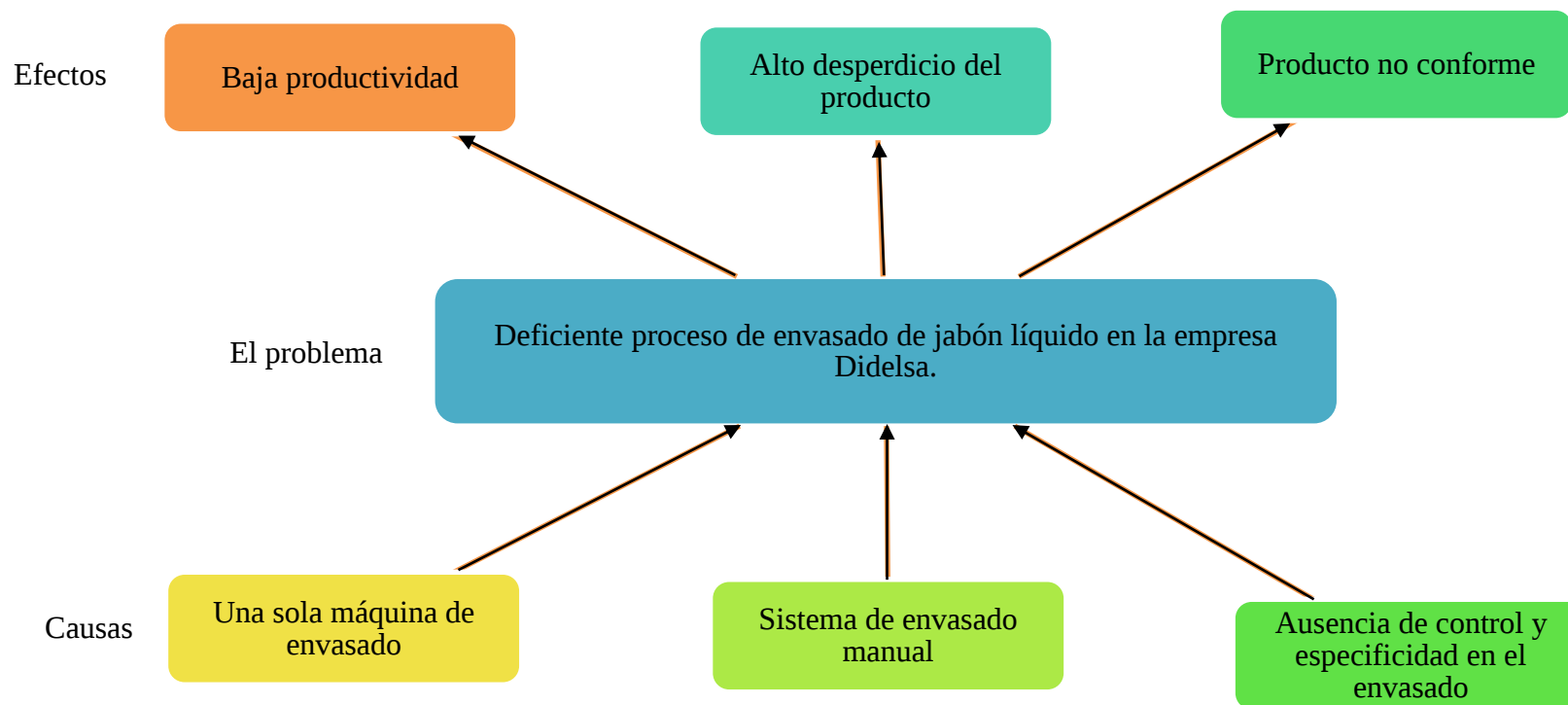


Figura 1: Árbol de problemas

Fuente: Observación directa

Elaborado por: El investigador

## **Análisis critico**

El sistema de envasado del jabón líquido es deficiente debido a que tiene una sola máquina de envasado la cual funciona mediante un controlador simple, este proceso anticuado hace que la máquina se caliente y que dependa mucho de la agilidad del operario, en tal virtud la productividad y eficiencia del proceso se vuelve baja y dependiente.

El tiempo para el dosificado del jabón líquido es lento debido al sistema de envasado manual, como se enuncia, el llenado de las botellas depende de la reducida eficiencia de la máquina para obtener el producto, la capacidad para controlar el paso del producto por las boquillas al envase es necesaria esta forma de trabajo actual representa para la empresa un alto desperdicio de producto debido a imprecisión del equipo.

El jabón líquido dosificado de forma manual proviene de la mezcla de materias primas para uso cosmético, es evidente entonces que la ausencia de control y especificidad en el envasado se refleja en la calidad del mismo, con la presencia de producto no conforme.

## **Prognosis**

De no dar solución al problema de investigación planteado, sobre el análisis del proceso de envasado de jabón líquido de la empresa Didelsa y su incidencia en la productividad se ocasionarán varios efectos negativos, entre ellos baja producción, pérdidas de tiempo en entregas establecidas hacia los clientes, desperdicio de producto e irregularidad en la calidad del jabón, todos estos

parámetros en conjunto representan pérdidas económicas y finalmente una imagen desfavorable para la compañía.

Además, de no tomar acciones al ineficiente proceso de envasado de jabón líquido se generaría una inconformidad en los puestos de trabajo al no existir el equipo necesario y adecuado.

### **Formulación del problema**

Del análisis del problema planteado surge como interrogante la siguiente pregunta, la cual se desarrolla a lo largo del trabajo de investigación.

¿Cómo mejorar el proceso de envasado de jabón líquido de la empresa Didelsa que incide en la productividad?

### **Línea de investigación**

Conforme las políticas y líneas de investigación vigentes de la Universidad Tecnológica Indoamérica este proyecto se sujeta a la Empresarialidad y Productividad siguiente:

**Empresarialidad y Productividad.-Esta línea de investigación se orienta por un lado al estudio de la capacidad de emprendimiento de la región, así como su entorno jurídico- empresarial; es decir, de re potenciación y la creación de nuevos negocios o industrias que ingresan al mercado con un componente de innovación. Por otro lado, el estudio de las empresas existentes en un mercado, en una región se enmarcara en la productividad de este tipo de empresas, los factores**

**que condicionan su productividad, la gestión de la calidad de las mismas, y que hace que estas empresas crezcan y sobrevivan en los mercados (Universidad Tecnológica Indoamérica, 2016).**

Esta línea de investigación como se muestra es de interés para estudiar aspectos como productividad, tiempos y movimientos, diversificación de la producción y temas afines, delimitando el ámbito de investigación del presente estudio, en el cual mediante un análisis de procesos se busca verificar la incidencia de la productividad en Didelsa.

### **Interrogantes de la investigación**

¿Cuáles son las causas que inciden en la eficiencia del proceso de envasado de jabón líquido de la empresa Didelsa ubicada en Quito?

¿Qué efecto tiene el proceso de envasado de jabón líquido de la empresa Didelsa ubicada en Quito sobre la productividad si se mantienen las condiciones actuales de esta línea?

¿Cuál es la vía para que el proceso de envasado de jabón líquido de la empresa Didelsa ubicada en Quito incida positivamente sobre la productividad?

### **Delimitación de la investigación**

|           |                                          |
|-----------|------------------------------------------|
| Línea     | Empresarialidad y productividad          |
| Sub línea | Programación de la producción industrial |
| Campo     | Ingeniería industrial                    |

|                         |                                                                                     |
|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| Área                    | Producción                                                                          |
| Aspecto                 | Proceso de envasado de jabón líquido                                                |
| Delimitación temporal   | Julio 2017 – enero 2018                                                             |
| Unidades de observación | Área de producción de la empresa Didelsa                                            |
| Delimitación espacial   | De los Pinos N54 y Av. Galo Plaza Lasso,<br>empresa Didelsa, Provincia de Pichincha |

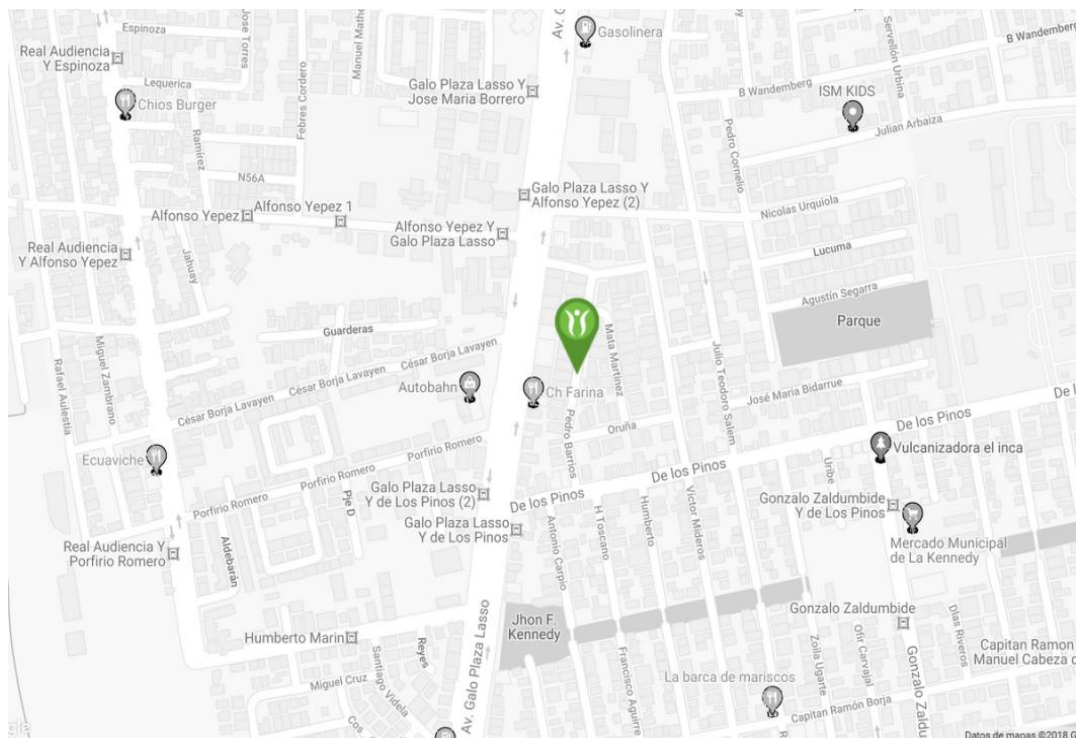


Figura 2: Ubicación georeferenciada Didelsa

Fuente: Google Earth. (2018).

Elaborado por: El investigador

## **Justificación**

El presente trabajo de investigación tiene importancia en la necesidad de asumir una considerada productividad de las empresas Ecuatorianas, Didelsa es una compañía que busca su crecimiento empresarial lo que es fundamental, para mantenerse en un mercado competitivo, por tal motivo es necesario incursionar en estrategias adecuadas que optimicen los recursos especialmente el talento humano.

El presente estudio es trascendente debido a que en el Ecuador existe un incremento del sector industrial ocasionando una competencia fuerte entre empresas, por tal motivo existen localmente empresas con bajos indicadores de productividad.

El actual estudio, permite el análisis de funcionamiento del sistema productivo de envasado, por tal razón esta investigación tiene una factibilidad de fondos viable debido a que tiene la colaboración de todos los funcionarios de la empresa, además de los conocimientos técnicos necesarios del investigador.

La investigación tiene originalidad debido a que busca el incremento de la productividad de un proceso específico en la empresa Didelsa, aplicando técnicas que ayuden a mejorar el proceso, controlando las perdidas y utilizando adecuadamente la mano de obra del área de envasado.

Así también, este estudio fundamenta un aporte con la misión y visión de Didelsa, analizando el proceso productivo de envasado para que la empresa lidere el mercado con sus productos para cuidado personal, además de contar con el

soporte de procesos que se sujetan a estándares de calidad para satisfacción y bienestar del consumidor.

Los beneficiarios son la compañía Didelsa ya que al mejorar el proceso de envasado de jabón líquido, se corrige un aspecto que brinda desarrollo y rentabilidad a la empresa, que se reflejará en utilidad para los trabajadores, además para la comunidad académica el presente estudio representa un beneficio documental ya que es una fuente de consulta para futuras disertaciones similares.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Analizar el proceso de envasado de jabón líquido y su incidencia en la productividad de la empresa Didelsa.

### **Objetivos específicos**

- Establecer la eficiencia del proceso de envasado de jabón líquido con el sistema actual en la empresa Didelsa.
- Determinar la productividad actual del proceso de envasado.
- Proponer mejoras del proceso de envasado de Didelsa con un mejor control, conforme a un análisis de Ingeniería.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **Antecedentes investigativos**

El presente estudio se fundamenta en tres (3) investigaciones realizadas sobre temas similares de la siguiente manera:

**Cunalata, E. (2013). “Control de tiempos y movimientos del proceso de pos cosecha para el mejoramiento de la productividad en la florícola nevado Ecuador”. Tesis de pregrado para obtener el título de Ingeniero Industrial. Universidad Tecnológica en Indoamérica, Quito, Ecuador.**

De la revisión bibliográfica realizada se encuentra el trabajo de grado por Edwin Mauricio Cunalata Ullco, el cual luego de su estudio concluye que:

**El actual nivel de productividad del proceso de Pos cosecha de la Florícola Nevado Ecuador de acuerdo es de 176 bunche /día con un rendimiento de planta del 67% siendo un rendimiento bajo que evidencia la inexistencia de un control de tiempos y movimientos (pág. 133).**

La metodología de interpretación de datos cuantitativa, el tipo de investigación de campo en la cual los aspectos que se considera para el control de tiempos y movimientos del proceso de pos cosecha en la empresa son la reducción de tiempos muertos mediante el establecimiento de un método desarrollado de control en la florícola con mejores estándares en los procesos.

Las alternativas de solución al problema planteado fue el diseño de estaciones de trabajo adecuadas que no ocasionen movimientos excesivos, asignación de tareas en base a la demanda requerida y formatos de control de tiempos y movimientos.

El aporte para este proyecto de investigación en Didelsa, es el requerimiento de eliminar los tiempos muertos, movimientos repetitivos e innecesarios que fatigan al trabajador, además el estudio de Edwin Cunalata sustenta una importante recomendación sobre estandarizar el tiempo hombre-máquina para realizar procesos de control de las actividades y crear estaciones de trabajo más eficientes.

Finalmente en dicho documento se identifican las causas que afectan el proceso de pos cosecha por esta razón se analizan las actividades que inciden antes de ingresar al ciclo productivo, a la presente investigación traza un camino aproximado de estudio para desarrollar el análisis del proceso de envasado de Didelsa.

**Jácome, F. (2013). “La gestión por procesos y su incidencia en el control y desarrollo productivo del sector florícola del cantón Pillaro”.**

**Tesis de pregrado para obtener el título de Ingeniero en Procesos.  
Universidad Tecnológica en Indoamérica, Ambato, Ecuador.**

Así también en la Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas existe el trabajo de grado elaborado por Fernando Marcelo Jácome Moya quien concluye que:

**En lo relacionado a los procesos que emplea el sector florícola un 81% clasifica y separa cada proceso, existiendo el conocimiento empírico de todos los actores del ciclo productivo pero no documentado o normado y estandarizado que sería lo óptimo (pág. 120).**

El objetivo de estudio de Fernando Jácome es el análisis de procesos de la producción de flores y su impacto en los niveles de ventas, debido a que esta empresa mantiene un bajo nivel de producción por la falta de gestión por procesos y una determinada metodología organizacional que permita facilidad de desempeño para el empleado.

Con la reubicación de ciertas personas en diferentes actividades, el control de los movimientos y la distancia en el transporte desde la cosecha de las flores se reduce tiempos incensarios de la producción incidiendo en la productividad del sector florícola del cantón Pillaro.

Para este documento investigativo aporta conocimientos como guía referencia el análisis de procesos para eliminar tiempos muertos y desperdicios ya que Fernando Jácome demuestra su estudio mediante un diagrama de proximidad, obteniendo así el aumento de productividad.

**Naranjo, H. (2013). “Baja producción de energía eléctrica por déficit de procesos estandarizados en las operaciones diarias del bloque 21 – Yuralpa, de la empresa Petroamazonas EP”. Tesis de pregrado para obtener el título de Ingeniero Industrial. Universidad Tecnológica en Indoamérica, Quito, Ecuador.**

El trabajo investigativo de Héctor Sebastián Naranjo determina las causas de la baja producción de energía eléctrica y las condiciones necesarias para mejorar la eficiencia de producción de la planta de generación del Bloque 21.

La investigación enfoca inicialmente la reducida productividad de energía eléctrica valiéndose de herramientas administrativas y la gestión de procesos. Posterior, Héctor Naranjo estructura un marco teórico y una pequeña reseña de los manuales, procesos y otros documentos utilizados en la planta para con esto, orientar principalmente el problema y resolverlo mediante un análisis técnico de varios factores; para el estudio se utiliza el enfoque cuantitativo y la modalidad de campo para recabar información, analizar e interpretar los resultados de manera ágil.

Finalmente se resuelve el problema mediante un plan de mejora que incorpora la calibración de sensores para incrementar la producción de energía eléctrica y una compilación de procedimientos de la planta de generación basados en un manual estructurado para el trabajo diario, como aporte a esta investigación se utiliza la misma modalidad y enfoque de investigación, además contribuye el análisis y gestión por procesos para comparar el sistema productivo industrial, así

también ofrece un contexto de estudio sobre la productividad como insumo referencial para este documento.

## **Fundamentación**

### **Fundamentación técnica**

El presente proyecto estará respaldado en varios documentos y normas técnicas científicas, como referencia se incluyen los siguientes:

#### **– Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE) 284**

Mediante Resolución no. 15 277, el 18 de septiembre de 2015 el Ministerio de Industrias y Productividad a través de la Subsecretaría de la Calidad emite el reglamento sobre “Cantidad de producto en pre envasado/pre empacados”, instrumento técnico que tiene el fin de buscar un justo equilibrio entre proveedores y consumidores.

Este reglamento es de carácter obligatorio para empresas dedicadas al envasado de productos como Didelsa, y su campo de aplicación es para envasados y empacados de fabricación nacional así como las importaciones que se comercializan en el Ecuador.

Además, el reglamento brinda planes de muestreo, métodos de prueba y procedimientos para utilizar en la verificación de la cantidad de producto.

– **Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad**

Es la ley emitida por el Ministerio de Industrias y Productividad del Ecuador que establece un marco legal para la calidad, regula principios que facilitan el cumplimiento de los derechos ciudadanos y empresariales relacionados con la seguridad de la producción y defensa del consumidor contra las prácticas engañosas y la corrección de estas prácticas.

El sistema ecuatoriano de la calidad establece principios de equidad, equivalencia, excelencia e información, todos estos valores con el fin de regular el funcionamiento de la promoción de la calidad y adoptar reglamentos y procedimientos que evalúen en conformidad los productos, bienes y servicios nacionales o importados.

– **Norma ISO 9001- 2015: Sistemas de Gestión de la Calidad**

Con última actualización esta norma en el año 2015 basa su desarrollo en sistemas de gestión de la calidad reconocida internacionalmente, este documento es un referente aplicable a cualquier organización independientemente de su tamaño y ubicación. Una de las principales fortalezas de la norma ISO 9001 es su gran atractivo al centrarse en los procesos y en la satisfacción del cliente en lugar de en procedimientos.

Con la norma ISO 9001 se genera una estrategia en la cual se proporciona la infraestructura, procedimientos, procesos y recursos necesarios para ayudar a una correcta eficiencia productiva, en este contexto esta norma sirve como camino inicial para evaluar el proceso de envasado de Didelsa.

– **Norma Técnica de Administración por Procesos emitido por la Secretaría Nacional de la Administración Pública (Snap)**

El Snap es el responsable local de establecer las políticas, metodologías de gestión y herramientas necesarias para el mejoramiento de la eficiencia en la Administración Pública, Institucional y demás, para lo cual emite lineamientos generales para el control, seguimiento y evaluación de la gestión institucional de planes, programas y proyectos en ejecución.

Esta norma se basa en los principios de evaluación permanente y mejora continua, en la eficiencia y optimización de recursos, estos dos principios juntos básicamente delinean una sostenibilidad y transparencia de actividades con el propósito de fomentar la productividad empresarial, para este estudio expone parámetros útiles para destacar el marco referencial del proyecto de investigación en Didelsa.

– **Norma BPM (Business Process Management)**

Se llama Gestión de Procesos de Negocio a la norma Business Process Management (BPM), es una metodología empresarial cuyo objetivo es mejorar la eficiencia a través de la gestión sistemática de los procesos con el fin de modelar, automatizar, integrar, monitorizar y optimizar de forma continua los procesos.

La administración y control de los procesos permite asegurar que las actividades se ejecuten eficientemente, y la obtención de información sea usada para la mejora continua, es a través de datos diarios de los procesos que se identifican posibles defectos y actúan sobre ellos para hacer su mejora.

La norma BPM se enfoca en la administración de los procesos a través del diseño y modelado de las actividades para lograr un mejor entendimiento de las empresas. Para este caso sirve como una oportunidad de mejorar los procesos reduciendo errores, asegurando que las actividades se comporten siempre de la misma manera y dando elementos que permitan visualizar su estado.

### **Fundamentación legal**

La base legal son los documentos que plantean alternativas de interpretación y comprensión de los fenómenos reglamentarios, seguido se nombran los más importantes:

#### **– Constitución de la República del Ecuador**

Capítulo cuarto sobre el sistema y política económica en el artículo número 284 tendrá entre los objetivos:

**Incentivar la producción nacional, la productividad y competitividad sistémica, la acumulación del conocimiento científico y tecnológico, la inserción estratégica en la economía mundial y las actividades productivas complementarias en la integración regional con el fin de mantener una desconcentración productiva (pág. 350).**

Además, relacionado a los sistemas productivos, la Constitución del República delinea las formas de organización de la producción y su gestión en el artículo siguiente:

**Art. 320.- En las diversas formas de organización de los procesos de producción se estimulará una gestión participativa, transparente y eficiente. La producción, en cualquiera de sus formas, se sujetará a principios y normas de calidad, sostenibilidad, productividad sistémica, valoración del trabajo y eficiencia económica y social (pág. 410).**

Como se muestra en estos dos artículos de la Constitución de la República, la ley define el régimen de los derechos y libertades de los ciudadanos para ejercer su trabajo en base a la conciencia del estado para que mediante las instituciones desarrollar empleo y rentabilidad local.

