

**UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



**FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALÚRGICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA QUÍMICA**

**TESIS**

**FACTORES DE LA MERMA DE PRODUCCIÓN EN LA LÍNEA DE SOPLADO  
POLICARBONATO, EMPRESA PLÁSTICOS BÁSICOS DE EXPORTACIÓN  
S.A.C.**

**PRESENTADO POR:**

**OSCANOA PONCE, Giuliana Ivette**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL EN INGENIERÍA QUÍMICA**

**ASESOR:**

**Dr. BERARDO BEDER RUIZ SÁNCHEZ**

Registro CIP 26627

**UACHO - 2019**

**FACTORES DE LA MERMA DE PRODUCCIÓN EN LA LÍNEA DE SOPLADO  
POLICARBONATO, EMPRESA PLÁSTICOS BÁSICOS DE EXPORTACIÓN  
S.A.C.**

**PRESENTADO POR:**

OSCANOA PONCE, Giuliana Ivette

**TESIS**

---

**DR. MÁXIMO TOMAS SALCEDO MEZA**

**Registro CIP 15140**

Presidente

---

**M(o) ALGEMIRO JULIO MUÑOZ VILELA**

**Registro CIP 116199**

Secretario

---

**M(o). JHON HERBERT OBISPO GAVINO**

**Registro CIP 68007**

Vocal

---

**DR. BERARDO BEDER RUIZ SÁNCHEZ**

**Registro CIP 26627**

Asesor

## DEDICATORIA

### **A Dios.**

Por haberme permitido subir un pequeño peldaño en mi vida profesional y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de con su infinita gracia y amor.

### **A mis padres**

Terencio y Vilma quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar.

### **A mi Esposo e hijos**

Por ser el motivo e inspiración para seguir adelante a pesar de las adversidades, tener una mejor calidad de vida porque con Dios todo es posible.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a mis hermanos, por apoyarme cuando más los necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día.

A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

*Giuliana Ivette Oscanoa Ponce.*

## AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal de Plásticos Básicos Exportación S.A.C., por confiar en mí, abrireme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad José Faustino Sánchez Carrión, a toda la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, a mis profesores quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Ing. Jhon Herbert Obispo Gavino, principal colaborador durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

*Giuliana Ivette Oscanoa Ponce.*

## ÍNDICE GENERAL

|  |          |
|--|----------|
| DEDICATORIA.....                                 | iii      |
| AGRADECIMIENTO.....                              | iv       |
| ÍNDICE GENERAL.....                              | x        |
| ÍNDICE DE TABLAS.....                            | x        |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                           | x        |
| ÍNDICE DE ANEXOS.....                            | xii      |
| RESUMEN.....                                     | xiii     |
| ABSTRACT.....                                    | xiv      |
| INTRODUCCIÓN.....                                | xv       |
| <b>CAPITULO I.....</b>                           | <b>1</b> |
| <b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>           | <b>1</b> |
| 1.1 Descripción de la realidad problemática..... | 1        |
| 1.2 Formulación del problema.....                | 2        |
| 1.2.1 Problema general.....                      | 2        |
| 1.2.2 Problemas específicos.....                 | 2        |
| 1.3 Objetivos de la investigación.....           | 2        |
| 1.3.1 Objetivo general.....                      | 2        |
| 1.3.2 Objetivos específicos.....                 | 2        |
| 1.4 Justificación de la investigación.....       | 3        |
| 1.4.1 Justificación Teórica.....                 | 3        |