– **Código Orgánico de la Producción emitido por la Asamblea Nacional del Ecuador**

Este documento legal es para personas naturales, jurídicas y demás formas asociativas que desarrollen una actividad productiva, en cualquier parte del territorio nacional.

El ámbito de esta normativa abarca su aplicación sobre el proceso productivo en su conjunto, desde el aprovechamiento de los factores de producción, la transformación productiva, la distribución, el intercambio comercial, el consumo, el aprovechamiento de las externalidades positivas y políticas que desincentiven las externalidades negativas, además impulsa toda actividad productiva a nivel nacional, en todos sus niveles de desarrollo. En el artículo no. 4 del código se tiene:

**e. Generar un sistema integral para la innovación y el emprendimiento, para que la ciencia y tecnología potencien el cambio de la matriz productiva; y para contribuir a la construcción de una sociedad de propietarios, productores y emprendedores en un sistema productivo nacional amplio.**

**- Plan nacional del buen vivir 2017-2021**

Mediante una revolución productiva y económica se genera este documento que como objeto tiene administrar los recursos e invertir en la sociedad dando un estilo de vida digno en base a disposiciones, programas, proyectos e intervenciones de régimen de desarrollo.

El documento presenta nueve objetivos nacionales, agrupados en tres ejes: Derechos para todos durante toda la vida; Economía al servicio de la sociedad; y, Más sociedad, mejor Estado. Cada objetivo contiene políticas y metas a las cuales apunta el Gobierno Nacional.

La Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo (Senplades) como institución pública nombra que el apoyo al cambio de la matriz productiva es esencial para alcanzar el Ecuador del Buen Vivir, por lo tanto analizar temas empresariales y de bienestar laboral como el presente estudio que es un eje fundamental encajado a varios objetivos de este plan.

### Categorías fundamentales

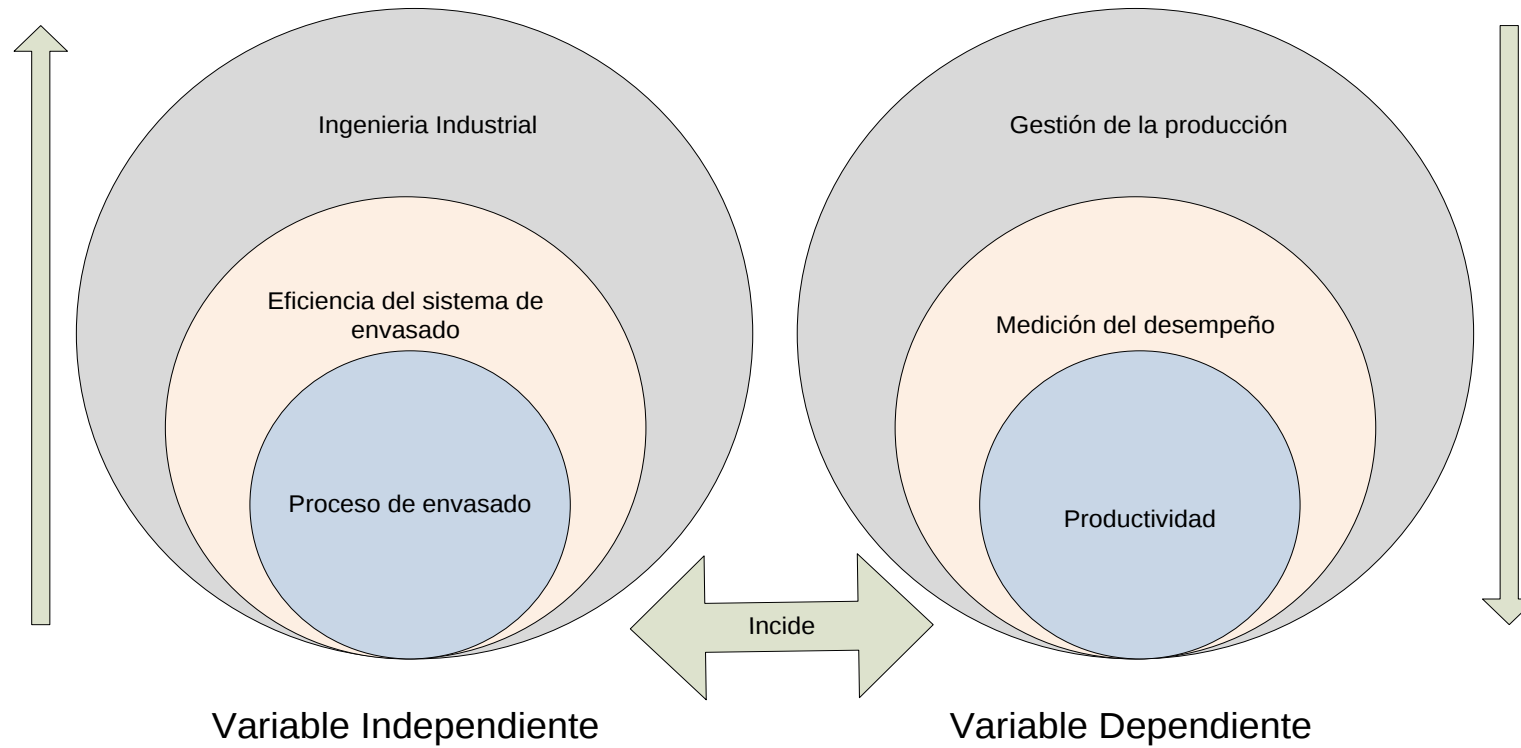


Figura 3: Categorías fundamentales

Fuente: Observación directa

Elaborado por: El investigador

## Constelación de ideas

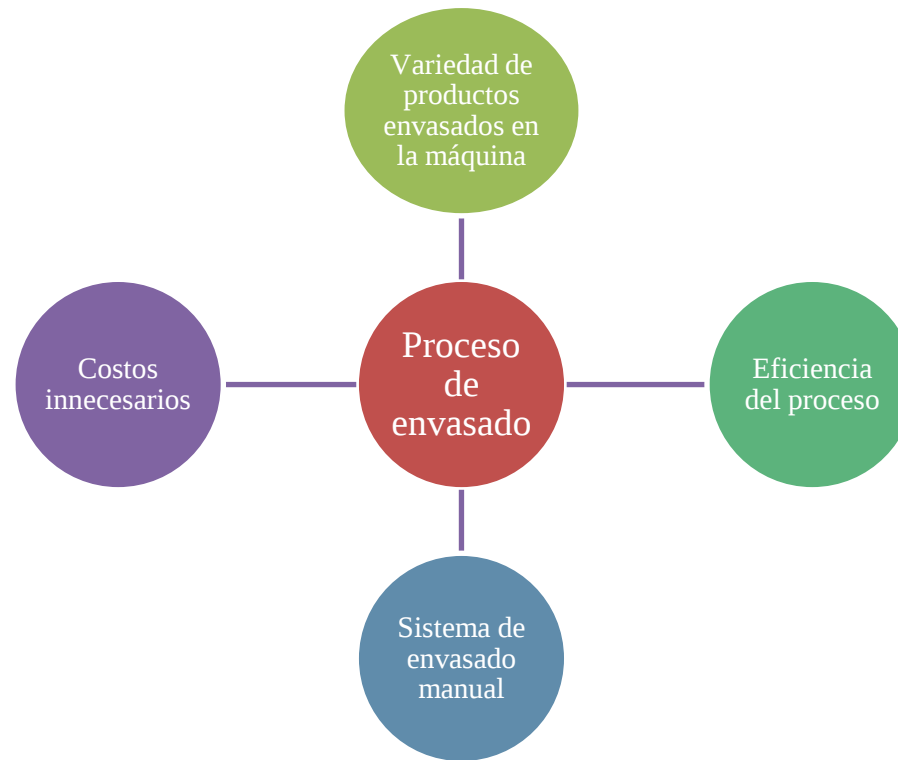


Figura 4: Constelación variable independiente

Fuente: Observación directa

Elaborado por: El investigador

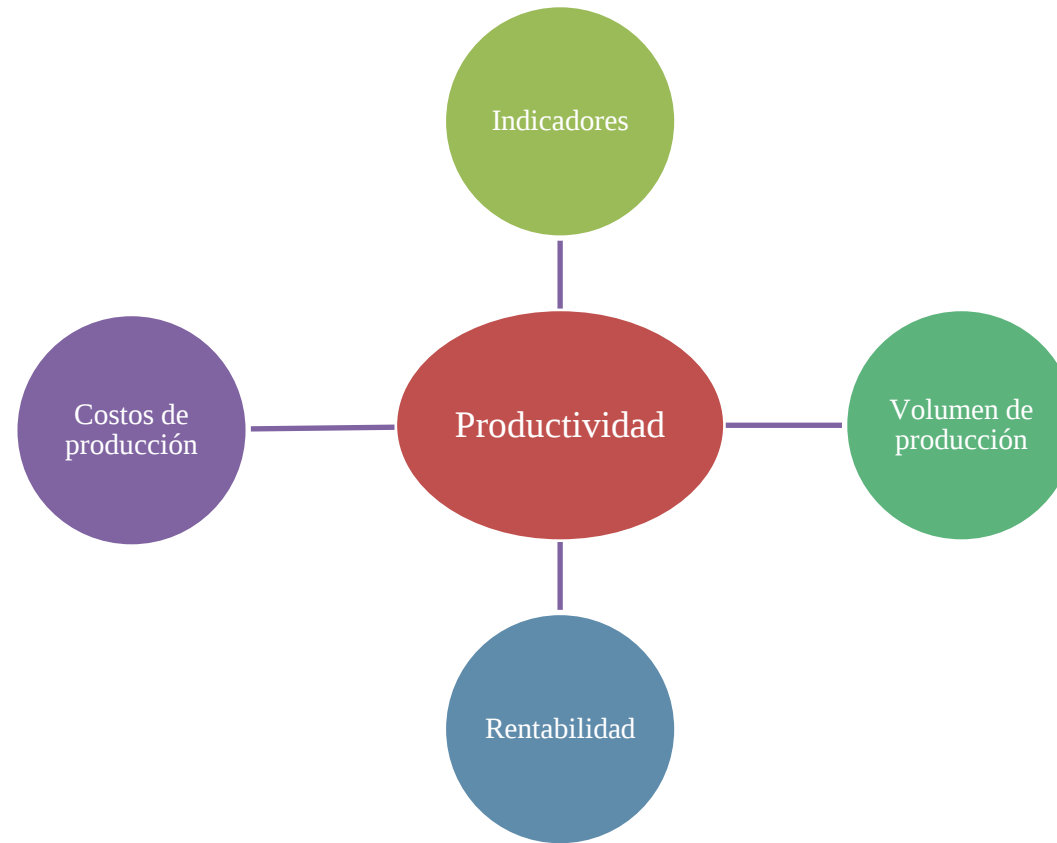


Figura 5: Constelación variable dependiente

Fuente: Observación directa

Elaborado por: El investigador

## **Marco Conceptual**

### **Categorías fundamentales variable independiente**

#### **Ingeniería Industrial**

Es la ciencia que desarrolla sistemas eficientes al interior de una empresa, organizando los recursos que intervienen en el proceso productivo: humanos, naturales, financieros.

El profesional de esta rama o ingeniero industrial elabora estratégicamente sistemas eficientes y optimiza sus procesos productivos mediante el orden, la simplificación y la claridad de objetivos para dominar las diversas actividades en la industria.

#### **Eficiencia del sistema de envasado**

Las líneas de producción actuales hacen que las actividades sean más rápidas, eficientes y aumenten su consistencia, lo que limita las posibilidades de error humano.

Verificar la eficiencia de los sistemas de envasado en diversas empresas ofrece valor al cliente porque proporciona ahorro de tiempo y mayor precisión, lo que afecta de forma positiva en la relación final con el cliente.

La eficiencia del sistema de envasado en Didelsa radica en verificar la cantidad de productos elaborados conforme los planificados, además de contrastar la evolución de las tecnologías para proponer mejoras al proceso.

## **Proceso de envasado**

Se conoce como proceso de envasado al uso de maquinaria industrial para las líneas de producción destinadas a la introducción de producto dentro de un frasco o recipiente, y en la mayoría de casos se calienta los líquidos a una temperatura que destruya los posibles microorganismos presentes

A la hora de seleccionar la maquinaria es fundamental contar con el producto a envasar como las necesidades de producción, según el proceso se escoge un tipo de equipamiento u otro conforme el nivel de automatización y la velocidad de la línea.



Figura 6: Proceso de envasado

Fuente: Jugos Ya

Elaborado por: El investigador

## **Eficiencia del proceso**

Las organizaciones industriales actualmente se encuentran en una constante búsqueda para mejorar los procesos productivos utilizando diferentes

recursos como apoyo, recursos que son cada día más importantes a medida que aumenta la producción y los avances tecnológicos detectando fallas como el desperdicio generado de un proceso productivo.

La alta competitividad que existe entre las empresas, conlleva al mejoramiento de sus procesos con el propósito de obtener mayor rendimiento de los recursos existentes y así aumentar su eficiencia.

En las fuentes consultadas sobre productividad se tiene como características proponer soluciones para mejorar los procesos de producción de las empresas, aplicando una serie de técnicas, métodos y herramientas de ingeniería, al momento las organizaciones buscan obtener un proceso productivo eficiente para aprovechar al máximo el beneficio de su producción, sin descuidar la calidad del producto ni la atención al cliente.

La mayoría de las empresas y las organizaciones toman conciencia ante la ineficiencia que representa las organizaciones departamentales, con sus nichos de poder ante los cambios, potenciando el concepto de proceso y de gestión por procesos con una visión de objetivos en el cliente.

### **Sistema de envasado manual**

Por definición el proceso de envasado es todo producto fabricado con materiales de cualquier naturaleza, que se utilice para Contener, Proteger, Manipular y Distribuir mercadería que tiene un especial cuidado, desde las materias primas hasta alimentos en cualquier fase de la cadena de fabricación, distribución y consumo.

Para analizar el sistema de envasado de Didelsa se necesitan de varios criterios, pero se informa y fundamenta que actualmente el proceso es de tipo manual mismo que a lo largo de la investigación determina la línea productiva en base a las capacidades técnicas, fiabilidad y confiabilidad de la maquinaria, aporte de personal, eficiencia de la máquina y demás termino técnicos.

### **Costos innecesarios**

Para competir en este ambiente globalizado, las empresas necesitan determinar cuánto cuesta fabricar sus productos o generar sus servicios. Al mismo tiempo, necesitan establecer adecuadamente precios de venta, conocer qué productos o servicios generan mayores rendimientos y requieren realizar proyecciones a futuro para ver las decisiones que se tomen y los resultados que se obtendrán en el futuro.

En las empresas la productividad es indispensable para evaluar el rendimiento, el crecimiento o reducción de la misma que indiquen su capacidad productiva utilizando todos sus recursos para obtener mejores beneficios, para esto, necesitan apoyarse en la información que generan sus sistemas contables.

Peter Drucker en el 2015 afirmó que cada empleado “debe concentrarse en el trabajo y la tarea, eliminando todos los costos innecesarios incrementando su rendimiento”.

En este sentido, es fundamental en cualquier sistema empresarial clasificar, analizar, acumular, controlar y asignar los costos correctamente a los procesos y actividades que se llevan a cabo en las organizaciones, no se trata sólo

de determinar cuánto cuesta algo, sino de una comprensión de los factores que generan costos como la calidad, el ciclo de vida de los productos, las innovaciones tecnológicas y los sistemas productivos, entre otros.

### **Variedad de productos envasados en la máquina**

Los productos de jabón líquido que son envasados en Didelsa son varios en referencia a esto, se tiene la línea cosmética solo para manos nombrada Ellim, Sary's que es jabón líquido para todo el cuerpo e Infem y Menlac que son de tipo íntimo. Los diferentes productos envasados representan original y diversificación e influyen en el mercado de ventas nacional con una buena acogida, a continuación una ilustración de las presentaciones de dichos jabones:



Figura 7: Productos Didelsa

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

La variedad de los productos envasados en la maquina actualmente trascienden con la promoción en sitios de redes sociales y sistemas de publicidad capaces de desglosar, explicar y promover cada marca que identifique a Didelsa.

## **Categorías fundamentales variable dependiente**

### **Gestión de la producción**

Es la ciencia que sirve para desempeñarse en empresas de bienes o servicios, tanto públicos como privados, en aspectos de conocer, comprender y analizar las actividades industriales mediante el desarrollo y emprendimiento de proyectos empresariales que contribuyen al adelanto del sector productivo.

Dicha rama de estudio además sirve para conocer y proponer sistemas en áreas funcionales de la organización mediante la aplicación de conocimientos y herramientas tecnológicas que contribuyan al mejoramiento de los sistemas productivos.

### **Medición del desempeño**

Una de las herramientas de la mejora industrial para mejorar la gestión es la medición del desempeño de los procesos, del personal y del sistema productivo global capturando datos de los mismos para transformar en información y determinar puntos de mejora.

La medición del desempeño es una actividad que no aporta valor por sí misma y necesita objetivos bien definidos y un plan para que efectúe mejoras; medir el desempeño implica desarrollar e implementar tecnologías para controlar la producción en las empresas de bienes y servicios, mejorando la productividad por razón de la ejecución de funciones como la planeación, organización, dirección y control de la producción.

## **Productividad**

Un término importante es la productividad, concepto que evalúa la capacidad del sistema para elaborar los productos que son requeridos y a la vez el grado en que se aprovechan los recursos utilizados, es decir, valor agregado, producir lo que el mercado (clientes) valora y hacerlo con el menor consumo de recursos.

La productividad está estrechamente relacionada con la calidad, ya que busca mejorar continuamente el proceso de una organización, requiriendo esfuerzos para adaptar las actividades económicas a condiciones cambiantes aplicando nuevas teorías y métodos, es decir hacer las cosas mejor hoy que ayer para así obtener productos de alta calidad y de gran competitividad en el mercado.

Según Juran, en aquellas empresas que miden la productividad la fórmula utilizada con frecuencia es:

$$P = \frac{\text{Número de unidades producidas}}{\text{Número de insumos}}$$

Esta fórmula se emplea en medianas, pequeñas y grandes empresas buscando la satisfacción del cliente.

Deming sostiene que al mejorar la calidad se produce una reacción en cadena con la productividad y la competitividad, la productividad mejora cuando la presión se hace sobre la calidad y no sobre la cantidad, ya que se cometen menos errores y equivocaciones, menos repeticiones de trabajos, disminuyendo también los costos y por ende se hace más competencia en el mercado.

## Volumen de producción

La producción de una empresa se mide en un determinado volumen; la diferencia entre el volumen producido en términos de dinero y en relación a los bienes consumidos da cuenta del valor que se añade a esos recursos.

El nivel de actividad o volumen de producción es el grado de uso de la capacidad de producción, se la suele medir como un porcentaje de uso de dicha capacidad. Además para los volúmenes de producción también se usan magnitudes absolutas, como unidades producidas, horas de servicio insumidas, cantidad de servicios realizados, etc.

## Rentabilidad

El término rentabilidad en general representa la capacidad de generar un beneficio adicional sobre la inversión o esfuerzo realizado, esta relación existente entre los beneficios que proporcionan una determinada operación y la inversión o el esfuerzo suele expresarse en porcentajes. En el marco de los conceptos anteriores en seguida una ilustración de la correspondencia mencionada:

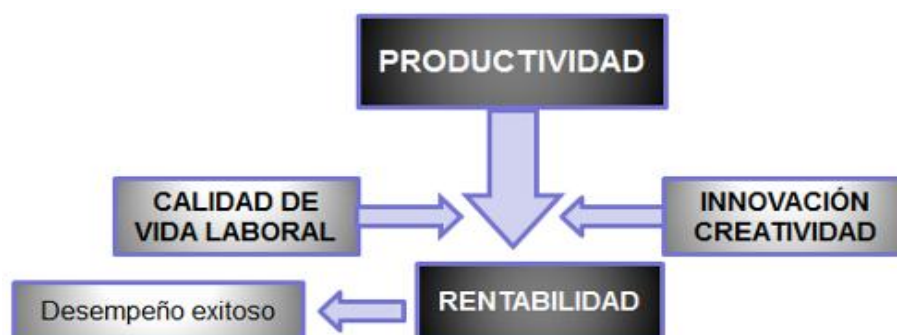


Figura 8 : Relación productividad y rentabilidad

Fuente: Investigador

Elaborado por: El investigador

Como se muestra, la interacción de la productividad mediante varios ítems que se relacionan para determinar su índice, entre estos se tiene la efectividad, eficiencia, calidad, rentabilidad y financiamiento que toda empresa gestiona en su sistema productivo.

### **Costos de producción**

Los costos de producción (también llamados costos de operación) son los gastos necesarios para mantener un proyecto, línea de procesamiento o un equipo en funcionamiento, por ejemplo: los bienes vendidos en el mercado y el precio obtenido y el costo de producción de los bienes vendidos.

El costo de producción tiene dos características que algunas veces no están bien entendidas, la primera es que para producir bienes se gasta; esto significa generar un costo, la segunda característica es que los costos deben ser mantenidos tan bajos como sea posible y eliminados los innecesarios, esto no significa la eliminación de los costos indiscriminadamente.

Como se muestra toda empresa genera beneficios a corto, medio y largo plazo y para ello satisface requerimientos de calidad a los clientes; este concepto aplicable a productos, servicios, procesos o sistemas busca relacionar, corregir, y analizar sistemas industriales como este caso del sistema de gestión de seguridad industrial con incidencia en la productividad, ítem elemental en una organización empresarial o industrial.

## **Indicadores**

El término indicador se refiere a un instrumento que sirve para mostrar o indicar algo, por ejemplo: un indicador de gestión empresarial.

Existen indicadores de eficacia, efectividad y eficiencia, que miden el funcionamiento de la organización por áreas funcionales: mercadeo, investigación, planificación, producción, ventas, suministros, mantenimiento, administración, finanzas, recursos humanos.

Cuantificador, entendido como procedimiento que pondera alguna dimensión conceptual y que, cuando se aplica, produce un número. Suele ser empleado para comparar desempeños entre períodos o entre entornos geográficos o sociales.

Con el surgimiento de nuevos enfoques de racionalización en las organizaciones para el aumento de la productividad, aparecen nuevos lineamientos que buscan y obtienen las unidades productivas que se transforman en indicadores como: calidad, costos, tecnología y metas de excelencia.

## **Definición de términos**

**Calidad:** Conjunto de propiedades y características de un producto o servicio que le confieren capacidad de satisfacer necesidades, gustos y preferencias, y de cumplir con expectativas en el consumidor (Crece negocios, 2016).

**Demoras:** Actividad no programada en diferentes procesos de transformación, incidiendo en la productividad.

**Efectividad:** Proporción entre los resultados logrados y los propuestos, además de proporcionar el grado de cumplimiento de los objetivos planificados: cantidades a producir, clientes a tener, órdenes de compra a colocar, etc.

**Eficacia:** Valoración del impacto de las actividades realizadas, del producto o servicios prestados.

**Eficiencia:** Relación entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de recursos que se había estimado o programado utilizar; la segunda definición es el grado en el que se aprovechan los recursos utilizados transformándolos en productos.

**Gestión:** Es la acción o efecto de hacer actividades para el logro de un negocio o un deseo cualquiera (Real Academia Española, 2017).

**Indicador:** Que indica o sirve para indicar; de esta manera se plantea como concepto de indicador de gestión, la expresión cuantitativa del comportamiento o desempeño de una empresa o departamento, cuya magnitud, al ser comparada con algún nivel de referencia, señala una desviación sobre la cual se tomarán acciones correctivas o preventivas.

**Inventarios de productos:** Elementos clave en la disminución de la eficiencia en el uso de recursos, debido a que significan: espacio inutilizado para su almacenamiento, equipos para manipularlos y materias primas, trabajo acumulado, energía, horas – equipo, etc.

**Productividad:** Relación que existe entre los productos o bienes obtenidos y la cuantía de los recursos utilizados para obtenerlos. Dicho de otra manera, es la

relación que existe entre lo producido en calidad y cantidad y los insumos o recursos que al efecto se movilizaron (Burgos, 1999).

**Re trabajo:** Acción cuando el producto de una unidad es rechazado y es posible reajustar o eliminar el defecto económicamente, para lo cual en la unidad deben ser utilizados recursos e insumos adicionales (Horas - Hombre, máquinas, materiales, etc.)

**Ratio de operaciones:** Actividades realizadas mediante un diagrama de proceso, donde se indica el tiempo, el insumo, objeto de transformaciones, esperas, transporte, inspecciones y tiempo de transformación.

**Sistema:** Conjunto de elementos que relacionados entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objetivo (Real Academia Española, 2017).

### **Pregunta directriz**

¿El proceso de envasado de jabón líquido incide de forma negativa en la productividad de la empresa Didelsa ubicada en Quito?

### **Hipótesis**

El proceso actual de envasado del jabón líquido incide en la productividad de la empresa Didelsa, Provincia de Pichincha, Cantón Quito.

### **Señalamiento de variables**

Variable Independiente: Proceso de envasado

Variable Dependiente: Productividad

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **Enfoque**

El presente trabajo de investigación se realiza en base al enfoque **cuantitativo**, ya que recolecta información de manera directa sobre la producción de la máquina de envasado, datos que son para tabular, utilizar, interpretar, analizar y tratar mediante cuadros y gráficos estadísticos con el fin de emitir criterios técnicos de mejora al proceso.

#### **Definición de investigación cuantitativa**

El conocimiento va de la mano con la investigación, hablar sobre el tipo de enfoque utilizado en el presente documento es importante, seguido se nombra el proceso de cualquier problema cuantitativo.

**Dicen que la investigación cuantitativa tiene una concepción lineal, es decir que haya claridad entre los elementos que conforman el problema, que tenga definición, limitarlos y saber con exactitud donde se inicia el problema, también le es importante saber qué tipo de incidencia existe entre sus elementos (Hurtado y Toro, 2008, pág. 111).**

La lógica cuantitativa está justificada en el cientifismo y el racionalismo como criterio de objetividad, el conocimiento está fundamentado en los hechos prestando poca atención a la subjetividad de los individuos, uno de los objetos de aprendizaje de la investigación cuantitativa es realizar un proceso metódico, sistemático y medible que se define en fases y etapas, las cuales son:



Figura 9: Investigación cuantitativa

Fuente: Gutiérrez, H. (2014).

Elaborado por: El investigador

## Modalidad de la investigación

### Bibliográfica – documental

Esta modalidad de investigación es aplicable en el presente trabajo puesto que mediante normas y leyes publicadas en textos, folletos, revistas, entre otras referencias técnicas sirven de apoyo para desarrollar el tema.

Además según cita el autor mexicano Carlos Muñoz esta modalidad sirve como recopilación de información enmarcada por el ambiente específico en el que se presenta el fenómeno de estudio (pág. 9).

### **De Campo**

La investigación de campo se presenta para este estudio mediante la manipulación de datos y variables en la empresa, en condiciones controladas, con el fin de describir el modo y causas que produce el sistema de envasado de la empresa Didelsa, como un acontecimiento particular.

La investigación de campo es aplicable en la indagación y recolección de información, puesto que trata sobre los hechos tomados de la realidad, información como el proceso de envasado y su incidencia en la productividad empresarial.

### **Tipo de investigación**

Aplicativa, debido a que genera conocimiento nuevo sobre el hecho de investigar el proceso de envasado de jabón líquido, además el estudio es usado en el campo de la realidad subministrando descriptivamente datos.

El sustento investigativo de tipo aplicativo se sustenta sobre la conceptualización existente del producto (jabón líquido), en donde se descubre las causas y consecuencias del proceso ineficiente de envasado a estudiar.

Además, la investigación es Directa debido a que se acerca a la realidad los datos de forma inmediata proporcionando detalles exactos en el sitio del

problema, en este caso específico el medio usado por el investigador es la observación que brinda la percepción del proceso de envasado y baja productividad.

### **Niveles de la investigación**

Exploratorio, Se inicia cualquier investigación mediante un estudio exploratorio para empezar a conocer y familiarizarse con él, para precisar mejor el problema y resolver o dar forma a alguna hipótesis previa.

Este nivel de investigación se utiliza por qué se requiere de un estudio profundo para conocer las causas y efectos de la ineficiencia del proceso de envasado y proporcionar soluciones viables a la indagación.

Descriptivo, la investigación descriptiva consiste en conocer las situaciones, prácticas y actitudes predominantes a través del detalle exacto de las actividades, procesos y personas involucradas. La meta es la identificación de las relaciones entre dos o más variables a fin de extraer datos significativos que contribuyan a la solución estratégica de la investigación (Deobold, B, 2015).

Esta investigación es aplicable al presente trabajo porque en el desarrollo del tema existe información para tabular, interpretar y desarrollar un análisis técnico de los resultados.

### **Operacionalización de variables**

Para realizar la operacionalización y correlación de variables a continuación se generan las tablas siguientes:

Tabla 4 Operacionalización variable independiente

| Proceso de envasado                                                                                                                                    |                                                                                                |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Conceptualización                                                                                                                                      | Dimensiones                                                                                    | Indicadores                                                                                                                                                                                                   | Ítems                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Técnicas e instrumentos                                                                                                                     |
| El proceso de envasado es la función para proteger un producto elaborado de varios factores como la luz, la humedad y otros contaminantes ambientales. | <p>Tiempo de envasado.</p> <p>Productos defectuosos.</p> <p>Volumen del producto envasado.</p> | <p>Tiempo de envasado necesario.</p> <p>Porcentaje [%] de productos defectuosos por mes.</p> <p>Volumen de litros [l] procesados de jabón líquido.</p> <p>Volumen de jabón líquido desperdiciado por día.</p> | <p>¿Cuál es el tiempo adecuado de envasado?</p> <p>¿Cuántos envases mensuales son rechazados en el proceso de envasado?</p> <p>¿Cantidad total actual que se procesa de jabón líquido?</p> <p>¿Cuáles son las medidas para eliminar desperdicio diario de jabón líquido en el proceso de envasado?</p> | <p>Técnica:</p> <p>Investigación de campo</p> <p>Instrumento:</p> <p>Cuestionario</p> <p>Histórico</p> <p>Cronometro</p> <p>Observación</p> |

Fuente: Observación directa

Elaborado por: El investigador

Tabla 5 Operacionalización variable dependiente

| <b>Productividad</b>                                                                                                                                     |                                                                                   |                                                                                                                                                                                          |                                                                                             |                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| <b>Conceptualización</b>                                                                                                                                 | <b>Dimensiones</b>                                                                | <b>Indicadores</b>                                                                                                                                                                       | <b>Ítems</b>                                                                                | <b>Técnicas e instrumentos</b>                            |
| Capacidad de la industria para producir un bien o servicio; en este caso mediante el proceso de envasado, el producto, jabón líquido para comercializar. | Características y parámetros específicos de productividad del proceso de envasado | Número de productos envasados diariamente sobre horas hombres trabajados e insumos invertidos en el proceso.<br><br>(Mono factorial y multifactorial)<br><br>$[P = \frac{v}{HH+costos}]$ | ¿Cuál es la productividad en el proceso de envasado de jabón líquido en la empresa Didelsa? | Técnica: Toma de tiempos<br><br>Instrumento: Cuestionario |

Fuente: Observación directa

Elaborado por: El investigador

Como se muestra en las tablas anteriores no. 4 y 5, en función de la variable dependiente e independiente se procederá con el desarrollo de la investigación en la productividad de Didelsa.

## **Población y muestra**

### **Población**

El proceso de envasado afecta a toda la empresa y existen percepciones diferentes, la población es el total de 24 personas que laboran en la planta en el área técnica de la empresa, seguido el detalle:

Tabla 6 Detalle personal Didelsa

| <b>Ítems</b> | <b>Personal unidad de codificación</b>           | <b>Total</b> |
|--------------|--------------------------------------------------|--------------|
| 1            | Gerente General                                  | 1            |
| 2            | Jefe de planta                                   | 1            |
| 3            | Personal de toda la planta de las diversas áreas | 22           |
| Total        |                                                  | 24           |

Fuente: Observación directa

Elaborado por: El investigador

### **Muestra**

Tomando en cuenta que la población es de 24 personas, y, considerando que la población es finita con un número menor a 100, la muestra se define de 23 personas para las encuestas y recolección de información.

## Recolección de la información

Para realizar la recolección de información de este estudio se utiliza la investigación científica con herramientas que sirven para recabar datos que se aplican en el proceso de envasado de jabón líquido de Didelsa, específicamente se utiliza la siguiente técnica e instrumento:

Tabla 7 Plan de recolección de información

| Ítems                   | Explicación                                                                 |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Para que                | Identificar los factores representativos del proceso de envasado en Didelsa |
| Sobre qué aspecto       | Productividad                                                               |
| A quienes               | Muestra establecida de Didelsa                                              |
| Quien                   | Vinicio Duque                                                               |
| Cuando                  | Junio 2017 – enero 2018                                                     |
| Instrumento             | Observación                                                                 |
| Técnica                 | Fichas de toma de tiempos en campo                                          |
| Tipo                    | Directa                                                                     |
| Instrumento de registro | Papel, Lápiz y cronometro                                                   |

Fuente: Observación directa

Elaborado por: El investigador

Toda la información es recolectada mediante observación directa que permite estar en contacto con el objeto de estudio y con ayuda de una ficha de campo se describe lo observado, destacando los aspectos sobresalientes logrando información que sirva de aporte para la construcción del proyecto.

Además en la recolección de la información necesaria se realiza un compendio de análisis de la observación del investigador, en el cuál se toma nota de los movimientos, requerimientos, dimensiones del envasado, velocidad de transportación, características de operación y demás tiempos del proceso.

El cuestionario es basado en el método de Delphi que se basa en realizar cuestionarios de manera anónima al personal especificado solo datos generales de su cargo y orientada a buscar información sobre un problema individualizado con preguntas directas y cerradas.

La forma de tomar los tiempos es mediante la observación y fichas recolectando en una hora específica por cada proceso del sistema de envasado el tiempo total aproximado para brindar los productos en la botella y finalmente con la ayuda gráfica se representa cada proceso.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y**

#### **SITUACIÓN ACTUAL**

Con la finalidad de establecer una visión clara del proceso de envasado que se utiliza en Didelsa, a continuación se realiza un análisis de información bibliográfica desarrollada a través de revistas técnicas, páginas web relacionadas con el envasado de jabón líquido, análisis de la situación de la industria y demás datos de acuerdo al progreso de la tesis.

##### **Situación Actual**

Se define la situación actual en base al siguiente diagrama de flujo de todo el proceso con la finalidad de dar una perspectiva del envasado de jabón líquido, su sistema de abastecimiento y capacidad productiva, para el análisis del sistema en la empresa Didelsa.

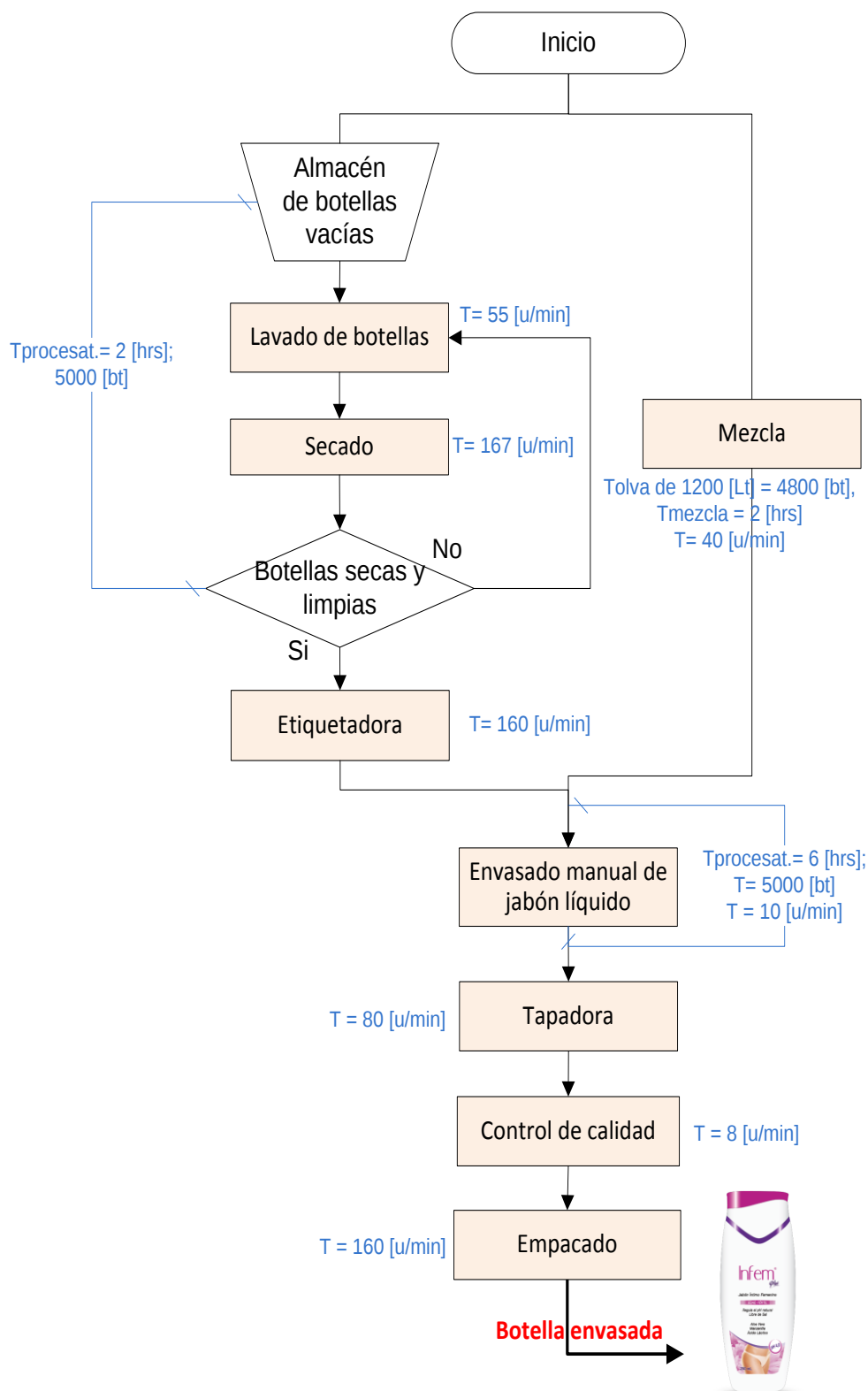


Figura 10: Diagrama de flujo proceso Didelsa

Fuente: Observación directa

Elaborado por: El investigador

Así también, para comenzar se establece los parámetros generales de funcionamiento de todo el sistema de envasado de jabón líquido, envasado, etiquetadora y producto:

- La etiquetadora es de fácil manejo, montaje y mantenimiento para los envases,
- La línea de envasado funciona de manera continua,
- La etiquetadora de envases plásticos es de 1, ½, ¼ [litro] o menos,
- La velocidad de la etiquetadora puede ser variable.

A continuación conforme todo el proceso expuesto en la figura 10, se menciona las características específicas de cada máquina de la planta de Didelsa, primero se detalla las características técnicas de la tolva de mesclado, equipo que es adecuado para satisfacer la capacidad de requerimiento del proceso:

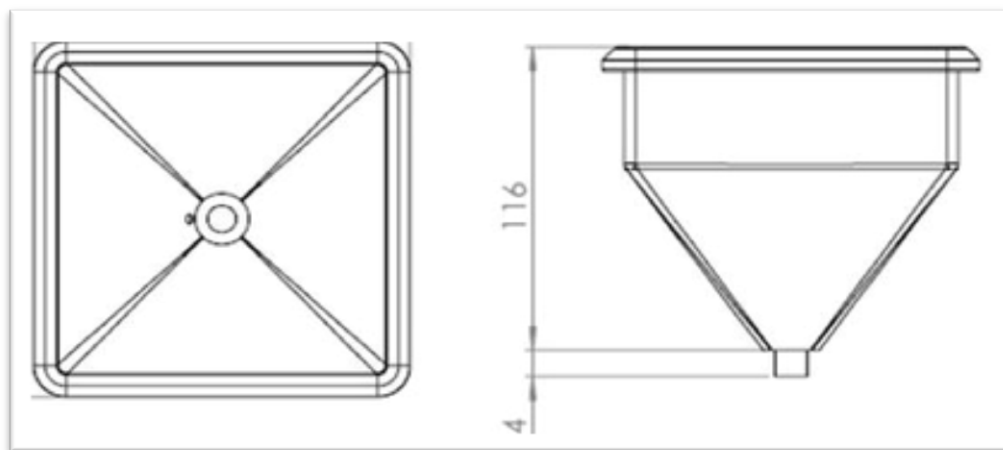


Figura 11: Imagen tolva Didelsa

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

Tabla 8 Características tolva

| <b>Tolva mezcladora marca Krones modelo 1,2</b> |                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Características                                 | Control de agitadores, mezcladores y moto reductores automáticos                                                   |
|                                                 | 10 años desde la instalación                                                                                       |
|                                                 | Acero inoxidable tipo vertical                                                                                     |
|                                                 | Apertura y cerrado de válvulas neumáticas                                                                          |
|                                                 | Fuente energética 220 [V]                                                                                          |
|                                                 | Capacidad 40 [u/min]                                                                                               |
|                                                 | Volumen de mezclado 1.200 [lts]                                                                                    |
|                                                 | Control de celdas según especificaciones para abrir y cerrar válvulas neumáticas una vez llegado al límite deseado |
|                                                 | Arranque general del sistema mediante panel                                                                        |
|                                                 | Tiempo de mezclas solubles para jabón líquido aproximado de 2 [hrs]                                                |

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

Seguido las características técnicas del proceso del lavado y secado de botellas que de igual manera satisface las necesidades del proceso:

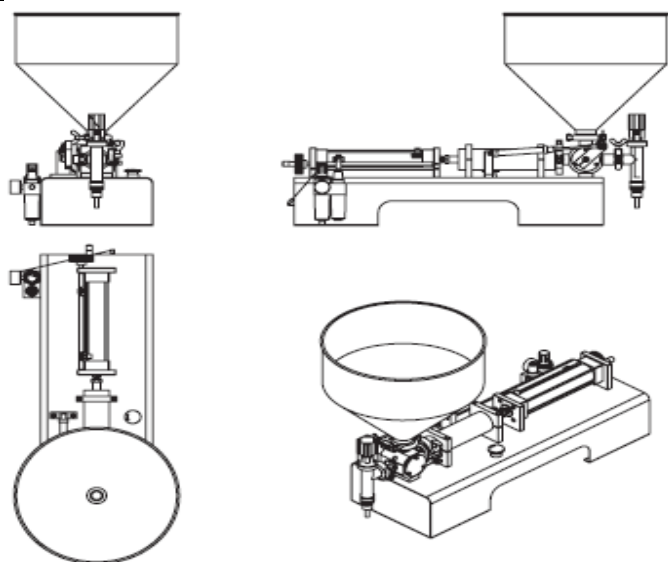
Tabla 9 Características lavado y secado de botellas

| <b>Lavadora de envases marca Krones modelo WAD-02</b> |                                                                                  |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Características                                       | Lavado de hasta 3300 [u/h]                                                       |
|                                                       | Tipo peninsular, 10 años de trabajo                                              |
|                                                       | Capacidad de 167 [u/min]                                                         |
|                                                       | Envases múltiple formato de 0,25 a 5 litros                                      |
|                                                       | Sistema de carga y descarga automático sobre cadena transportadora (Double-end)  |
|                                                       | Diversas opciones de ciclos de lavado según exigencias y formatos de envase      |
| <b>Secadora</b>                                       |                                                                                  |
| Características                                       | Sistemas de secado por aire                                                      |
|                                                       | Alta velocidad mediante ventiladores centrífugos y cuchillas de aire ‘Air Knife’ |
|                                                       | Sistema con eficiencia energética en el secado                                   |
|                                                       | Conjunto regulable a medida de las necesidades                                   |