|                           |                                       |          |
|---------------------------|---------------------------------------|----------|
| 1.4.2                     | Justificación Práctica.....           | 3        |
| 1.4.3                     | Justificación Legal.....              | 3        |
| 1.4.4                     | Justificación Social.....             | 3        |
| 1.5                       | Delimitaciones del estudio.....       | 4        |
| 1.5.1                     | Delimitación Espacial .....           | 4        |
| 1.5.2                     | Delimitación Temporal .....           | 4        |
| 1.5.3                     | Delimitación Teórica.....             | 4        |
| 1.6                       | Viabilidad del estudio.....           | 4        |
| 1.6.1                     | Viabilidad técnica.....               | 4        |
| 1.6.2                     | Viabilidad ambiental .....            | 4        |
| 1.6.3                     | Viabilidad financiera.....            | 4        |
| 1.6.4                     | Viabilidad social.....                | 5        |
| <b>CAPITULO II.....</b>   |                                       | <b>6</b> |
| <b>MARCO TEÓRICO.....</b> |                                       | <b>6</b> |
| 2.1                       | Antecedentes de la investigación..... | 6        |
| 2.1.1                     | Investigaciones internacionales.....  | 6        |
| 2.1.2                     | Investigaciones nacionales .....      | 8        |
| 2.2                       | Bases teóricas .....                  | 10       |
| 2.2.1                     | Plásticos.....                        | 10       |
| 2.2.2                     | Identificación de los plásticos ..... | 10       |
| 2.2.3                     | policarbonato.....                    | 13       |

|                          |   |           |
|--------------------------|---|-----------|
| 2.2.3.1                  | Estructura química:.....                        | 13        |
| 2.2.3.2                  | Propiedades de los policarbonatos.....          | 14        |
| 2.2.3.3                  | Características del policarbonato.....          | 16        |
| 2.2.3.4                  | El policarbonato y los envases de agua .....    | 16        |
| 2.2.3.5                  | Métodos de fabricación .....                    | 16        |
| 2.2.3.6                  | Desventajas del policarbonato.....              | 16        |
| 2.2.4                    | Sistema de transformación de los plásticos..... | 18        |
| 2.2.5                    | Mermas.....                                     | 20        |
| 2.2.5.1                  | Tipos de mermas.....                            | 20        |
| 2.2.5.2                  | Recuperación de las mermas de producción.....   | 20        |
| 2.3                      | Definición de términos básicos.....             | 21        |
| 2.4                      | Formulación de hipótesis.....                   | 22        |
| 2.4.1                    | Hipótesis general .....                         | 22        |
| 2.4.2                    | Hipótesis específicas .....                     | 23        |
| <b>CAPITULO III.....</b> |   | <b>24</b> |
| <b>METODOLOGÍA.....</b>  |   | <b>24</b> |
| 3.1                      | Diseño metodológico.....                        | 24        |
| 3.1.1                    | Tipo de investigación .....                     | 24        |
| 3.1.2                    | Nivel de investigación.....                     | 24        |
| 3.1.3                    | Diseño.....                                     | 24        |
| 3.1.4                    | Enfoque .....                                   | 25        |

|  |  |           |
|--|--|-----------|
| 3.2  | Población y muestra .....  | 25        |
| 3.2.1  | Población.....   | 25        |
| 3.2.2  | Muestra.....   | 25        |
| 3.3  | Operacionalización de variables e indicadores.....   | 25        |
| 3.4  | Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....  | 27        |
| 3.4.1  | Técnicas a emplear.....  | 27        |
| 3.4.2  | Descripción de los instrumentos .....  | 27        |
| 3.5  | Técnicas para el procesamiento de la información.....  | 27        |
| <b>CAPITULO IV.....</b>                                |  | <b>28</b> |
| <b>RESULTADOS .....</b>                                |  | <b>28</b> |
| 4.1  | Análisis de los factores causantes de la merma de producción .....                                 | 28        |
| 4.1.1  | Defectos en productos elaborados en la línea de soplado policarbonato .....                        | 28        |
| 4.1.2  | Productos elaborados en la línea de soplado .....  | 29        |
| 4.2  | Merma de producción.....   | 30        |
| 4.2.1  | Merma generada en unidades defectuosas en el área de soplado – diciembre 2018.....                 | 30        |
| 4.2.2  | Merma generada en kilogramos de productos defectuosas en el área de soplado – diciembre 2018 ..... | 36        |
| 4.3  | Contraste de hipótesis.....  | 38        |
| <b>CAPITULO V .....</b>                                |  | <b>42</b> |
| <b>DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b> |  | <b>42</b> |
| 5.1  | Discusión .....  | 42        |



|     |                                     |           |
|-----|-------------------------------------|-----------|
| 5.2 | Conclusiones.....                   | 44        |
| 5.3 | Recomendaciones .....               | 44        |
|     | <b>CAPITULO VI.....</b>             | <b>46</b> |
|     | <b>FUENTES DE INFORMACIÓN .....</b> | <b>46</b> |
| 6.1 | Fuentes documentales.....           | 46        |
| 6.2 | Fuentes bibliográficas.....         | 46        |
| 6.3 | Fuentes hemerográficas .....        | 47        |
| 6.4 | Fuentes electrónicas.....           | 48        |
|     | <b>ANEXOS .....</b>                 | <b>50</b> |



## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Propiedades y usos comunes de los plásticos.....   | 12 |
| Tabla 2 Operacionalización de variables.....  | 26 |
| Tabla 3. Identificación de defectos en los productos elaborados en la línea de soplado<br>policarbonato ..... | 28 |
| Tabla 4. Identificación de los productos elaborados en la línea de soplado policarbonato...29                 |    |
| Tabla 5. Porcentaje de merma generada en unidades defectuosas en el área de soplado –<br>diciembre 2018.....  | 30 |
| Tabla 6. Distribución de los defectos por número de incidencia diciembre 2018.....                            | 32 |
| Tabla 7. Porcentaje de merma generada en el área de soplado PC - 2018.....                                    | 34 |
| Tabla 8. Porcentaje de merma generada en kilogramos en el área de soplado – diciembre<br>2018.....            | 36 |
| Tabla 9. Estadístico descriptivo.....   | 38 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Códigos de identificación de resinas de plástico.....                                  | 11 |
| Figura 2. Estructura química del policarbonato.....  | 13 |
| Figura 3. Estructura química del policarbonato.....  | 14 |
| Figura 4. Pirámide de los plásticos.....   | 17 |
| Figura 4. Porcentaje de merma en unidades producidas en el área de soplado – diciembre 2018..... | 31 |
| Figura 6. Priorización de defecto por número de incidencia diciembre 2018.....                   | 33 |
| Figura 7. Porcentaje de merma generada en el área de soplado PC - 2018.....                      | 35 |
| Figura 8. Porcentaje de merma en kilogramos generada en el área de soplado – diciembre 2018..... | 37 |
| Figura 9. Frecuencia de merma en el área de soplado año 2018.....                                | 39 |
| Figura 10. Merma mensual en el área de soplado año 2018.....                                     | 40 |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|  |    |
|--|----|
| Anexo 1. Matriz de consistencia .....  | 51 |
| Anexo 2. Objeto y cálculos de la merma generada en el área de soplado PC - 2018..... | 52 |
| Anexo 3. Foto de la recepción de materia prima .....                                 | 53 |
| Anexo 3. Foto de almacenamiento de materia prima .....                               | 54 |
| Anexo 4. Foto de molienda y extracción de polvillo.....                              | 55 |
| Anexo 5. Foto de unidad de secado.....   | 56 |
| Anexo 6. Foto de la unidad de extrusión – Soplado.....                               | 58 |
| Anexo 7. Foto de rebabeado .....   | 59 |
| Anexo 8. Foto de xerigrafiado.....   | 60 |
| Anexo 9. Foto de armado .....  | 61 |
| Anexo 10. Foto de embalaje.....  | 62 |
| Anexo 11. Foto de rotulado .....   | 63 |
| Anexo 12. Foto de almacenamiento .....   | 64 |
| Anexo 13. Foto de despacho.....  | 65 |
| Anexo 14. Fotos de las mermas generadas en la empresa.....                           | 66 |

**Factores de la merma de producción en la línea de soplado policarbonato, Empresa  
Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.**