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

Tabla 10 Características envasadora

| Envasadora manual GFA-1000S marca DLPK |                                                                                      |
|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Características                        | Volumen de llenado de 30-1000 [ml]                                                   |
|                                        | Pedal para accionamiento de envasado                                                 |
|                                        | Capacidad 10 [u/min], baja que no satisface los requerimientos                       |
|                                        | Precisión de llenado $\pm 0.5 \%$                                                    |
|                                        | Capacidad de producción (ciclo / min): 1-25                                          |
|                                        | Presión aplicable (Mpa) 0.4-0.9                                                      |
|                                        | Una boquilla de dispensado manual, 10 años de trabajo                                |
| Ventajas                               | Peso neto 75 (kg)                                                                    |
|                                        | Tolerancia aplicable ( $\text{m}^3 / \text{min}$ ): $\geq 0.1$                       |
|                                        | Tamaños exteriores (mm): 1000×280×650                                                |
|                                        | Proceso con un pistón en su sistema de accionamiento                                 |
|                                        |  |

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

Finalmente se detallan las características del subproceso de etiquetado:

Tabla 11 Características etiquetadora

| <b>Etiquetadora modular marca Krones modelo NSF-510</b> |                                                             |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Características                                         | Conjunto etiquetador en adhesivo al frio                    |
|                                                         | Dispensador de etiquetas autoadhesivas                      |
|                                                         | Conjunto control para etiquetas envolventes desde la bobina |
|                                                         | Tornillo sin fin de separación de envases                   |
| Sistema transportador                                   | Estrella de entrada                                         |
|                                                         | Estrella de salida                                          |
|                                                         | Mesa porta envases con mando servomotor                     |
| Dimensiones                                             | Largo máquina: 3000 [mm]                                    |
|                                                         | Alto máquina: 3000 [mm]                                     |
| Envases                                                 | Botellas de vidrio o plástico rectangulares o cilíndricas   |
| Capacidad                                               | 3.600 envases por hora según el diámetro regulable          |
| Ventajas                                                | Posibilidad de trabajo 24 horas                             |
|                                                         | Rápida puesta en marcha                                     |
|                                                         | Efectos de ahorro dependientes de cada sistema              |

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

Por tal motivo se realiza una toma de tiempos en este sistema productivo con datos recolectados del envasado de jabón, en los cuales la tabla de producción registrada en los últimos meses es:

Tabla 12 Información proceso de envasado de jabón líquido

| <div> <b>DIDELSA</b><br/>Calidad es nuestro compromiso</div> |                |                           |                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------|------------------|
| Envasado Jabón líquido 250 [mL]                                                                                                               |                | Cantidad de envases [u/h] | Promedio mensual |
| Julio 2017                                                                                                                                    | Primera semana | 600                       | 602,75           |
|                                                                                                                                               | Segunda semana | 610                       |                  |
|                                                                                                                                               | Tercera semana | 602                       |                  |
|                                                                                                                                               | Cuarta semana  | 599                       |                  |
| Agosto 2017                                                                                                                                   | Primera semana | 601                       | 598,75           |
|                                                                                                                                               | Segunda semana | 598                       |                  |
|                                                                                                                                               | Tercera semana | 599                       |                  |
|                                                                                                                                               | Cuarta semana  | 597                       |                  |
| Septiembre 2017                                                                                                                               | Primera semana | 600                       | 600,75           |
|                                                                                                                                               | Segunda semana | 601                       |                  |
|                                                                                                                                               | Tercera semana | 603                       |                  |
|                                                                                                                                               | Cuarta semana  | 599                       |                  |
| Octubre 2017                                                                                                                                  | Primera semana | 597                       | 600,5            |
|                                                                                                                                               | Segunda semana | 604                       |                  |
|                                                                                                                                               | Tercera semana | 594                       |                  |
|                                                                                                                                               | Cuarta semana  | 607                       |                  |
| Noviembre 2017                                                                                                                                | Primera semana | 601                       | 602,5            |
|                                                                                                                                               | Segunda semana | 602                       |                  |
|                                                                                                                                               | Tercera semana | 599                       |                  |
|                                                                                                                                               | Cuarta semana  | 608                       |                  |
| Promedio (Jul. – Nov. 2017)                                                                                                                   |                | 601,05 ~ 601              |                  |

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

Tabla 13 Tiempos promedio proceso de envasado de jabón líquido

|  |                     |                         |                       |                           |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|
| <b>Producto</b>                                                                    | <b>Presentación</b> | <b>Envasado [u/min]</b> | <b>Envasado [u/h]</b> | <b>Número de personas</b> |
| Jabón INFEM                                                                        | 250 [mL]            | 10                      | 601                   | 3                         |
| Jabón MENLAC                                                                       | 250 [mL]            | 10                      | 601                   | 3                         |

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

Generalmente en el proceso de envasado hay tres personas manipulando la máquina, así también, para referencia de la investigación tanto en tiempo como personas. Existen varios productos que se envasan en la misma máquina los cuales tienen el mismo volumen de la botella pero brindan características diferentes según el uso.

Además para una mejor prospectiva a continuación se da un resumen de los procesos, las unidades por minuto, el tipo de subproceso y número de personas mencionando que al iniciar las jornadas de trabajo, la mezcla de insumos, el lavado y secado se realizan simultáneamente. Actualmente no se genera la mezcla completa del volumen total de capacidad de la tolva debido a la falta de tiempo y estancamiento en el envasado.

Tabla 14 Análisis del cuello de botella

| No.   | Jabón líquido 250 [mL]                  | Tipo de proceso | [u/min] | Tiempo requerido [hrs] | [u/h] | Número de personas |
|-------|-----------------------------------------|-----------------|---------|------------------------|-------|--------------------|
| 1     | Mezcla de insumos                       | Automático      | 40      | 2                      | 4800  | 2                  |
| 2     | Lavado                                  | Automático      | 55      | 1,5                    | 4950  | 2                  |
|       | Secado                                  | Automático      | 167     | 0,5                    | 5010  |                    |
| 4     | Etiquetado de botellas                  | Automático      | 160     | 0,5                    | 4800  | 2                  |
| 5     | Envasado                                | Manual          | 10      | 6                      | 3600  | 3                  |
| 6     | Tapado                                  | Semiautomático  | 80      | 1                      | 4800  | 3                  |
| 7     | Control de calidad ( <b>aleatorio</b> ) | Manual          | 8       | 0,5                    | 240   | 1                  |
| 8     | Empaque                                 | Semiautomático  | 160     | 0,5                    | 4800  | 4                  |
| Total |                                         |                 |         | 10,5                   | 3600  | 17                 |

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

Como se muestra se tiene aproximadamente 2,5 horas diarias pagadas en horas extra para cumplir con la producción.

A continuación se grafica las capacidades de cada sub proceso del sistema de envasado verificando las diferencias en cada actividad:

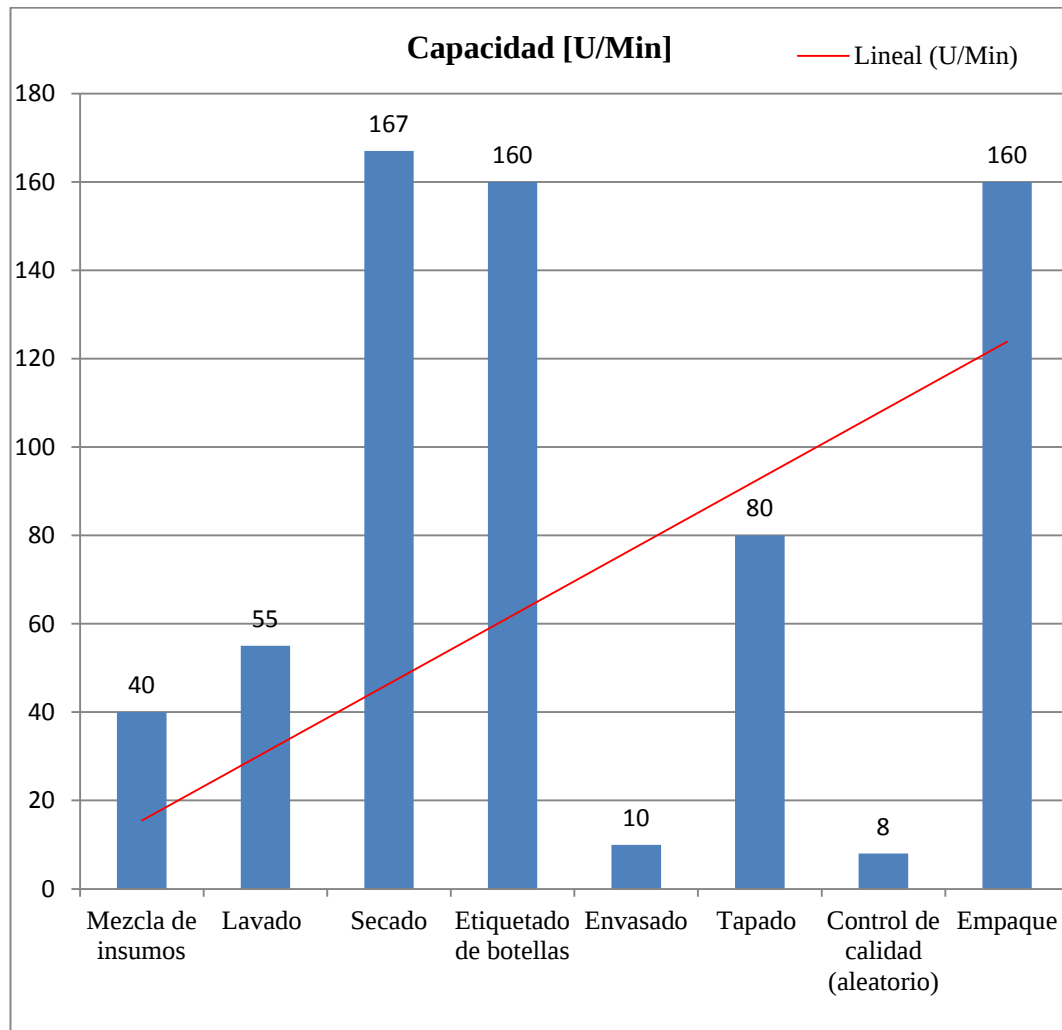


Figura 12: Capacidad sistema productivo Didelsa

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

## Envases de productos no conformes

En la siguiente tabla se evidencia un cálculo del promedio mensual realizado de producción verificando cuanto rechazo existe para todo el año promedio:

Tabla 15 Información producción

| No.      | Período<br>Año 2017 | Producción<br>bruta | Producción<br>neta | Rechazo | Porcentaje<br>de rechazo |
|----------|---------------------|---------------------|--------------------|---------|--------------------------|
| 1        | Julio               | 620                 | 602,75             | 18,08   | 2,8 %                    |
| 2        | Agosto              | 616                 | 598,75             | 17,96   | 2,8 %                    |
| 3        | Septiembre          | 618                 | 600,75             | 18,02   | 2,9%                     |
| 4        | Octubre             | 619                 | 600,5              | 18,02   | 3 %                      |
| 5        | Noviembre           | 623                 | 602,5              | 18,08   | 3,3 %                    |
| Promedio |                     | 619,1               | 601,05             | 18      | 3%                       |

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

Existe un alto número de productos rechazados promedio mensualmente conforme registros y tabulación las causas son los constantes problemas en el envasado, deficiencia de la botella, algún inconveniente del tapado u otro subproceso, el porcentaje calculado es bajo pero por la cantidad de productos diarios procesados el número de rechazo es representativo.

## Indicadores

Productividad.- medida de los resultados para las entradas, la productividad de mano de obra es expresada por un número de unidades de producción por hora (Meyers, F. 2014, pág. 42).

$$\text{Prod.}_{\text{ACTUAL}} = \frac{\text{Resultados}}{\text{Entradas}}$$

A continuación se realizan varios cálculos de indicadores de productividad que se representan por los insumos utilizados, tanto para todo el sistema como solo para el proceso de envasado:

$$\text{Productividad}_{\text{ACTUAL DEL SISTEMA COMPLETO}} = \frac{3.600 \frac{\text{unidades}}{\text{día}}}{17 \text{ personas} \times 10,5 \frac{\text{horas}}{\text{día}}}$$

$$\text{Productividad}_{\text{ACTUAL}} = 20,16 \text{ unidades por hora trabajada}$$

$$\text{Productividad}_{\text{SUB PROCESO DE ENVASADO}} = \frac{3.600 \frac{\text{unidades}}{\text{día}}}{3 \text{ personas} \times 6 \frac{\text{horas}}{\text{día}}}$$

$$\text{Productividad}_{\text{ACTUAL}} = 200 \text{ unidades por hora trabajada}$$

La productividad de todo el sistema representa los productos elaborados por día en base a toda la mano de obra utilizada y las horas necesarias que son tomados desde la tabla 15. A continuación otro cálculo de todo el proceso:

$$\text{Productividad}_{\text{MULTIFACTORIAL}} = \frac{\text{Cantidad a costo industrial}}{\text{C. Mano obra} + \text{C. Materiales} + \text{Gastos generales}}$$

Para este cálculo se toman datos de las unidades producidas día, el costo por unidad que le representa a Didelsa versus el costo de mano de obra, materiales y gastos generales referidos a insumos de la fábrica que se necesitan cubrir:

$$\text{Productividad}_{\text{MULTIFACTORIAL}} = \frac{3.600 \text{ unidades} \times (\$2 \text{ unidad})}{\$1.800 + \$2.000 + \$400}$$

$$\text{Productividad}_{\text{MULTIFACTORIAL}} = \frac{\$7.200}{\$4.200} = 1,71 - 1 = 0,71$$

$$\text{Productividad}_{\text{MULTIFACTORIAL}} = 0,71 \times 100 = 71\%$$

Como se muestra en las precedentes fórmulas existen mediciones que significan la verificación de los índices de desempeño de la planta con los insumos actuales y en base a metas futuras investigar para detectar oportunidades, a continuación además se calcula la eficiencia del proceso de envasado:

$$\text{Eficiencia}_{\text{ENVASADO}} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades proyectadas}}$$

$$\text{Eficiencia}_{\text{ENVASADO}} = \frac{600 \text{ unidades/hora}}{800 \text{ unidades/hora}} = 0,75$$

$$\text{Eficiencia}_{\text{ENVASADO}} = 0,75 \times 100 = 75\%$$

### **Procesamiento de la información**

En base a la experiencia del Jefe de producción, los encargados de los procesos y el conocimiento del investigador se determina las siguientes preguntas que se han plasman en la encuesta siguiente:

Tabla 16 Cuestionario

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |        |         |    |         |  |  |  |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|---------|----|---------|--|--|--|--|
| Cargo:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Edad: |        |         |    |         |  |  |  |  |
| <p>Estimados y apreciados colaboradores de Didelsa en la búsqueda de falencias y eliminar los retrasos en el área productiva, se solicita favor llenar el siguiente cuestionario:</p>                                                                                                                                                                                                                                                        |       |        |         |    |         |  |  |  |  |
| <p>1. ¿Conoce usted cuantos envases mensuales son rechazados en el proceso de envasado?</p> <table border="1" style="margin: 10px auto; width: 60%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="padding: 5px;">Opción</th> <th style="padding: 5px;">Si</th> <th style="padding: 5px;">No</th> <th style="padding: 5px;">No sabe</th> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>               |       | Opción | Si      | No | No sabe |  |  |  |  |
| Opción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Si    | No     | No sabe |    |         |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |        |         |    |         |  |  |  |  |
| <p>2. ¿La empresa utiliza algún análisis de costos para la elaboración de sus productos?</p> <table border="1" style="margin: 10px auto; width: 60%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="padding: 5px;">Opción</th> <th style="padding: 5px;">Si</th> <th style="padding: 5px;">No</th> <th style="padding: 5px;">No sabe</th> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>              |       | Opción | Si      | No | No sabe |  |  |  |  |
| Opción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Si    | No     | No sabe |    |         |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |        |         |    |         |  |  |  |  |
| <p>3. ¿Se realizan mediciones y control del consumo de materia prima utilizada?</p> <table border="1" style="margin: 10px auto; width: 60%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="padding: 5px;">Opción</th> <th style="padding: 5px;">Si</th> <th style="padding: 5px;">No</th> <th style="padding: 5px;">No sabe</th> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>                       |       | Opción | Si      | No | No sabe |  |  |  |  |
| Opción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Si    | No     | No sabe |    |         |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |        |         |    |         |  |  |  |  |
| <p>4. Llevan un control para conocer las unidades producidas del proceso de envasado de jabón líquido</p> <table border="1" style="margin: 10px auto; width: 60%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="padding: 5px;">Opción</th> <th style="padding: 5px;">Si</th> <th style="padding: 5px;">No</th> <th style="padding: 5px;">No sabe</th> </tr> <tr> <td style="height: 20px;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> |       | Opción | Si      | No | No sabe |  |  |  |  |
| Opción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Si    | No     | No sabe |    |         |  |  |  |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |       |        |         |    |         |  |  |  |  |

5. ¿Conforme su criterio en la empresa que inconvenientes existen en el proceso productivo del jabón líquido?

| Opción | Materia prima | Mano de obra | Problemas de maquinaria |
|--------|---------------|--------------|-------------------------|
|        |               |              |                         |

6. ¿Cree usted que el proceso de envasado de jabón líquido genera demoras innecesarias y retrasa la producción de la empresa?

| Opción | Si | No | No sabe |
|--------|----|----|---------|
|        |    |    |         |

7. Donde cree usted que existe interrupción del proceso de producción de jabón líquido

| Despacho de materia prima | Mezcla química de materia prima | Lavado y secado | Envasado | Tapado | Etiquetado | Empacado |
|---------------------------|---------------------------------|-----------------|----------|--------|------------|----------|
|                           |                                 |                 |          |        |            |          |

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

A continuación conforme las preguntas expuestas anteriores se realizan el procesamiento de cada inquietud con las respuestas obtenidas:

**Pregunta 1.-** ¿Conoce usted cuantos envases mensuales son rechazados en el proceso de envasado?

Tabla 17 Información pregunta no. 1

|         | Opción  | Respuestas | Porcentaje |
|---------|---------|------------|------------|
| Validos | Si      | 8          | 35%        |
|         | No      | 10         | 44%        |
|         | No sabe | 5          | 21%        |
|         | Total   | 23         | 100%       |

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

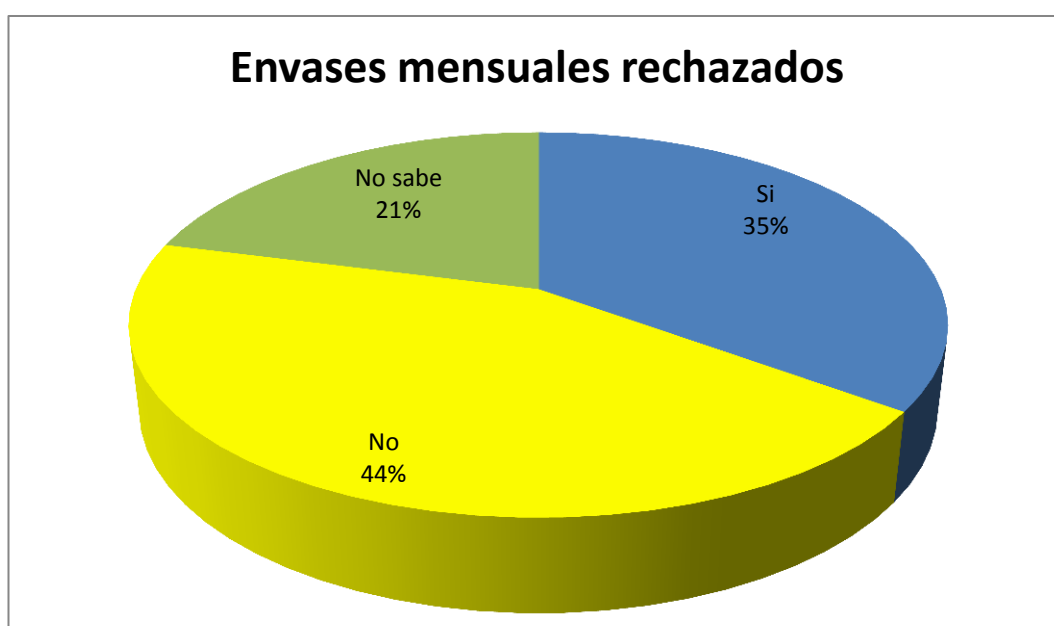


Figura 13: Pregunta no. 1

Fuente: Didelsa

De la encuesta realizada con respecto al número de productos rechazados el 44% de la población de la empresa Didelsa encuestada responde que NO

conocen, con respecto al 35% restante de la población de la empresa menciona que SI y el 21% que no saben.

### **Interpretación:**

Para mejorar la productividad mediante el cumplimiento de entregas los Directivos en Didelsa deben mantener un control de su sistema productivo evitando rechazos de producto.

Generalmente existe un sistema de motivación mediante bonos de producción que depende de pedidos cumplidos con menor número de producto rechazado debido al trabajo exigido del personal, eliminar producto defectuoso es un lineamiento importante debido a la cantidad de productos procesados diariamente.

**Pregunta 2.-** ¿La empresa utiliza algún análisis de costos para la elaboración de sus productos?

Tabla 18 Información pregunta no. 2

| Validos | Opción  | Respuestas | Porcentaje |
|---------|---------|------------|------------|
|         | Si      | 12         | 53%        |
|         | No      | 5          | 21%        |
|         | No sabe | 6          | 26%        |
|         | Total   | 23         | 100%       |

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador



Figura 14: Pregunta no. 2

Fuente: Didelsa

De la población encuestada, el 53% menciona que SI existe un análisis de costos ente calidad y precio de la materia prima, de igual manera existen funcionarios de la empresa que mencionan con el 21% que NO conocen si existe dicho estudio, y el 26% no saben si existen o no.