Giuliana Ivette Oscanoa Ponce <sup>1</sup>

**RESUMEN**

**Objetivo:** Identificar los factores de la merma de producción y cuantificar la merma obtenida en la línea de soplado policarbonato de la Empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C. **Métodos:** La población y muestra representa el total de unidades producidas en la línea de soplado policarbonato, Empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C. Estudio No experimental descriptivo longitudinal. Estudio de identificación y separación de los productos defectuosos y su cuantificación para su representación e interpretación con el software estadístico SPSS versión 25.0, mediante la estadística descriptiva. **Resultados:** a) Los defectos identificados en los productos elaborados en la línea de soplado policarbonato son: puntos negros, burbujas, lechosos, arrugas, acumulación de material en la boca, base u hombro débil, acumulación de material en la base, quemados, boca deforme y otros. b) Los productos que se elaboran en la línea de soplado policarbonato son: bot. Benedictino, bd-San Mateo, bd-San Luis, envase Pbex y Bases. c) La merma porcentual de unidades defectuosas en el año 2018 en promedio es del 17,5%. d) La merma porcentual en kilogramos en el año 2018 es del 18,43%. **Conclusiones:** a) Se cuenta con detalle los defectos en los productos elaborados en la línea de soplado policarbonato para su control y cuantificación. b) Se identifican los productos que se elaboran en la línea de soplado policarbonato para el control de mermas de producción por producto elaborado. c) La merma porcentual de unidades defectuosas en el año 2018 en promedio es del 17,5%, inferior al estándar de 18,3% en la línea de soplado policarbonato. d) La merma porcentual en kilogramos en el año 2018 es del 18,43%, no habiendo diferencias significativas entre la merma porcentual en unidades defectuosas respecto a la merma porcentual en kilogramos en la línea de soplado policarbonato.

**Palabras clave:** factores, merma de producción, línea de soplado

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica, email: giuliana712@hotmail.com

**Factors of production shrinkage in the polycarbonate blowing line, Basic Plastics  
Company of Export S.A.C.**

Giuliana Ivette Oscanoa Ponce <sup>1</sup>

**ABSTRACT**

**Objective:** To identify the factors of the reduction of production and quantify the shrinkage obtained in the polycarbonate blowing line of the Company Plastics Basics of Exportation S.A.C. **Methods:** The population and sample represents the total number of units produced in the polycarbonate blowing line, Company Plastics Basics of Exportation S.A.C. Non-experimental longitudinal descriptive study. Study of identification and separation of the defective products and their quantification for their representation and interpretation with the statistical software SPSS version 25.0, through descriptive statistics. **Results:** a) The defects identified in the products made in the polycarbonate blowing line are: black spots, bubbles, milky, wrinkles, accumulation of material in the mouth, base or weak shoulder, accumulation of material in the base, burned, mouth deformed and others. b) The products that are made in the polycarbonate blowing line are: bot. Benedictine, bd-San Mateo, bd-San Luis, Pbex container and Bases. c) The percentage reduction of defective units in the year 2018 on average is 17.5%. d) The percentage reduction in kilograms in 2018 is 18.43%. **Conclusions:** a) The defects in the products elaborated in the polycarbonate blowing line for its control and quantification are detailed. b) The products that are made in the polycarbonate blowing line are identified for the control of production losses by produced product. c) The percentage loss of defective units in the year 2018 on average is 17.5%, lower than the standard of 18.3% in the polycarbonate blowing line. d) The percentage reduction in kilograms in 2018 is 18.43%, there being no significant differences between the percentage reduction in defective units compared to the percentage reduction in kilograms in the polycarbonate blowing line.

**Keywords:** factors, production reduction, blow line

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Química y Metalúrgica, email: giuliana712@hotmail.com

## INTRODUCCIÓN

El estudio denominado *Factores de la merma de producción en la línea de soplado policarbonato, Empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.* Se realizó con el objeto de Identificar los factores de la merma de producción y cuantificar la merma obtenida en la línea de soplado policarbonato de la Empresa.

En el capítulo I se realiza el planteamiento donde se formulan preguntas como ¿Cuáles son los defectos en los productos elaborados en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.? ¿Qué productos se elaboran en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.? ¿A cuánto asciende el porcentaje de merma de unidades defectuosas en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.? ¿Existen diferencias significativas entre la merma porcentual en unidades defectuosas respecto a la merma porcentual en kilogramos en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.?

En el capítulo II se detalló el marco teórico, sus antecedentes internacionales y nacionales, bases teóricas referentes a las dos variables de estudio variable 1: factores y variable 2: merma de producción.

En el capítulo III de metodología, de acuerdo a la naturaleza de la Investigación es no experimental longitudinal descriptiva, población y muestra la misma, se abarco a todos los productos: unidades producidas en la línea de soplado policarbonato, Empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C. utilizándose técnicas de observación y documentación en el recojo de la información. Para el contraste de hipótesis se utilizó recursos del SPSS con estadística descriptiva.

En el capítulo IV se dan los resultados: Los defectos identificados en los productos elaborados en la línea de soplado policarbonato son: puntos negros, burbujas, lechosos,

arrugas, acumulación de material en la boca, base u hombro débil, acumulación de material en la base, quemados, boca deforme y otros. Los productos que se elaboran en la línea de soplado policarbonato son: bot. Benedictino, bd-San Mateo, bd-San Luis, envase Pbex y Bases. La merma porcentual de unidades defectuosas en el año 2018 en promedio es del 17,5%. La merma porcentual en kilogramos en el año 2018 es del 18,43%.

En el capítulo V se dan la discusión, conclusiones y recomendaciones del estudio, en base al estándar de 18,3% de mermas. Se cuenta con una lista detallada de los defectos en los productos elaborados en la línea de soplado policarbonato para su control y cuantificación. Se identifican los productos que se elaboran en la línea de soplado policarbonato para el control de mermas de producción por producto elaborado. La merma porcentual de unidades defectuosas en el año 2018 en promedio es del 17,5%, inferior al estándar de 18,3% en la línea de soplado policarbonato. La merma porcentual en kilogramos en el año 2018 es del 18,43%, no habiendo diferencias significativas entre la merma porcentual en unidades defectuosas respecto a la merma porcentual en kilogramos en la línea de soplado policarbonato.



## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1 Descripción de la realidad problemática

En toda empresa industrial desde que procesa la materia prima para transformarlo en un producto terminado, genera mermas en la producción, ya sean que estas hayan sido causadas por las calidades de materias primas, por la ineficiencia en el control y operación por parte de la mano de obra, por la falla de equipos y maquinarias, por los métodos inapropiados que se ejecutan en la empresa, por las fallas en las mediciones por falta de ajuste de equipos y controladores en la medición.

Todas estas causas originan mermas de producción, mermas que toda empresa está en búsqueda permanente de reducir las. En ese sentido se hace necesario en primer lugar la identificación de las fallas que ocasionan las mermas de producción para su posterior cuantificación.

Como se mencionó, es de vital importancia la reducción de merma con el propósito de aumentar un beneficio económico a través del ahorro de los elementos del costo que intervienen en el proceso fabril, como son: materia prima, mano de obra y costos indirectos de fabricación.

Esta situación preocupante en la empresa motivó el presente trabajo de investigación, que permitirá contar con información relevante en la búsqueda de soluciones en la mejora de la productividad de la empresa.

## **1.2 Formulación del problema**

### **1.2.1 Problema general**

- ¿Cuáles son los factores que ocasionan la merma de producción y cuanto es la merma obtenida en la línea de soplado policarbonato de la Empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- ¿Cuáles son los defectos en los productos elaborados en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.?
- ¿Qué productos se elaboran en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.?
- ¿A cuánto asciende el porcentaje de merma de unidades defectuosas en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.?
- ¿Existen diferencias significativas entre la merma porcentual en unidades defectuosas respecto a la merma porcentual en kilogramos en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivo general**

- Identificar los factores de la merma de producción y cuantificar la merma obtenida en la línea de soplado policarbonato de la Empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Identificar los defectos en los productos elaborados en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.
- Identificar los productos elaborados en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.