#### **Interpretación:**

En relación a los costos de producción, los Directivos mencionaron que para conocer el precio en todos los productos que se elaboran se calculan de manera general, sin especificidad entre los costos de materia prima, proceso y costos indirectos.

**Pregunta 3.-** ¿Se realizan mediciones y control del consumo de materia prima utilizada?

Tabla 19 Información pregunta no. 3

|         | Opción  | Respuestas | Porcentaje |
|---------|---------|------------|------------|
| Validos | Si      | 7          | 30%        |
|         | No      | 12         | 52%        |
|         | No sabe | 4          | 18%        |
|         | Total   | 23         | 100%       |
|         |         |            |            |

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

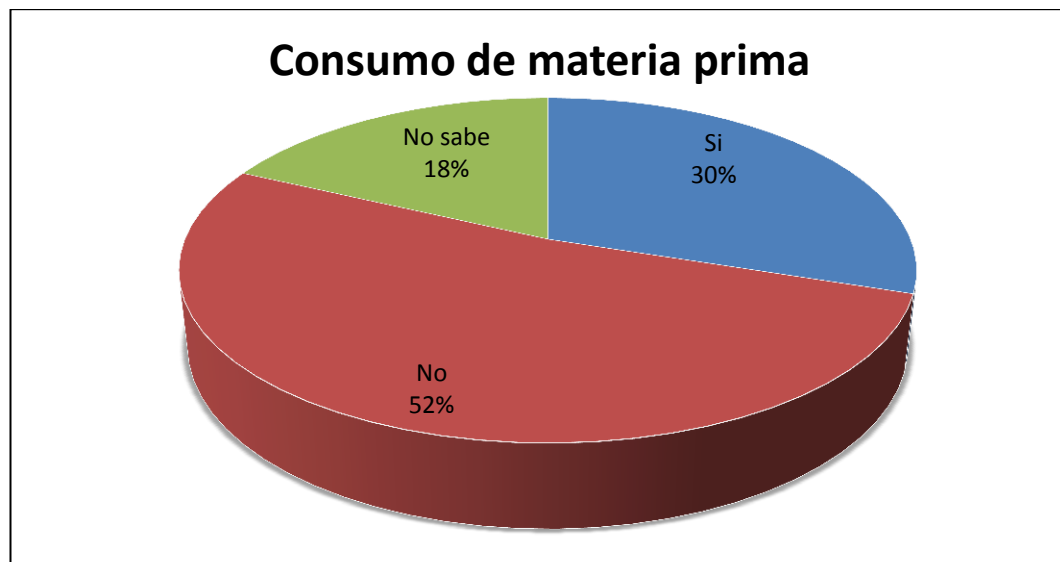


Figura 15: Pregunta no. 3

Fuente: Didelsa

De la encuesta realizada con respecto a la medición del consumo de materia prima, el 52% de la población de la empresa Didelsa respondió que NO realizan mediciones del consumo de materia prima, mientras que el 30% restante contestó que SI, finalmente el 18% restante debido a su posición no saben si existen este tipo de controles.

### **Interpretación:**

La empresa elabora mediciones de materia prima al momento que verifican productos desechados más la suma de los empacados, pero no se realiza con frecuencia estos controles.

Además la encargada de compras menciona que cuantifican la cantidad de insumos comprados pero no referencian con el producto despachado debido a que no existe una persona responsable ni encargada de llevar un control completo desde que la materia prima sale de bodega, se evidencia que algunas veces se hacen mediciones aleatorias del consumo de materia prima en planta pero no tienen datos constantes.

**Pregunta 4.- ¿Llevan un control para conocer las unidades producidas del proceso de envasado de jabón líquido?**

Tabla 20 Información pregunta no. 4

| Validos | Opción  | Respuestas | Porcentaje |
|---------|---------|------------|------------|
|         | Si      | 14         | 61%        |
|         | No      | 6          | 26%        |
|         | No sabe | 3          | 13%        |
|         | Total   | 23         | 100%       |

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

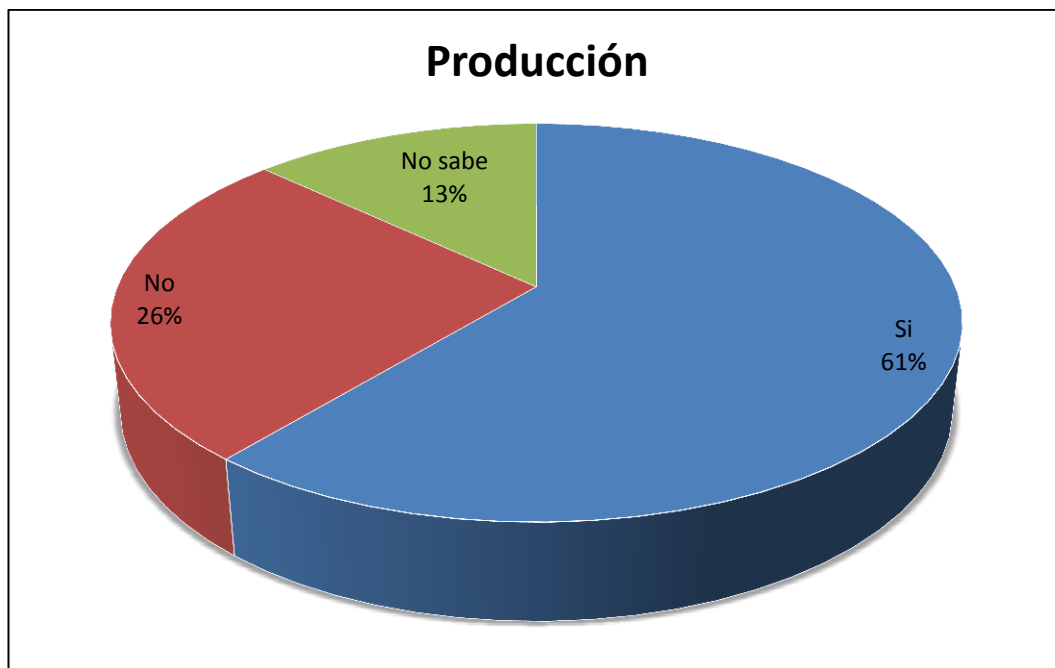


Figura 16: Pregunta no. 4

Fuente: Didelsa

El resultado de las encuestas es que un 61% de empleados saben que SI existe un control de la producción en planta, un 26% NO saben que existe este registro, además del 13% no saben sobre dicho índice.

#### **Interpretación:**

En la empresa existe un control diario de los trabajadores con respecto a la entrada y salida, además existe una boleta de trabajo a manera de información histórica sobre la producción realizada diría, pero el cálculo de insumos específicos utilizados y demás entradas en planta no está bien realizado.

Por tal motivo dependiendo del proceso existe un valor referencial de producción en planta, además mediante datos de los trabajadores se verifica que

según la posición asignada los obreros son óptimos para ciertas actividades diferenciadas como mezcla de materia prima, empackado, etiquetado, etcétera.

**Pregunta 5.-** ¿Conforme su criterio en la empresa que inconvenientes existen en el proceso productivo del jabón líquido?

Tabla 21 Información pregunta no. 5

| Validos | Opción                  | Respuestas | Porcentaje |
|---------|-------------------------|------------|------------|
|         | Materia prima           | 4          | 17%        |
|         | Mano de obra            | 7          | 31%        |
|         | Problemas de maquinaria | 12         | 52%        |
|         | Total                   | 23         | 100%       |

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

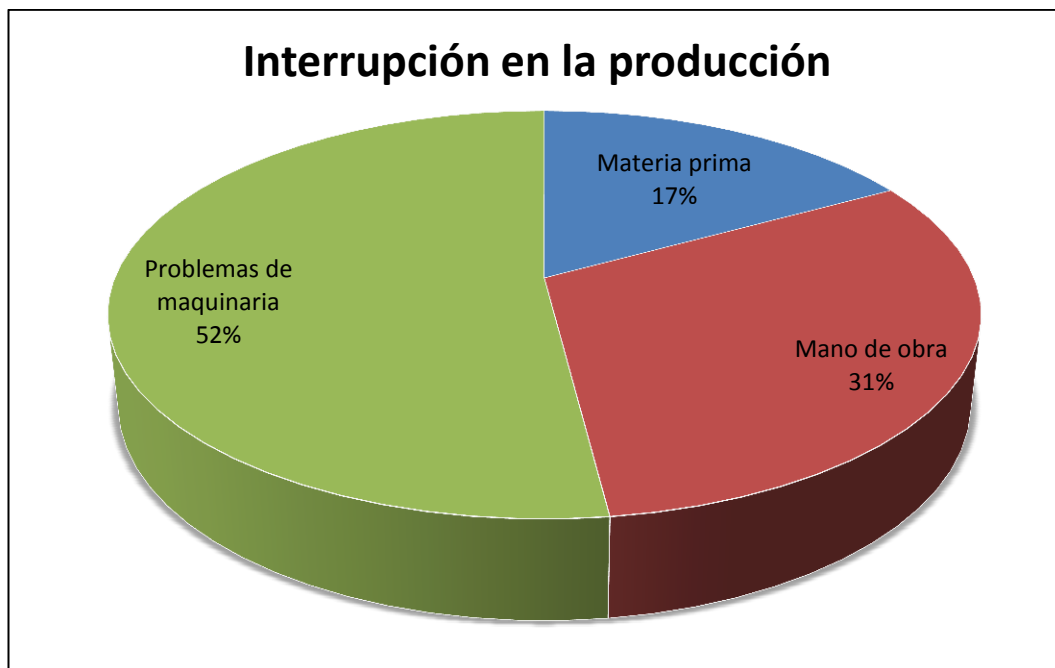


Figura 17: Pregunta no. 5

Fuente: Didelsa

De la encuesta realizada se determina que el 52% menciona que existen problemas por problemas con la maquinaria, seguido el 31% por mano de obra y el 17% por falta de materia para los procesos productivos.

#### **Interpretación:**

Como se muestra el mayor inconveniente es la maquinaria en los procesos productivos de Didelsa, seguido la mano de obra como segundo problema que muchas veces no es la adecuada para los distintos procesos.

Los productos dependen de la maquinaria para su elaboración en este sentido los procesos que los abastecen deben contener un análisis minucioso de eficiencia y productividad para que no existan pérdidas económicas.

**Pregunta 6.-** ¿Cree usted que el proceso de envasado de jabón líquido genera demoras innecesarias y retrasa la producción de la empresa?

Tabla 22 Información pregunta no. 6

|         | Opción | Respuestas | Porcentaje |
|---------|--------|------------|------------|
| Validos | Si     | 19         | 82%        |
|         | No     | 4          | 18%        |
|         | Total  | 23         | 100%       |

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

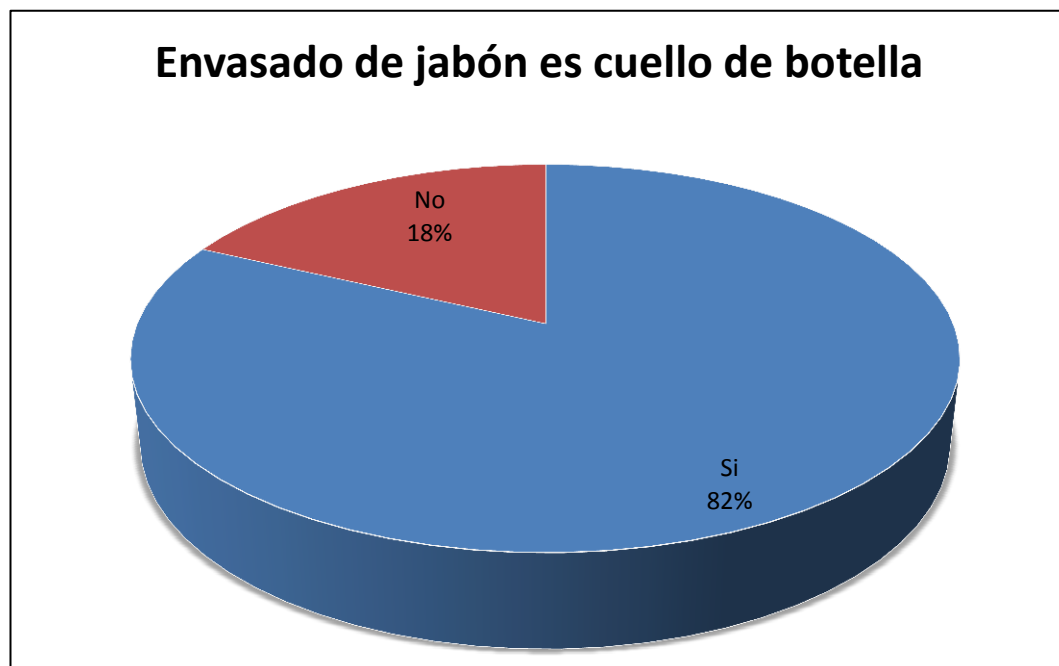


Figura 18: Pregunta no. 6

Fuente: Didelsa

Se expone mediante la encuesta, el 82% de los colaboradores piensan que el envasado SI representa un proceso con complicaciones en la empresa y el 18% menciona que NO simboliza un problema.

### **Interpretación:**

El estudio de investigación busca los factores que inciden en el proceso de envasado de jabón líquido en Didelsa, en este sentido la apreciación de los trabajadores demuestra que existe un problema en el envasado para lo cual se necesita mitigar los factores que incidan en la productividad directamente mediante dicho proceso.

**Pregunta 7.-** ¿Conforme su criterio y experiencia en la empresa, que inconvenientes existen en el proceso productivo del jabón líquido?

Tabla 23 Información pregunta no. 7

| Validos | Opción                          | Respuestas | Porcentaje |
|---------|---------------------------------|------------|------------|
|         | Envasado                        | 14         | 61%        |
|         | Empacado                        | 4          | 18%        |
|         | Despacho de materia prima       | 3          | 13%        |
|         | Etiquetado                      | 1          | 4%         |
|         | Mezcla química de materia prima | 1          | 4%         |
|         | Total                           | 23         | 100%       |

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

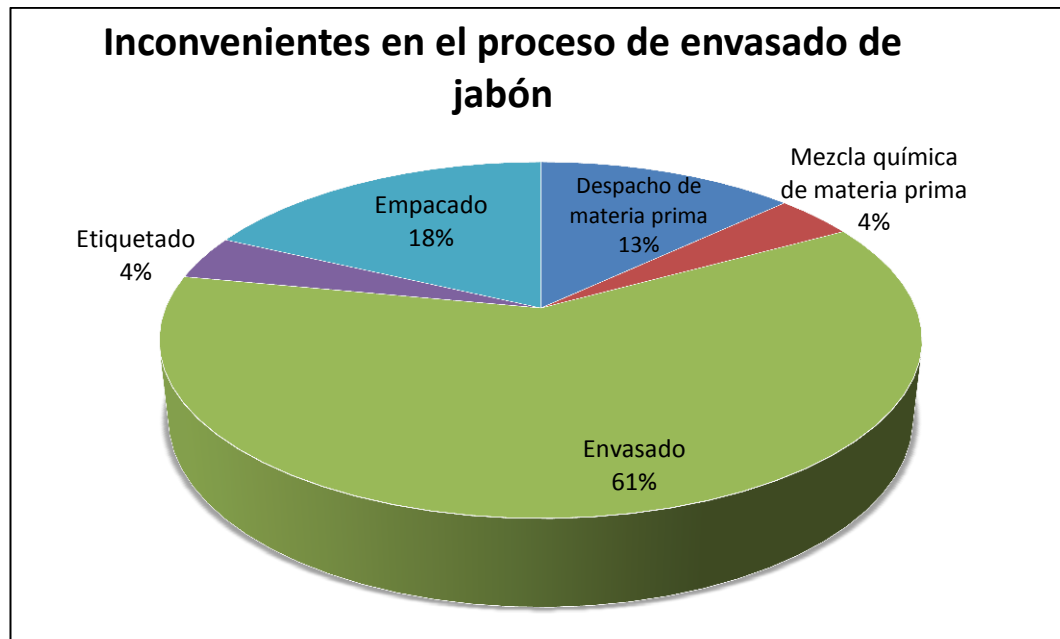


Figura 19: Pregunta no. 7

Fuente: El investigador

Los datos generados mediante esta pregunta muestran que el 61% menciona que hay problemas en el proceso productivo de jabón líquido en el envasado, el 18% en el empacado, el 13% en el despacho de materia prima, el 4% en el etiquetado y el otro 4% en la mezcla de materia prima.

#### **Interpretación:**

Para ofrecer el producto jabón líquido existen varios subprocesos pero el más importante es el envasado del producto; como se indica el proceso de envasado es un problema que necesita un análisis minucioso para que el producto sea comercializado y despachado con mayor eficiencia reduciendo retrasos.

## **Análisis de resultados de encuestas y observación del investigador**

Como se muestra, se realizan 7 preguntas al personal de producción mediante encuestas que se dirigieron en Didelsa buscando conocimientos específicos del proceso global de envasado de jabón líquido.

En base a estas opiniones basadas en conocimientos técnicos y experiencias se concluye que producción esta consiente de los problemas que existen con la maquinaria de envasado.

La inexistencia de un sistema de costos de producción y no contar con un control continuo de medición de materia prima hace que el personal sea consciente del rechazo de producto que se genera a diario en Didelsa.

Finalmente, se observa que en la planificación del envasado de jabón líquido es ineficiente, por consecuencia la empresa requiere de horas extras del personal debido a la ineficiencia del proceso.

## **Verificación de hipótesis**

Para verificar la incidencia de la hipótesis dentro del estudio a continuación se procede a comprobar mediante el método de Chi – Cuadrado,

Planteamiento de hipótesis:

- 1) Hipótesis alternativa: El proceso de envasado de jabón líquido incide en la productividad, en la empresa Didelsa.

- 2) Hipótesis nula: El actual proceso de envasado del jabón líquido NO incide en la productividad, en la empresa Didelsa.

Para la verificación se comprueba el análisis estadístico, seleccionando dos preguntas, las más relacionadas con la variable independiente y dependiente, conforme representatividad de las encuestas dirigidas al personal.

Tabla 24 Variables referenciadas

| <b>Variables</b> | <b>Relación</b>                      | <b>Pregunta</b> |
|------------------|--------------------------------------|-----------------|
| Independiente    | Proceso de envasado de jabón líquido | No. 6           |
| Dependiente      | Productividad                        | No. 4           |

Fuente: Observación directa

Elaborado por: El investigador

Tabla 25 Frecuencia observada Chi - Cuadrado

| Frecuencia observada                                                   |           |    | Validos   |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|----|-----------|
| Respuestas                                                             | Preguntas |    |           |
|                                                                        | 4         | 6  |           |
| Si                                                                     | 14        | 19 | 33        |
| No                                                                     | 6         | 4  | 10        |
| <b>Total</b>                                                           | 20        | 23 | <b>43</b> |
| Frecuencia esperada: $Fe = \frac{Total\ Si \times TotalNO}{Sumatoria}$ |           |    |           |
| $Fe = \frac{33 \times 10}{43} = 7,67$                                  |           |    |           |

Fuente: Observación directa

Elaborado por: El investigador

Tabla 26 Calculo Chi – Cuadrado

| Pregunta | Respuesta | fo | Fe | fo-Fe | [fo-Fe] <sup>2</sup> | $\chi^2$<br>$\sum \frac{(fo - Fe)^2}{Fe}$ |
|----------|-----------|----|----|-------|----------------------|-------------------------------------------|
| 4        | SI        | 14 | 8  | 6     | 36                   | 4,5                                       |
|          | NO        | 6  |    | -2    | 4                    | 0,5                                       |
| 7        | SI        | 19 |    | 11    | 121                  | 15,12                                     |
|          | NO        | 4  |    | -4    | 16                   | 2                                         |
| Total    |           |    |    |       |                      | 20,12                                     |

Fuente: Observación directa

Elaborado por: El investigador

Entonces el Chi - Cuadrado calculado es:  $\chi^2_c = 20,12$

Nivel de significancia

En este caso, la probabilidad de ocurrencia es 95%.

$$\alpha = 100\% - 95\%$$

$$\alpha = 5\%$$

$$\alpha = 5\% / 100$$

$$\alpha = 0,05$$

Grado de libertad  $(Gl) = (Filas - 1) \times (Columnas - 1)$

$$(Gl) = (2-1) \times (2-1)$$

$$(Gl) = 1$$

Se encuentra que el grado de libertad correspondiente es 1.

Regla de Decisión

Con el grado de libertad calculado se procede a seleccionar el valor del Chi - Cuadrado teórico de la tabla siguiente:

Tabla 27 Verificación Chi – Cuadrado teórico

| <b>Grados de libertad</b> | <b>Probabilidad</b> |       |       |
|---------------------------|---------------------|-------|-------|
|                           | 0,05                | 0,01  | 0,001 |
| 1                         | 3,84                | 6,64  | 10,83 |
| 2                         | 5,99                | 9,21  | 13,82 |
| 3                         | 7,82                | 11,34 | 16,27 |
| 4                         | 9,49                | 13,28 | 18,47 |
| 5                         | 11,07               | 15,09 | 20,52 |
| 6                         | 12,59               | 16,81 | 22,46 |
| 7                         | 14,07               | 18,48 | 24,32 |
| 8                         | 15,51               | 20,09 | 26,12 |
| 9                         | 16,92               | 21,67 | 27,88 |

Fuente: Leithold, L. (2014).

Elaborado por: El investigador

A continuación del grado de libertad y del nivel de significancia se selecciona el Chi – Cuadrado teórico ( $X^2_t$ ) igual a 3,84.

Como es el Chi – Cuadrado calculado ( $X^2_c$ ) es mayor que el teórico ( $X^2_t$ ),  $20,12 > 3,84$ .