- Determinar el porcentaje de merma en unidades defectuosas en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.
- Determinar el porcentaje de merma en kilogramos y compararlo respecto a la merma de unidades defectuosas en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.

#### **1.4 Justificación de la investigación**

##### **1.4.1 Justificación Teórica**

El estudio utiliza técnicas de control de materiales en proceso y productos terminados, contándose para ello revistas especializadas, catálogo de materia prima e insumos, así como manuales de operación de las diferentes máquinas de la línea de soplado policarbonato.

##### **1.4.2 Justificación Práctica**

El estudio presenta una justificación práctica, en el sentido que identifica los causantes de las mermas de producción en la línea de soplado policarbonato para su contabilización y la toma posterior de acciones de mejora en la empresa.

##### **1.4.3 Justificación Legal**

La empresa en su trabajo rutinario cumple con norma certificada FSSC 22000, siendo una política el desarrollo y búsqueda permanente de tecnologías limpias en sus procesos. En ese sentido se justifica al ser respetuosa del cuidado del medio ambiente.

##### **1.4.4 Justificación Social**

Con el estudio se caracterizó las causas que originan las mermas para reducirlas paulatinamente, con éste la empresa no solo presenta una mayor ventaja competitiva por mayor productividad, sino también la reducción de emisiones, residuos generados por el reciclado innecesario.

## **1.5 Delimitaciones del estudio**

### **1.5.1 Delimitación Espacial**

Lugar : Av. Colectora Industrial Nro. 191

Distrito : Santa Anita

Departamento : Lima

Región : Lima provincias

### **1.5.2 Delimitación Temporal**

Meses : Enero a diciembre

Año : 2018

### **1.5.3 Delimitación Teórica**

- Productividad.
- Plásticos
- Línea de soplado

## **1.6 Viabilidad del estudio**

### **1.6.1 Viabilidad técnica**

El estudio técnicamente viable a consecuencia de que se tiene acceso a la información necesaria en la línea de soplado policarbonato, los cuales cuentan con los procedimientos estandarizados de operación, mantenimiento, inspección, controles, muestreo, etc.

### **1.6.2 Viabilidad ambiental**

Con el avance de la tecnología es necesario que gradualmente se reduzcan las mermas, en ese sentido el estudio favorece a que la empresa reduzca sus contaminantes a través de la reducción de materiales de reprocesos.

### **1.6.3 Viabilidad financiera**

Dada la naturaleza de la investigación, el estudio fue garantizado y financiado por el investigador.

#### 1.6.4 Viabilidad social

Para la ejecución del estudio se contó mano de obra calificada, así como personal de apoyo encargado del muestreo, control e identificación de fallas que viabilizan el estudio.



## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 Investigaciones internacionales

Garay (2018), Universidad de Guayaquil, Ecuador, *Análisis para elaborar un plan de mantenimiento preventivo en el área de producción de la empresa plásticos internacionales Plasinca C.A.*, cuyo objetivo fue demostrar la reducción de costos mediante un plan de mantenimiento preventivo sobre la productividad de la Empresa plásticos internacionales Plasinca C.A., llegando a concluir que el elevado índice de mantenimiento correctivo, nos indica que el método actual aplicado en el área de extrusión, no es la idónea. Es evidente fundamentar los mantenimientos, estos sean programados o por oportunidad, disminuir los costes de reparación, inventario de repuesto y registro de reparaciones para ejecutar planificaciones.

Ruiz & Rodríguez (2017), Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, *Estudio de factibilidad para la integración de una nueva línea de producción en Induplas S.A.*, cuyo objetivo fue realizar un estudio de factibilidad para la integración de una nueva línea de producción para la ampliación del portafolio de productos de Induplas S.A., llegando a concluir que la integración de la nueva línea de producción de envases plásticos termofomados para alimentos, Induplas S.A. se encontraría a la vanguardia atendiendo las necesidades actuales del mercado de los plásticos en él es bastante amplio y rentable por lo cual se proyectan grandes oportunidades para la participación en el mismo. Para llevar a

cabo el proyecto y como propuesta de mejora de los procesos de la empresa, se deben modificar las locaciones físicas donde se incurrirá en costos de adecuamiento y remodelaciones. Sin embargo, esto mejoraría el manejo de materiales, reduciría riesgos y costo de producción total, además de un mejor aprovechamiento de la capacidad productiva.

Iguasnia & Torres (2016), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador, *Aplicación de la tecnología CNC en la modelación de una matriz de soplado de plástico para la producción de botellas de 500 ml como un aporte a la implementación del laboratorio de CAD-CAM de la escuela de Ingeniería Industrial*, cuyo objetivo fue aplicar la tecnología CNC en la modelación de una matriz de soplado de plástico para la producción de botellas de 500 ml como aporte a la implementación del laboratorio de CAD-CAM de la escuela de ingeniería industrial, llegando a la conclusión: Se calculó parámetros de corte al tipo de material y de herramienta logrando obtener resultados precisos para optimizar tiempos y cuidar las herramientas al utilizar la máquina en las operaciones de mecanizado. Se investigó sobre tres tipos de soplado los cuales se los puede realizar en cualquier software CAM, pero el escogido específicamente para este tema es el método de inyección-soplado y se aplicó en el software BobCAD-CAM.

Benítez (2006), Universidad de Católica Andrés Bello, Venezuela. *Aplicación de la técnica de cambios rápidos SMED en cambios de molde de la línea de soplado, de una empresa fabricante de productos plásticos*, cuyo objetivo está dirigido específicamente al uso de una herramienta que se desarrolló en el Japón, como una técnica que persigue el desarrollo sostenible de las empresas en materia de productividad operativa. Llegando a concluir que la adopción del método propuesto permite obtener una reducción del tiempo de paradas del 46%, puesto que 2100 min., de interrupción de máquina que se obtuvieron durante el muestreo, con la implementación de la mejoras se reduce a 1137 min., valor que supera la meta establecida en el objetivo general.

Los beneficios que se obtienen con la implementación de las mejoras propuesta, se puede resumir de la siguiente manera: a) se prolonga la vida útil de los equipos, puestos que trabajaran en mejores condiciones, el área de trabajo se convierte en un lugar limpio, ordenado y seguro para el operador, b) se logra la reducción considerable de tiempo de paradas de las maquinas sopladoras, c) se cuenta con un operario más capacitado, con un alto sentido de pertenencia y responsabilidad.

Salgado (2008), Universidad Nacional Autónoma de México. México, *Acciones estratégicas para mejorar la productividad de una microempresa de inyección de plásticos*, cuyo objetivo fue conocer la situación actual de la empresa, ubicar y analizar sus principales problemas, proponer soluciones y sugerir estrategias que mejoren el funcionamiento general, tomando en consideración que al momento de su ejecución se requiere de un periodo razonable para poder ver los resultados, de los cuales se espera que en el futuro sean para bien de la empresa y de forma permanente, en la manera que incrementen su productividad y la hagan mejor. Llegando a concluir que las razones de ineficiencia de la productividad se deben a la deficiencia de todos los factores que lo componen, pero se destaca un factor importante que acentúa la limitación de la productividad, éste es: el mantenimiento de la maquinaria y el equipo. Dado que no se cuenta con un programa de mantenimiento la consecuencia es deficiencia en los medios de producción, provocando que esta sea vulnerable y con pausas indefinidas.