Se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula, afirmando que:  
El actual proceso de envasado incide directamente en la productividad del jabón líquido, en la empresa Didelsa, Provincia de Pichincha, Cantón Quito.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Conclusiones**

- De acuerdo a la investigación realizada se determina que la eficiencia del proceso de envasado corresponde a un 75% detectando ineficiencias y presenta problemas como retrasos en tiempo en la producción diaria.
- La productividad actual del proceso de sistema corresponde a 71%, indicador que se ve afectado por el cuello de botella que se ve alojado en el subproceso de envasado.
- Posterior al análisis realizado se propone mejorar el proceso de envasado productos en Didelsa mediante maquinaria moderna con sistemas eficientes dejando de lado ciertos procesos manuales.

### **Recomendaciones**

- Se recomienda dejar a un lado los procesos manuales que sean de ejecución de actividades como el envasado para mejorar la eficiencia y agilizar el sistema productivo mediante sistemas modernos.
- Se recomienda cambiar el sistema de producción de la envasadora y así impactar sobre la productividad de Didelsa orientado a la reducción de productos rechazados.
- Se recomienda mejorar el sistema de envasado de Didelsa compuesto por maquinaria antigua, a través de equipos modernos para automatizar el proceso actual y basarse en herramientas de ingeniería.

## **CAPÍTULO V**

### **PROPUESTA**

#### **Título**

Propuesta de automatización del sistema de envasado de jabón líquido de la empresa Didelsa.

#### **Datos informativos**

Institución: Didelsa Cía. Ltda.

Institución ejecutora: Universidad Tecnológica Indoamérica, Carrera de Ingeniería Industrial

Beneficiarios: Planta productiva Didelsa Cía. Ltda.

Período: Inicio: 15 de diciembre de 2017

Fin: 28 de febrero de 2018

Ubicación: Av. Galo Plaza Lasso N54-168 y De los Pinos, Cantón Quito, Provincia Pichincha,

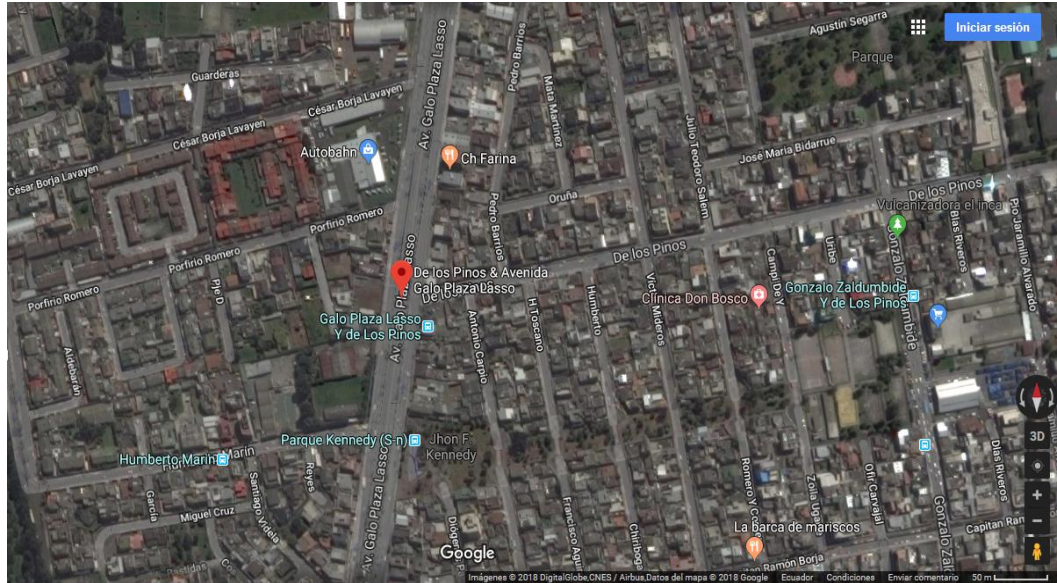


Figura 20: Ubicación georefenciada Didelsa

Fuente: Google Earth (2018).

Elaborado por: El investigador

La empresa:

**Misión:** somos una empresa que produce y comercializa productos de **Cuidado Personal**, con materias primas y procesos que se sujetan a exigentes estándares de calidad, para satisfacción y bienestar del consumidor. Trabajamos en equipo con eficiencia, honestidad y compromiso obteniendo excelentes resultados

**Visión:** ser reconocidos en el mercado como una empresa líder e innovadora de productos para **Cuidado Personal** gracias a la excelente calidad de nuestros productos y buen servicio que brindamos (Didelsa, 2017).

Así también a continuación una ilustración de los productos más representativos y que se comercializan:



Figura 21: Productos Didelsa

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

### Antecedentes de la propuesta

Las líneas de producción actuales se basan en sistemas automatizados, la gran demanda de jabón líquido en presentación de cuidado íntimo o producto de tocador impulsan la verificación del problema del sistema de envasado de Didelsa; por esto, se verifica la necesidad de solucionar el retraso en pedidos de envasado mediante proyectos similares relacionados que a continuación se citan:

**Sarsoza, P. (2013). Tesis de grado de la Universidad Técnica de Ambato de la Carrera de Ingeniería Mecánica. Estudio de un sistema de dosificación de líquidos aplicable en el laboratorio de sistemas de medición y control industrial para controlar el proceso de llenado de botellas.**

Proyecto de investigación del cual se desprenden los siguientes ítems:

- El control de procesos industriales es un factor importante en el ámbito profesional, en la investigación se definen los parámetros para la manipulación del sistema de dosificación de líquidos: tiempo de llenado y producción de botellas envasadas por hora principalmente.
- El proyecto aplica conocimientos sobre el sistema de dosificado de líquido con una visión adecuada y practica que agiliza todo el sistema de llenado mediante la automatización de procesos.
- El llenado de botellas depende del caudal de dosificación que se tiene desde la tolva pudiendo reducir tiempos de llenado conforme a una distribución más ágil de líquido desde la mezcla.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Proponer un sistema automático de envasado en la empresa Didelsa.

### **Objetivos específicos**

- Establecer parámetros de mejora adecuados para el sistema de envasado de jabón líquido en Didelsa.
- Seleccionar los elementos de control adecuados en el sistema de envasado con los cuales se pueda aumentar la productividad.
- Formular el sistema de dosificación de líquidos automatizado en Didelsa.

## **Justificación de la propuesta**

### **Técnica**

El método de envasado de líquidos en el país se realiza en muchas fábricas de manera manual con lo cual se produce un retardo en la producción, ya que depende de la velocidad de llenado de la persona encargada.

La finalidad del presente proyecto es implementar un sistema automático para envasar el jabón líquido en frascos plásticos de la fábrica Didelsa, con un diseño acorde a las normas vigentes en el país y con equipos confiables para utilizar un adecuado control.

Además el actual proyecto apunta a nuevas perspectivas que el campo de la ingeniería requiere, las nuevas técnicas de control y los sistemas modernos provocan conocimientos de los sistemas de envasado.

### **Económica**

En un mercado nacional y mundial competitivo donde se emplean sistemas modernos de procesamiento es necesario estar alineado a estos métodos de trabajo empleando conjuntos que ocupen cada vez más rápido y con menor costo justificando la importancia del desarrollo de la investigación.

Ofrecer una alternativa de modernización al proceso de envasado en Didelsa permite mejorar el desempeño del sistema global ajustando la línea con mayor cantidad de productos en consecuencia mejores ganancias y mayor rentabilidad a la empresa.

Económicamente invertir en equipos modernos con sistema automatizados es una ganancia ya que elimina el pago de horas extras y sobre cargas laborales a los trabajadores así como dinamiza el aumento de ganancias generales y cubre la demanda de la producción solicitada.

## **Desarrollo de la propuesta**

### **Factibilidad**

El diseño y selección de equipos de un sistema de envasado automático es factible debido a la **importancia** de mejorar la productividad, hoy por hoy existen máquinas con funcionamiento similar de los cuales se aprovecha sus principios, además existen en el mercado local.

También es factible **técnicamente** ya que aprovecha principios de funcionamiento en el cual se aplican tecnologías con conceptos de ingeniería mediante el control de equipos, máquinas y la gestión de talento humano conjunto.

Con el desarrollo de la propuesta se buscar aumentar la capacidad de producción del sistema de envasado, disminuir la mano de obra, aumentar producto envasado y reducir tiempos en entrega por tal motivo el proyecto tiene una factibilidad **económica** para solucionar el problema de Didelsa y así incidir en la productividad.

Los elementos utilizados en esta propuesta de mejora son de acero inoxidable, dispositivos neumáticos, tuberías y accesorios que hacen que el proyecto sea ejecutable.

## Hoja de ruta critica

A continuación el desarrollo que expone la ruta crítica con las actividades señaladas:

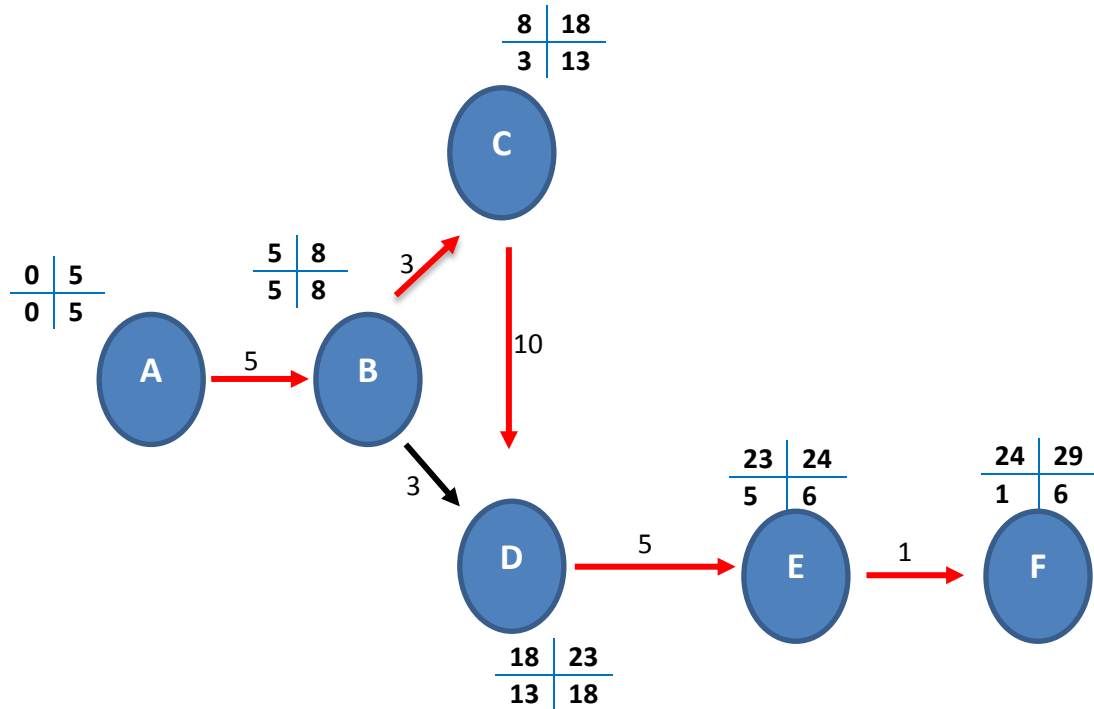


Figura 22: Ruta crítica del plan de mejora

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

Del grafico se expone los siguientes datos relevantes:

- Ruta critica A-F: 24 días de duración
- Holguras:

A: 0, B: 0; C:5; D:5; E:18; G:23.

Tabla 28 Definición de Actividades

| Nº | Descripción                                  | Actividad | Predecesoras | Duración en semanas |
|----|----------------------------------------------|-----------|--------------|---------------------|
| 1  | Recolección de información                   | A         | -            | 5                   |
| 2  | Estudio de datos y tabulación de información | B         | A            | 3                   |
| 3  | Desarrollo de resultados                     | C         | B            | 3                   |
| 4  | Generación de plan de propuesta              | D         | B, C         | 10                  |
| 5  | Implementación de propuesta                  | E         | D            | 5                   |
| 6  | Análisis económico y resultados finales      | F         | E            | 3                   |

Fuente: Observación directa

Elaborado por: El investigador

Adicionalmente seguido se ilustra el cronograma de actividades conforme la duración de las mismas:

Tabla 29 Cronograma

| Nº | Actividad                                    | Tiempo | Dic. 2017 |    |    |    | Ene. 2018 |    |    |    | Feb. 2018 |    |
|----|----------------------------------------------|--------|-----------|----|----|----|-----------|----|----|----|-----------|----|
|    |                                              |        | S1        | S2 | S3 | S4 | S1        | S2 | S3 | S4 | S1        | S2 |
| 1  | Recolección de información                   | 5      | X         |    |    |    |           |    |    |    |           |    |
| 2  | Estudio de datos y tabulación de información | 3      |           | X  |    |    |           |    |    |    |           |    |
| 3  | Desarrollo de resultados                     | 3      |           |    | X  |    |           |    |    |    |           |    |
| 4  | Generación de plan de propuesta              | 10     |           |    |    |    | X         | X  |    |    |           |    |
| 5  | Implementación de propuesta                  | 5      |           |    |    |    |           |    | X  |    |           |    |
| 6  | Análisis económico y resultados finales      | 1      |           |    |    |    |           |    |    | X  | X         | X  |

Fuente: Observación directa

Elaborado por: El investigador

## **Estudio de ingeniería básica**

Como se había expuesto en el capítulo IV, el proceso específico de envasado es manual, el cual funciona mediante un pedal que el operador presiona para llenar las botellas, ocupando gran cantidad de tiempo, se propone un sistema automatizado que transfiere las tareas de producción a un conjunto de elementos tecnológicos.

Pero para definir el sistema de mejora, primero se detalla que el sistema actual cuenta con máquinas automáticas en algunos procesos antes nombrados en la tabla 15, por lo tanto necesitamos varios componentes para poner a trabajar la envasadora a un mejor ritmo de producción y llegar a cumplir lo establecido, se necesita de los siguientes componentes, como principal un PLC, sensores eléctricos, pulsadores, panel de control, banda transportadora, motor, variador de velocidad, contactores, breakers relays y programación de todo el conjunto.

A continuación se exponen los equipos con los que cuenta actualmente la empresa Didelsa, para la mejora y automatización del proceso:

### **Envasadora manual de doble boquilla**

Esta envasadora es volumétrica, y cuenta con dos salidas para la dosificación del jabón líquido, la cual se puede regular el rango de volumen del producto, mediante la regulación de 2 sensores los cuales hacen que el recorrido de los cilindros de dosificación, se vean limitados por dichos sensores y así dosificar las cantidades exactas del jabón líquido.

Entre las principales características están:

- Volumen de llenado de 30-1000 [ml]
- Entrada para accionamiento de envasado automático
- Capacidad 26 [u/min], satisface los requerimientos
- Precisión de llenado  $\pm 0.5 \%$
- Capacidad de producción (ciclo / min): 2-26
- Presión aplicable (Mpa) 0.4-0.9



Figura 23: Envasadora actual

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

## **Banda transportadora**

En la banda transportadora existente se mejorara su control para abastecer directamente a la envasadora donde se necesita menor control, debido al sistema automatizado de despacho de jabón líquido.

La banda transportadora es el sistema que se encarga de llevar los envases hacia la envasadora, por esto tiene condiciones conforme a la nueva capacidad del proceso de llenado, el sistema general de la banda transportadora es independiente de las otras máquinas.

La cual incluye el motor y el variador de velocidad ya instalados en el equipo.



Figura 24: Banda transportadora

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

## Selección de elementos propuestos que Didelsa NO dispone

### Sensores

Para detectar la presencia de los envases tanto al ingresar a la banda transportadora como al parar para el despacho de líquido, se necesitan sensores retroreflectivos que detectan los recipientes plásticos a larga y corta distancia, a continuación se mencionan tres sensores con las siguientes características:

Tabla 30 Características técnicas Sensores

| Sensor fotoeléctrico tipo retroreflectivo |                                   |                                   |                  |
|-------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------|
| Características                           | Detalle                           |                                   |                  |
| Marca                                     | <b>Sick modelo VTE18</b>          | Siemens TM22C                     | Banner VD52A     |
| Tensión de alimentación                   | 12 a 240 [Vc.c] y 24 a 240 [Vc.a] | 12 a 240 [Vc.c] y 24 a 240 [Vc.a] | 12 a 240 [Vc.a]  |
| Consumo                                   | $\leq 2$ [W]                      | $\leq 3$ [W]                      | $\leq 2,5$ [W]   |
| Distancia de detección                    | 10 [cm]                           | 9 [cm]                            | 15 [cm]          |
| Ángulo direccional con reflector          | 3 a 20°                           | 5 a 20°                           | 3 a 25°          |
| Tiempo de respuesta                       | $\leq 30$ [ms]                    | $\leq 40$ [ms]                    | $\leq 35$ [ms]   |
| Temperatura operación                     | -25 °C a 55° [C]                  | -6 °C a 10° [C]                   | -10 °C a 25° [C] |

Fuente. Sick, Siemens, Banner. (2018).

Elaborado por: El investigador

Conforme los tres sensores fotoeléctricos enunciados, se selecciona la marca Sick debido a que presenta mejores características técnicas de rendimiento, entre los parámetros más destacables se tiene el voltaje de trabajo variable, , temperatura de operación y consumo energético menor,. A continuación una ilustración de dicho elemento:



Figura 25: Sensor Sick 110 VAC retroreflectivo

Fuente: Sick. (2018).

Elaborado por: El investigador

## **PLC**

PLC es el acrónimo en ingles de Controlador Lógico Programable, son dispositivos electrónicos usados en automatización industrial. Un PLC controla la lógica de funcionamiento de máquinas y procesos industriales, procesan y reciben señales digitales y analógicas y aplican estrategias de control (Logicbus, 2016).

Seguido se exponen tres PLC's investigados para seleccionar el mejor conforme las necesidades de la propuesta:

Tabla 31 Características técnicas PLC's

| <b>PLC 4 salidas de control</b>  |                                          |                                          |                                          |
|----------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>Características</b>           | <b>Detalle</b>                           |                                          |                                          |
| Marca                            | Schneider                                | Mitsubishi Electric                      | <b>Siemens Logo</b>                      |
| Tipo                             | FB004                                    | OBA06                                    | 6ED1-052                                 |
| Características                  | CPU con 4 puntos de entradas y 4 salidas | CPU con 6 puntos de entradas y 4 salidas | CPU con 8 puntos de entradas y 4 salidas |
| Sistema de expansión y operación | Salida a relé de control                 | Rele analógico                           | Modulo de expansión                      |
| Tensión de alimentación          | 108 – 230 [V] AC/DC                      | 12 – 220 [V] AC/DC                       | 115/230 [V] AC/DC                        |
| Consumo                          | 32 [mA]                                  | 40 [mA]                                  | 30 [mA]                                  |
| Corriente máxima                 | 4 [A]                                    | 2,5 [A]                                  | 3 [A]                                    |
| Temperatura de trabajo           | 0° a 35 ° [C]                            | -2° a 35 ° [C]                           | 0° a 55 ° [C]                            |
| Humedad                          | 10% a 90% (Sin condensación)             | 10% a 90% (Sin condensación)             | 10% a 90% (Sin condensación)             |
| Peso                             | 210 [g]                                  | 230 [g]                                  | 200 [g]                                  |

Fuente: Mitsubishi Electric, Schneider, Siemens. (2018).

Elaborado por: El investigador

En base a la tabla nro. 31 se selecciona el PLC Siemens Logo tipo 230C 6ED 1052, debido a las características principales que presenta más entradas de control digital, incorpora un módulo de expansión que regula las señales y los sistemas son los más actuales del mercado.

A continuación una imagen del PLC seleccionado en la propuesta:



Figura 26: PLC Siemens Logo

Fuente: Siemens. (2018).

Elaborado por: El investigador

### **Contactor**

El contactor es un dispositivo electrónico que sirve para cortar la corriente entre los accionamientos y el panel de control, el funcionamiento se basa en dos posiciones de marcha, en reposo cuando no recibe ninguna señal o activado cuando tiene una acción por parte del circuito de mando.

Tabla 32 Características técnicas Contactores

| <b>Contactores de 3 polos</b> |                 |                     |                   |
|-------------------------------|-----------------|---------------------|-------------------|
| <b>Características</b>        | <b>Detalle</b>  |                     |                   |
| Marca                         | Chint           | <b>Sassin</b>       | Furnas            |
| Tipo                          | NCK3-50         | 3SC8-09110          | 42DF35AG          |
| Tensión de alimentación       | 110 -120 [V] AC | 110 – 230 [V] AC/DC | 110/230 [V] AC/DC |
| Consumo                       | 50 [A]          | 50 [A]              | 60 [A]            |
| Sistema de funcionamiento     | Manual          | Magnético           | Bobina eléctrica  |
| Temperatura de trabajo        | -2° a 25 ° [C]  | -5° a 45 ° [C]      | 0° a 50 ° [C]     |

Fuente: Chint, Sassin, Furnas. (2018).

Elaborado por: El investigador

Para el caso de Didelsa conforme los requerimientos de la propuesta de automatización se selecciona el contactor marca Sassin de 3 polos para tensión de 110 [V], dicho elemento brinda mejores características debido a sus conexiones por tornillos y su fácil instalación en rieles internas del tablero; seguido una imagen del contactor:



Figura 27: Contactor Sassin

Fuente: Sassin. (2018).

Elaborado por: El investigador

### **Disyuntor (Breaker)**

Los disyuntores son interruptores automáticos que funcionan cuando el sistema filtra una corriente significativa a la tierra, desconectando el circuito, estos dispositivos amperométricos sirven como protección en sistemas eléctricos y son muy importantes en toda instalación, doméstica o industrial.

El trabajo del disyuntor actúa conjuntamente con la puesta a tierra de los enchufes y masas metálicas de los aparatos eléctricos, su activación es por defecto a tierra cuando excede la sensibilidad, es decir cuando las corrientes de entrada y de salida tienen un diferencial muy pequeño y sobrepasan a los que están calibrados.

A continuación tres disyuntores expuestos para el criterio de selección:

Tabla 33 Características técnicas Disyuntores

| Disyuntor diferencial 2 polos sensibilidad 30 [mA] |            |                  |                  |
|----------------------------------------------------|------------|------------------|------------------|
| Características                                    | Detalle    |                  |                  |
| Marca                                              | Sica       | <b>ABB</b>       | Eaton Moeller    |
| Tipo                                               | 785625     | 2X80A            | PFIM-63/2/003-MW |
| Tensión nominal                                    | 230 [V] AC | 240 [V] AC       | 210 [V] AC/DC    |
| Corriente máxima                                   | 45 [A]     | 40 [A]           | 60 [A]           |
| Sistema de funcionamiento                          | Inmutizado | Súper inmutizado | Súper inmutizado |

Fuente: Sica, ABB, Eaton Moeller, 2018.

Elaborado por: El investigador



Figura 28: Interruptor diferencial ABB

Fuente: ABB. (2018).

Elaborado por: El investigador

## **Tablero de control**

Es el elemento eléctrico que apoya la ejecución de tareas programadas como maniobras de procesos; el tablero es el dispositivo conjunto que contiene el panel para alarmas y depende del diseño del sistema y de los elementos seleccionados para actuar en el proceso con sus respectivos accionamientos involucrados.

Para el armado del tablero existen normas a cumplir que permiten su funcionamiento, puesto en marcha, para este caso, se selecciona la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC – Capitulo 15 que menciona que se necesitan en instalaciones industriales, los siguientes botones:

1. Luz de alarmas
2. Selector de banda de transporte
3. Pulsador de inicio de proceso
4. Pulsador de paro de emergencia
5. Regulación de velocidad (potenciómetro)
6. Interfaz y
7. Pulsador de fin de proceso.

En la actualidad los tableros son sistemas que permiten la interacción entre el hombre y las máquinas para visualizar los diversos procesos, en el caso de Diselsa se implementa un panel de control de tamaño 80 x 120 [cm], medida

estándar en instalaciones industriales, en este sentido en base a la normativa, no existe comparación de elementos, debido a que el tablero se monta en función de las necesidades, a continuación una ilustración referencial de los botones y mandos que contiene el panel de propuesta:



Figura 29: Tablero de control

Fuente: Mercadotecnia electrónica. (2017).

Elaborado por: El investigador

### **Cilindros de Doble Efecto**

Son los dispositivos que producen movimiento en un proceso, es decir son actuadores dentro de actividades propuestas de un sistema. En la propuesta de Didelsa se emplea para detener los envases a medida de que avanzan en la banda transportadora.

A continuación tres marcas de cilindros doble efecto para comparación y selección:

Tabla 34 Características técnicas Cilindros Doble Efecto

| Cilindro Doble Efecto |                 |                  |                  |
|-----------------------|-----------------|------------------|------------------|
| Características       | Detalle         |                  |                  |
| Marca                 | <b>Festo</b>    | Clippard         | Aventics         |
| Tipo                  | DSNU            | CR-SD-24         | CLS-643          |
| Tensión nominal       | 230 [N]         | 240 [N]          | 210 [N]          |
| Carrera               | 1500 -2500 [mm] | 400 – 1500 [mm]  | 1200 – 2700 [mm] |
| Velocidad             | 0,01 – 1 [m/s]  | 0.08 – 1,2 [m/s] | 0,03 – 1 [m/s]   |

Fuente: Festo, Clippard, Aventics. (2018).

Elaborado por: El investigador

Se selecciona el cilindro doble efecto marca Festo debido a que es el dispositivo que cumple con varias normas internacionales, además este tipo de cilindro produce movimientos en ambos sentidos, avance y retroceso.



Figura 30: Cilindro doble efecto Festo

Fuente: Festo. (2018).

Elaborado por: El investigador

## **Sistema de control**

El sistema de control es la parte programable o tecnología que se basa en relés, tarjetas electrónicas, controladores lógicos programables y además todos generalmente correlacionados en un tablero de control.

Un sistema de fabricación automatizado se comunica con las maquinas mediante los elementos indicados y para el funcionamiento del sistema de control se necesita de elementos eléctricos y electrónicos.

El sistema automatizado consta de dos partes principales los cuales son:

- Parte operativa,
- Sistema de control.

## **Parte operativa**

Es la parte que actúa directamente sobre los equipos como ejemplo son los elementos que hacen que las máquinas se muevan como, accionadores, motores, cilindros, compresores y sensores

## **Producción requerida [u/min]**

En la definición de la mejora del sistema de envasado el proceso tiene mínimo dos boquillas para llenado de botellas simultáneamente, además una capacidad mínimo de  $20 \text{ [u/min]} = 1200 \text{ [u/h]}$ .

Si se tiene esta capacidad se completa toda la capacidad de la tolva de  $1200 \text{ [lts]} = 4800 \text{ [bt]}$  en despachos de botellas con volumen de  $250 \text{ [ml]}$  en el

tiempo de 4 horas, además el mismo sistema puede trabajar con variadas dimensiones de envases tales como:

Tabla 35 Producción requerida

| <b>Capacidad [litros]</b> | <b>Altura exterior [mm]</b> | <b>Diámetro exterior [mm]</b> |
|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 3                         | 370                         | 115                           |
| 2                         | 350                         | 105                           |
| 1.5                       | 345                         | 90                            |
| $\frac{1}{2}$             | 220                         | 65                            |
| $\frac{1}{4}$             | 100                         | 60                            |

Fuente: Observación directa

Elaborado por: El investigador

Es importante mencionar que con este nuevo sistema se envasa más botellas con diversos volúmenes, por lo cual la diversificación de productos en Didelsa será un ítem para ganar competitividad en el mercado.

Además se menciona la velocidad de transportación como referencia de los fabricantes de los dos sistemas desde la banda transportadora y la envasadora es una velocidad lineal de 10 [m/min].

### **Diseño del sistema eléctrico**

El sistema eléctrico, responsable del funcionamiento de la máquina envasadora es de fácil montaje, uso y mantenimiento para el uso de la banda

transportadora y el control del envasado se necesita un controlador lógico programable (PLC)

El proceso inicia seleccionando la capacidad de envasado en este caso 250 [ml], posterior el cilindro de despacho absorbe la cantidad determinada y enciende la banda transportadora para que el envase llegue hasta el sensor, el cual envía un pulso hacia el PLC donde se enclava una bobina y envía la señal hacia la electroválvula del cilindro para que inicie la inyección del jabón líquido en la botella, una vez terminada la dosificación, de las dos boquillas, actúa el cilindro de salida de envases para avanzar con la siguiente dosificación.

### Diagrama de control

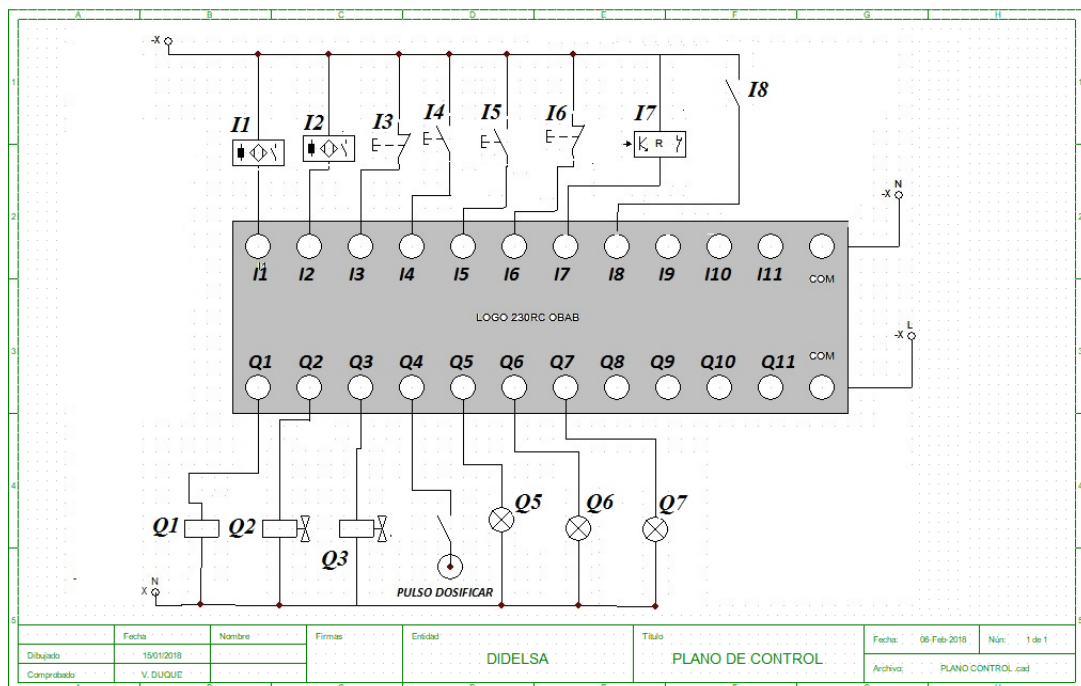


Figura 31: Diagrama de control

Fuente: Cade-simu. (2018).

Elaborado por: El investigador

Con el diagrama de control expuesto en la figura no. 31 sobre el desarrollo del proceso, a continuación se expone la tabla que indica las variables que intervienen en el circuito

Tabla 36 Variables de entradas y salidas

| <b>Variable</b> | <b>Descripción</b>     | <b>Variable</b> | <b>Descripción</b>   |
|-----------------|------------------------|-----------------|----------------------|
| I1              | Sensor boquilla 1      | Q1              | Banda transportadora |
| I2              | Sensor boquilla 2      | Q2              | Cilindro 1           |
| I3              | Paro de emergencia     | Q3              | Cilindro 2           |
| I4              | Inicio                 | Q4              | Pulso dosificar      |
| I5              | Jog banda              | Q5              | Luz piloto on        |
| I6              | Parada                 | Q6              | Luz piloto off       |
| I7              | Sensor entrada envases | Q7              | Luz JoG banda        |
| I8              | Contacto protección    |                 |                      |

Fuente: Observación directa

Elaborado por: El investigador

### **Entradas**

I1 Detecta cuando la boquilla 1 termina de dosificar

I2 Detecta cuando la boquilla 2 termina de dosificar

I 3 Hace un paro general del sistema y lo deshabilita

I4 Arranque de todo el sistema

I5 JoG activa únicamente la banda transportadora

I6 Parada del sistema

I7 Detecta la cantidad de envases para dosificar

I8 Contacto de protección de motor

### **Salidas**

Q1 Salida para activar la banda transportadora

Q2 Activa cilindro neumático para alimentar recipientes para envasar

Q3 Activa cilindro neumático para sacar los recipientes envasados

Q4 Activa el pulso de dosificación para envasar

Q5 Luz piloto que indica que el sistema está operando

Q6 Luz piloto que indica que el sistema está parado

Q7 Luz piloto que indica que la banda transportadora es la única encendida

Además para el control de los cilindros de doble efecto se utilizan 2 electroválvulas 5/2 con bobinas de 110 [VAC] y para el control del motor se utiliza un arranque directo, ya que se dispone de un variador de velocidad, seguido una ilustración de la simulación del trabajo de los cilindros neumáticos:

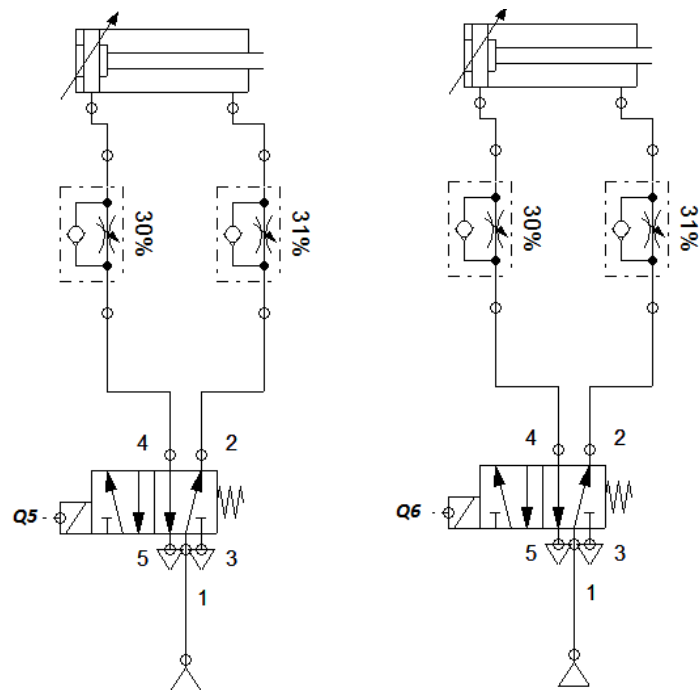


Figura 32: Circuito neumático cilindros

Fuente: FluidSim. (2018).

Elaborado: El investigador

Como consecuencia de los diagramas y desarrollo del plan en el anexo no. 1 se agrega el programa de control del PLC en lenguaje FDB.

### **Costo de operación y mantenimiento**

Los costos de mantenimiento son asumidos por Didelsa debido que los fabricantes de las maquinarias brindan una capacitación alrededor de tres técnicos de producción y mantenimiento para explicar sobre un plan continuo preventivo de los quipos nuevos que incluye verificación y cambio de filtros de equipos, se manifestó que en la envasadora se necesitan alrededor de 1.000 [USD] en costos anuales para sustentación.

## Beneficios de la propuesta

A continuación se presenta en la tabla el sistema de funcionamiento actual con la implantación del proceso de envasado con el total de recursos utilizados y sus capacidades:

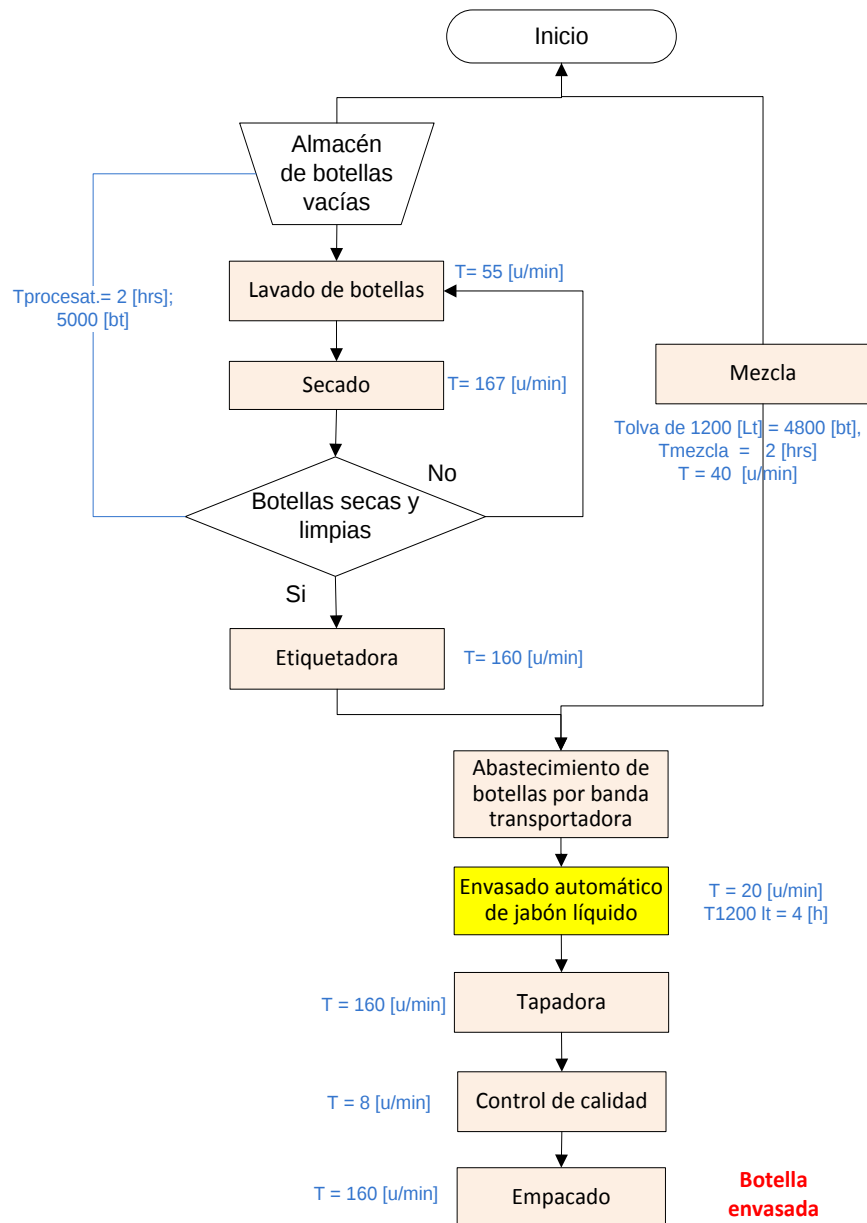


Figura 33: Sistema de envasado mejorado

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

Tabla 37 Sistema moderno de envasado

| No.   | Jabón líquido 250 [mL]         | Tipo de proceso | [u/min] | Tiempo requerido [hrs] | [u/h] | Número de personas |
|-------|--------------------------------|-----------------|---------|------------------------|-------|--------------------|
| 1     | Mezcla de insumos              | Automático      | 40      | 2                      | 4800  | 2                  |
| 2     | Lavado                         | Automático      | 55      | 1,5                    | 4950  | 2                  |
|       | Secado                         | Automático      | 167     | 0,5                    | 5010  |                    |
| 4     | Etiquetado de botellas         | Automático      | 160     | 0,5                    | 4800  | 2                  |
| 5     | Envasado                       | Automático      | 20      | 4                      | 4800  | 1                  |
| 6     | Tapado                         | Automático      | 160     | 0,5                    | 4800  | 3                  |
| 7     | Control de calidad (aleatorio) | Manual          | 8       | 0,5                    | 240   | 1                  |
| 8     | Empaque                        | Semiautomático  | 160     | 0,5                    | 4800  | 4                  |
| Total |                                |                 |         | 8                      | 4800  | 15                 |

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

$$\text{Productividad}_{\text{AUTOMATIZADA SISTEMA COMPLETO}} = \frac{4.800 \frac{\text{unidades}}{\text{día}}}{15 \text{ personas} \times 8 \frac{\text{horas}}{\text{día}}}$$

Productividad<sub>ACTUAL</sub> = 40 unidades por hora trabajada

$$\text{Productividad}_{\text{SUB PROCESO DE ENVASADO}} = \frac{4.800 \frac{\text{unidades}}{\text{día}}}{1 \text{ persona} \times 4 \frac{\text{horas}}{\text{día}}}$$

Productividad<sub>ENVASADO AUTOMATIZADO</sub> = 1.200 unidades por hora trabajada

$$\text{Eficiencia}_{\text{ENVASADO}} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Unidades proyectadas}}$$

$$\text{Eficiencia}_{\text{ENVASADO}} = \frac{800 \text{ unidades/hora}}{800 \text{ unidades/hora}} = 1$$

$$\text{Eficiencia}_{\text{ENVASADO}} = 1 \times 100\% = 100\%$$

### **Impacto ambiental y financiero**

La sección que se desarrolla a continuación contempla el costo total económico que representa el diseño e implementación del sistema automatizado de envasado en donde se dividen los siguientes rubros:

- Maquinaria utilizada
- Consumibles de instalación y mantenimiento
- Costos varios

En las siguientes tablas se describen las máquinas, equipos, consumibles de instalación y varios empleados en el plan de automatización del proceso de

envasado con su costo total otorgado mediante privacidad como precio final por Didelsa.

Tabla 38 Costos maquinaria de automatización

| No.          | Máquina                                                                     | Características                                                   | Costo [USD]   |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1            | Accesorios e implementación para el sistema envasado (boquillas, cilindro). | DLPK-1000D                                                        | 6800          |
| 2            | Sensor de control- Sick                                                     | 110 [VAC] modelo VTE18                                            | 160           |
| 4            | Tablero de control                                                          | 80 x 120 [cm]                                                     | 200           |
| 5            | PLC / Siemens Logo 6ED1-052                                                 | Micro PLC Logo/ Output 4XRelay/10A + modulo expansion 4XRelay/10A | 320           |
| 6            | Programación de sistemas de control                                         | Detalle de control en el sistema automatizado                     | 390           |
| 7            | Sistema complementario de banda transportadora completa                     | (motor, variador de velocidad, accesorios)                        | 5000          |
| 8            | Contactor                                                                   | Sassin 110 [VAC]                                                  | 80            |
| 9            | Disyuntor                                                                   | Dos polos                                                         | 50            |
| 10           | Instalación y mano de obra                                                  | Puesta en marcha de los equipos                                   | 1000          |
| <b>Total</b> |                                                                             |                                                                   | <b>14.000</b> |

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

Tabla 39 Consumibles de instalación y mantenimiento

| <b>No.</b>   | <b>Descripción</b>          | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>P.V.U.<br/>[USD]</b> | <b>Precio total<br/>[USD]</b> |
|--------------|-----------------------------|---------------|-----------------|-------------------------|-------------------------------|
| 1            | Mantenimiento anual         | Unidad        | 1               | 2.000                   | 2.000                         |
| 2            | Pernos, tuercas y arandelas | Unidad        | 50              | 0,15                    | 7,50                          |
| 3            | Brocas de perforación       | Unidad        | 5               | 3                       | 15                            |
| 4            | Cables eléctricos sellados  | Metros        | 20              | 1,15                    | 23                            |
| 5            | Guaipes                     | Unidad        | 10              | 0,25                    | 2,5                           |
| <b>Total</b> |                             |               | <b>[USD]</b>    |                         | <b>2.048</b>                  |

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

Tabla 40 Varios

| <b>No.</b>   | <b>Descripción</b> | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> | <b>P.V.U.<br/>[USD]</b> | <b>Precio total<br/>[USD]</b> |
|--------------|--------------------|---------------|-----------------|-------------------------|-------------------------------|
| 1            | Internet           | Hora          | 60              | 0,75                    | 45                            |
| 2            | Hojas              | Unidad        | 1.500           | 0,015                   | 22,5                          |
| 3            | Impresiones        | Hojas         | 1.500           | 0,10                    | 10                            |
| 4            | Anillados          | Unidad        | 6               | 1                       | 6                             |
| 5            | Transporte         | Pasajes       | 50              | 0,25                    | 12,5                          |
| <b>Total</b> |                    |               | <b>[USD]</b>    |                         | <b>96</b>                     |

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

Tabla 41 Costo total

| <b>Descripción</b>                            | <b>Costo total [USD]</b> |
|-----------------------------------------------|--------------------------|
| Maquinaria                                    | <b>14.000</b>            |
| Costos de instalación y mantenimiento         | <b>2.048</b>             |
| Varios                                        | <b>96</b>                |
| <b>Costo total del plan de automatización</b> | <b>16.144</b>            |

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

Conforme el costo total del plan de automatización, a continuación se inicia la evaluación económica, en donde se expresa la amortización del capital para los 6 meses que se plantea recuperar la inversión:

Tabla 42 Tabla de amortización anual

|                     |              |
|---------------------|--------------|
| <b>Monto</b>        | \$ 16,144.00 |
| <b>Tasa interés</b> | 5.99%        |
| <b>Tiempo</b>       | 6 meses      |

| Meses              | Saldo [USD] | Cuota [USD]      | Interés [USD]   | Capital [USD] | Saldo [USD] |
|--------------------|-------------|------------------|-----------------|---------------|-------------|
| 1                  | -16.144,00  | 3282,05          | 967,03          | 2315,03       | 13828,97    |
| 2                  | -13.828,97  | 3282,05          | 828,36          | 2453,70       | 11375,27    |
| 3                  | -11.375,27  | 3282,05          | 681,38          | 2600,68       | 8774,60     |
| 4                  | -8.774,60   | 3282,05          | 525,60          | 2756,46       | 6018,14     |
| 5                  | -6.018,14   | 3282,05          | 360,49          | 2921,57       | 3096,57     |
| 6                  | -3.096,57   | 3282,05          | 185,48          | 3096,57       | 0,00        |
| <b>Total [USD]</b> |             | <b>19.692.33</b> | <b>3.548,33</b> | <b>16.144</b> |             |

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

Además como se muestra en la tabla no. 35 ahora con la implementación del plan de automatización se elimina las horas extras que se tenían, en consecuencia, seguido se calcula el valor de la hora extra para verificar el ingreso que se tendría en Didelsa:

Tomando en cuenta un promedio de salario de \$400 se presenta el costo total que genera la mano de obra con derechos de ley para la empresa:

- Salario básico unificado SBU: \$386
- Sueldo: \$400
- IEES (11,15)% : \$43,04
- Décimo Tercero (1/12 de sueldo) = \$33,33
- Décimo Cuarto (1/12 de SBU) = \$32,17
- Fondos de Reserva (1/12 de sueldo)= \$33,33
- Vacaciones (1/24 de sueldo) = \$16,67
- Total derechos de ley= \$ 158,54
- Total sueldo + derechos de ley = \$558.54
- Costo hora =  $\$558.54 / 240 = \$2,327$
- Costo hora = \$2,327

Costo hora extra conforme el código de trabajo del Ministerio de Trabajo es 1,5 veces más de la hora normal, en consecuencia:

**Costo hora extra =  $1,5 \times \$2,327 = 3,50$  USD**

Explicando que se elimina el costo mensual en horas extras que se tenía de 17 personas en 2,5 horas extras, se eliminan mensual aproximadamente con 22

días de trabajo por mes un valor de 3272,5 USD, por lo que se planifica recuperar planificada para 6 meses.

A continuación las formulas siguientes que responden al análisis del Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR):

$$VAN = -I_0 + \sum \frac{FC_i}{(1+r)^i}$$

$$TIR: 0 = -I_0 + \sum \frac{FC_i}{(1+r)^i}$$

Donde para los cálculos se toma la tasa de descuento fijada por el Banco Central del Ecuador para empresas pequeñas de 11.83%.

Tabla 43 VAN - TIR

| Descripción            | Mes 0           | Mes 1  | Mes 2      | Mes 3  | Mes 4  | Mes 5     | Mes 6  |
|------------------------|-----------------|--------|------------|--------|--------|-----------|--------|
| Inversión              | -16.144         |        |            |        |        |           |        |
| Flujo Neto de efectivo |                 | 3272,5 | 3272,5     | 3272,5 | 3272,5 | 3272,5    | 3272,5 |
| $(1+i)^n$              |                 | 1.11   | 1.3        | 1.4    | 1.5    | 1.7       | 1.8    |
| <b>VAN</b>             | <b>1.236,74</b> |        | <b>TIR</b> |        |        | <b>6%</b> |        |

Fuente: Didelsa

Elaborado por: El investigador

De los resultados además se tiene que

- $TIR > 0 \rightarrow$  el proyecto de inversión será aceptado,
- $TIR = 0 \rightarrow$  Estaría en una situación igual a la que se producía cuando el VAN era 0,
- $TIR < 0 \rightarrow$  el proyecto debe rechazarse.
- $VAN > 0 \rightarrow$  el proyecto es rentable,
- $VAN = 0 \rightarrow$  el proyecto es rentable también, porque está incorporado la ganancia,
- $VAN < 0 \rightarrow$  el proyecto no es rentable.

Con los dos indicadores obtenidos de la tabla no. 43 se concluye que el proyecto es viable.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **CONCLUSIONES**

- Con la propuesta del sistema de automático de envasado se comprueba que existen parámetros de mejora de la producción de envases como la velocidad de llenado que se incrementa de 10 [u/min] a 20 [u/min] obteniendo el doble de producto por minuto, en la parte crítica del sistema, además se establece que el parámetro de horas extras diarias son eliminadas completando la producción necesaria en 8 horas de jornada laboral.
- La propuesta de envasado mediante la automatización selecciona elementos de control ágiles como sensores, banda de transportación, envasadora doble boquilla, panel de control y demás accesorios que juntos trabajan en un rango establecido facilitando al sistema de producción otorgando 1.200 unidades por hora trabajada en referencia a las 900 [U/h] antes efectuadas.
- Mediante el estudio realizado se formula el sistema automático de envasado que corrige deficiencias del sistema acorde a las necesidades de Didelsa cumpliendo con éxito el desarrollo de la investigación y eliminando las horas extras que mensualmente representaban alrededor de 3273 USD.

### **RECOMENDACIONES**

- Con los parámetros de mejora establecidos y al tratarse de un sistema moderno propuesto, se sugiere establecer un plan de mantenimiento programado basado

en sistemas predictivos para evitar daños prematuros o paradas de producción a los equipos que trabajan en el sistema.

- Con los elementos de control, actuadores y equipos necesarios de la propuesta de automatización se recomienda tomar capacitar a varios operarios sobre el uso y manipulación de las máquinas nuevas para que el sistema propuesto sea entendido por los diferentes trabajadores.
- Se recomienda implementar el sistema automático formulado, mediante el uso de equipos actuales que mejoren tiempos de respuesta en procesos como el caso del mezclado, envasado y tapado en Didelsa que conjuntos reducen tiempos de procesamiento con respecto al sistema manual.

## **Bibliografía**

- 1) Calvo, M. (2013). *Hacia la calidad mediante la mejora de procesos*. Monterrey, México.
- 2) Chiavenato, I. (2014). *Administración de recursos humanos*. Manizales, Colombia. Editorial Mc-Graw Hill.
- 3) Dessler, G. (2000). *Administración de Personal*. Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana
- 1) Geneto, M. (2013). *Modelización de procesos industriales y empresariales*. Buenos Aires, Argentina.
- 2) Guía de Procesos. (2014). *Norma técnica no. 013 - MINSA/DGSP*. Ministerio de Salud, Lima, Perú.
- 3) Gutiérrez, H. (2014). *Control Estadístico de Calidad y Sig Sigma*. Universidad Román de la Vara Salazar, España.
- 4) Hernández, R. (2012). *Metodología de la Investigación*. México: Mcgraw-Hill, Interamericana editores S.A.
- 5) IBM. (2013). *Business Process Management*. USA: IBM.
- 6) Konz, S. (2014). *Diseño de Sistemas de Trabajo*. Guadalajara, México. Editorial Limusa.
- 7) Mark, P. (2016). *Ingeniería Industrial Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo*. México. Editorial Alfa omega

- 8) Mira, J. (2012). *La Gestión por Procesos*. Universidad Miguel Hernández de Elche, España.
- 9) Muchinsky, P. (2015) *Psicología aplicada al desempeño del trabajo*. España. Editorial Thomson.
- 10) Muñoz, C. (2009). *Modalidades de investigación*. Universidad del Valle de México, Juárez, México. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana.
- 11) Norma ISO 9000:2015. (2015). Requisitos de un sistema de gestión.
- 12) Taccone L. (2014). *Blog de Gestión de Procesos y Procedimientos, definiciones y diferencias*. Ecuador.
- 13) Tecnura, F. (2016). *Procesos industriales un aporte a la productividad*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.

#### **Páginas web consultadas**

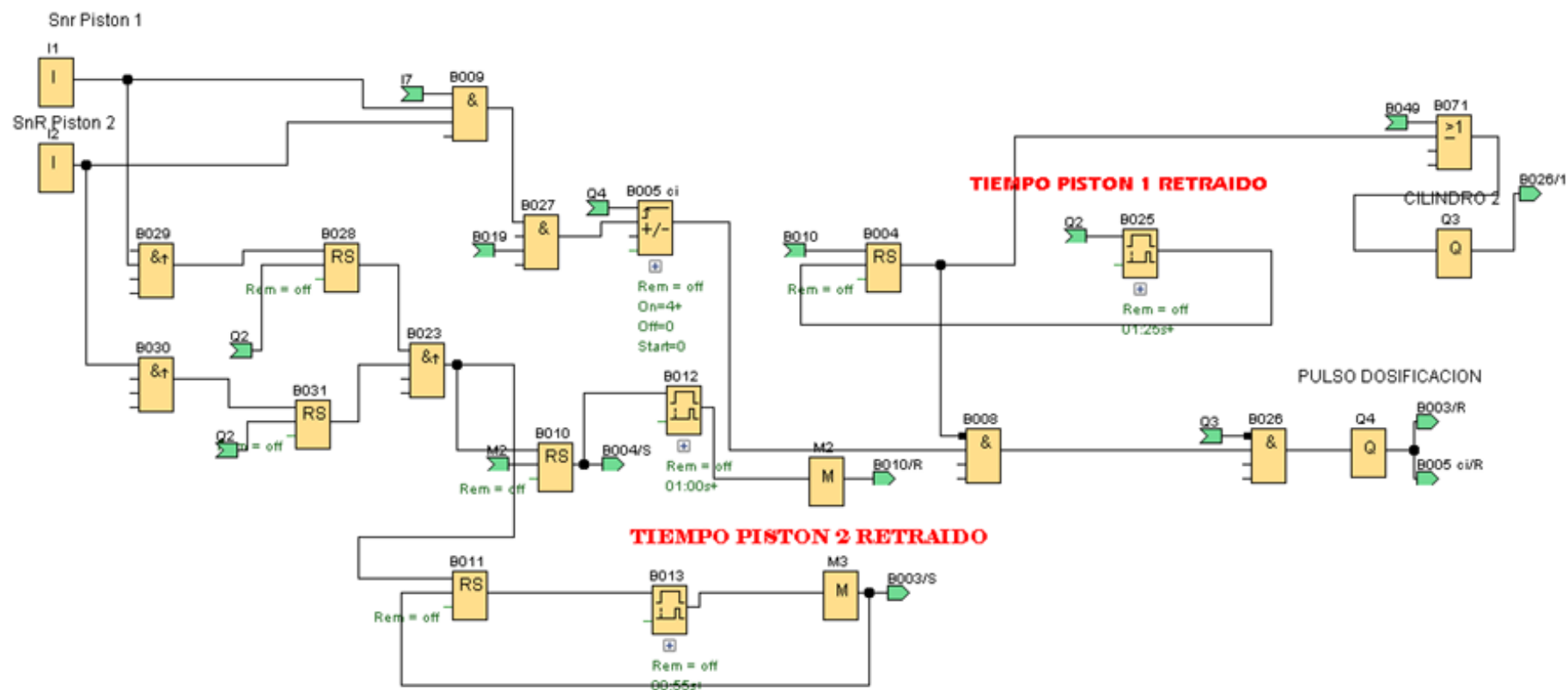
- 1) Salazar, B. (2016). *Ingeniería Industrial*. Información recuperada en línea el 7 de enero de 2018 de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/valoraci%C3%B3n-del-ritmo-de-trabajo/>
- 2) Didelsa. (2017). *Misión, visión, productos*. Información recuperada en línea el 17 de julio de 2017 de: <http://www.didelsa.com/>
- 3) Emaze. (2017). *Just in time*. Información recuperada en línea el 7 de septiembre de 2017 de: <https://www.emaze.com/@alcclwlc/control-de-inventarios>

- 4) FAO. (2014). *Costos de producción*. Información recuperada en línea el 19 de julio de 2017 de: <http://www.fao.org/docrep/003/V8490S/v8490s06.htm>
- 5) Mercadotecnia electrónica. (2017). *Tablero de control*. Información recuperada en línea el 19 de julio de 2017 de: [sites.google.com/site/mercadoteecniaelectronica/5-2-2-tableros-de-control](https://sites.google.com/site/mercadoteecniaelectronica/5-2-2-tableros-de-control)
- 6) Shewart, W. (2014). *Productividad y rentabilidad empresarial*. . Información recuperada en línea el 2 de agosto de 2017 de: <http://ut7prospectivafinanciera.blogspot.com/2010/07/productividad-en-una-empresa.html>
- 7) SlideShare. (2016). *Diseño y Distribución de plantas Industriales*. Información recuperada en línea el 27 de agosto de 2017 de: <https://es.slideshare.net/edixoninfante/diseo-y-distribucion-de-plantas-industriales>
- 8) Vanguardia Industrial. (2016). *Costos innecesarios*. Información recuperada en línea el 20 de noviembre de 2017 de: <https://www.vanguardia-industrial.net/mantenimiento-costo-innecesario/>
- 9) Workmeter. (2017). *Indicadores de productividad*. Información recuperada en línea el 10 de enero de 2018 de: <http://es.workmeter.com/blog/bid/172634/indicadores-de-productividad-queson-y-como-analizarlos>

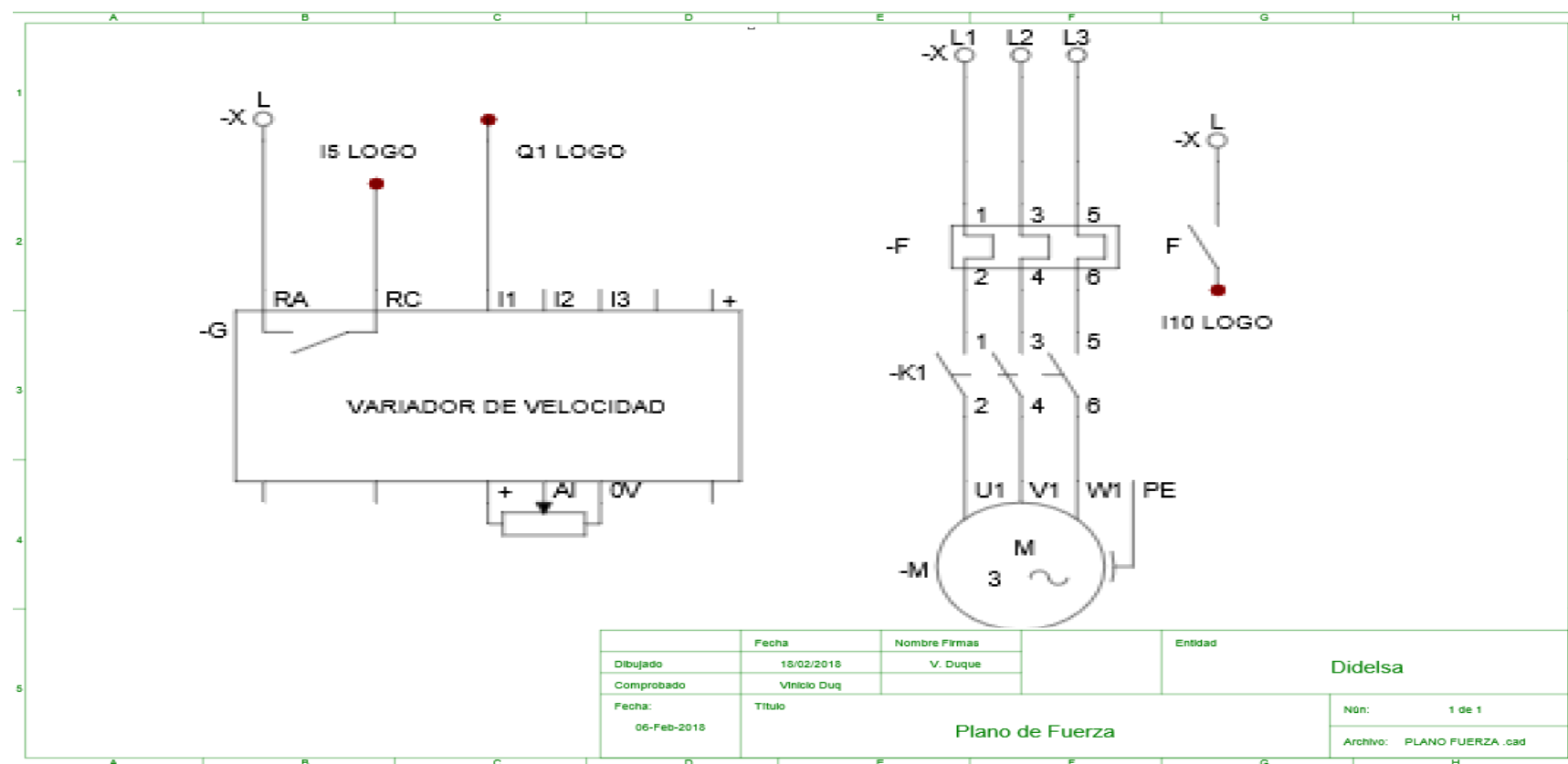
## Anexo no. 1 Programa de control del PLC en lenguaje FDB



## Anexo no. 2 Control de pistones de envasado



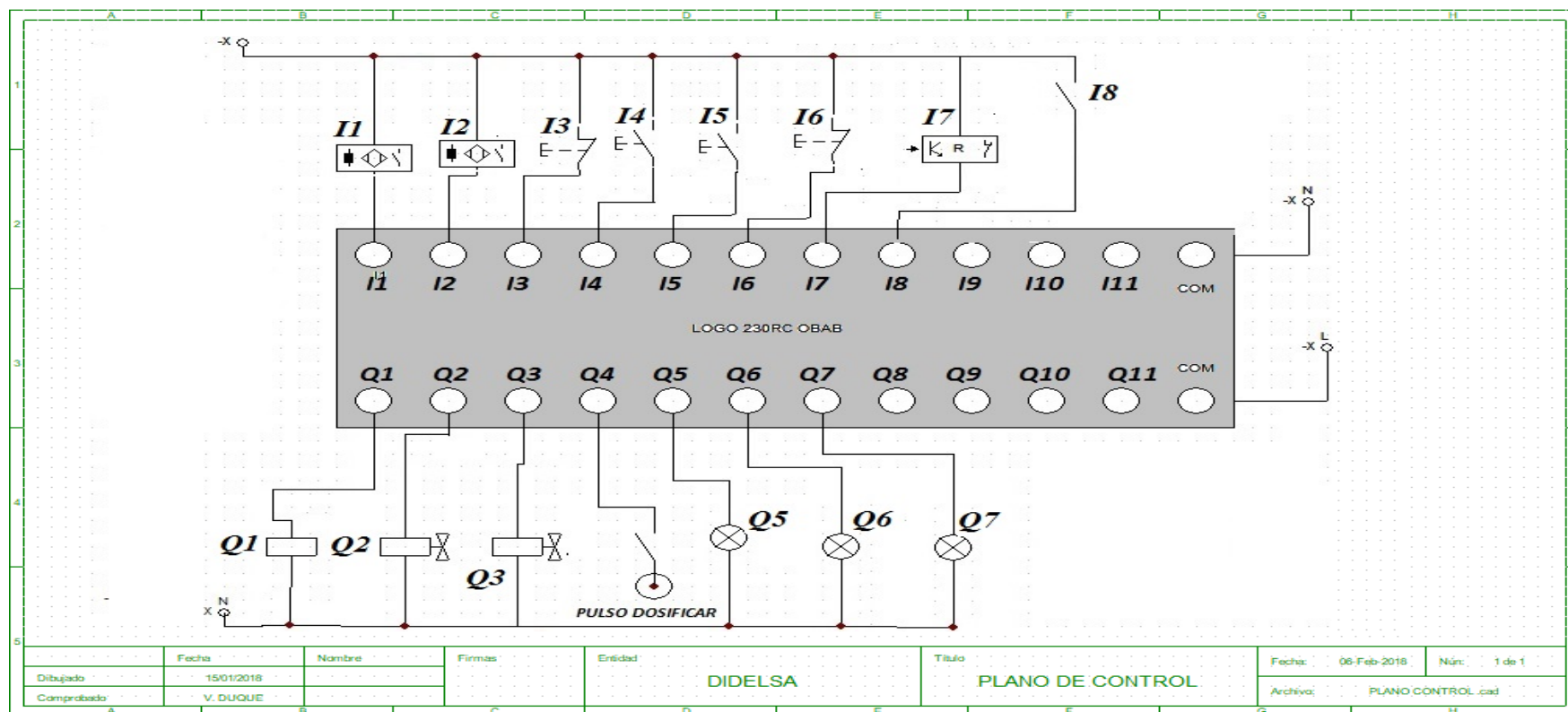
### Anexo no. 3 Circuito de fuerza



Fuente: Cade-simu

Elaborado por: El investigador

#### Anexo no. 4 Diagrama de control



Fuente: Cade-simu (2018)

Elaborado por: El investigador