### **2.1.2 Investigaciones nacionales**

Delgado (2015), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, en su tesis *Propuesta de un plan para la reducción de la merma utilizando la metodología Six Sigma en una planta de productos plásticos*, cuyo objetivo fue proponer la implantación de la metodología Six Sigma en una planta de producción de productos plásticos para la reducción de merma, donde concluye: Que es necesario implementación de la metodología Six Sigma



en la línea de polietileno para la reducción del scrap, según análisis y pruebas realizadas se espera que los primeros meses el impacto en la reducción del scrap sea mayor ya que muchos de las causas encontradas se debe a falta de procedimientos y capacitación del personal operario. Todo hace indicar que es un proyecto de alto impacto y bajo esfuerzo. Se ha evidenciado una gran pérdida de recursos en la línea de PE por la generación de scrap, siguiendo la metodología se pueden obtener importantes ahorros para la empresa. A parte de obtener ahorros significativos por la reducción del scrap, se obtendrán mejoras en la productividad y en los tiempos de entrega a los clientes. Esta metodología provoca un cambio en la forma de pensar del personal de planta, en la forma de ver el proceso; toma importancia el seguimiento de instrucciones bien precisas y la preocupación de no producir scrap.

Chañi (2014), Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, en su *informe técnico control de calidad en los procesos de extrusión-soplado de envases e inyección de productos plásticos de PE y PP*, cuyos objetivos fueron, aplicar el adecuado control de calidad a la producción de envases plásticos obtenidos con los procesos de extrusión-soplado e inyección y mostrar el control de calidad como parte del sistema de gestión de calidad. Proponiendo un mejoramiento de gestión de calidad para la producción de envases y productos plásticos, capacitando al personal cada 3 meses, los índices de calidad por máquina, al detectarse una máquina que presenta ocurrencias en fallas o ya tiene años de servicio, esta debe ser cambiada. En los índices de calidad de producto si se detecta que algún producto presenta defectos repetitivos en cada producción, es posible que requiera un rediseño.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Plásticos**

Caballero (2010) en su manual de inyección de plásticos nos menciona:

El término plástico presenta dos acepciones diferentes. El plástico como objetivo es una cualidad que hace referencia a aquellos cuerpos que se deforman al aplicar sobre ellos una fuerza y que mantienen esa deformación, aunque la fuerza cese. El plástico utilizado como nombre se emplea para designar a un tipo de materiales que agrupa a un número de sustancias con propiedades y características concretas. (pág. 6)

En sentido amplio, los plásticos son materiales orgánicos, constituidos por macromoléculas producidas por transformación de sustancias naturales o por síntesis directa a partir de productos extraídos del petróleo, del gas natural, del carbón o de otras materias minerales. (pág. 6)

Son materiales sintéticos que, al ser calentados, se ablandan sin perder la cohesión, por lo que se les puede dar diversas formas y obtener otras nuevas al ser enfriados.

Están compuestos por moléculas gigantes denominadas polímeros (compuestos químicos formados por polimerización). (pág. 6)

### **2.2.2 Identificación de los plásticos**

Con el fin de facilitar la identificación visual de los tipos de plásticos durante la separación manual, los principales componentes plásticos (envases, tapones, y tapas) deberían llevar sin identificador de material. La identificación de materiales también resulta útil al reciclar los residuos industriales, ya sea interna o externamente, o si se reciclan flujos de residuos limpios, componentes o envases a partir de fuentes industriales/comerciales en los que no es necesario el lavado o la separación. (RECOUP, 2016, pág. 23)

La identificación de materiales es voluntaria en Europa, si se realiza sería necesario cumplir con la Decisión 97/129/CE de la Comisión, aunque también se acepta el sistema

SPI, ampliamente utilizado y muy similar, elaborado en EE.UU. para los plásticos. El símbolo debe ser claramente visible y, en condiciones ideales, debe formar parte del molde del envase.

En los envases, las marcas de identificación deben diferenciarse claramente de cualquier otra letra o número de referencia, con el fin de evitar confusiones. En aras de la estandarización, los identificadores de material deben estar grabados por lo general en la base del envase. De manera excepcional, el identificador podría aparecer en otra posición. (RECOUP, 2016, pág. 23)

Aréstegui Maquinarias (2016), en su página web nos menciona:



Figura 1. Códigos de identificación de resinas de plástico.

Fuente: (Aréstegui maquinaria, 2016)

Estos símbolos se desarrollaron en 1988 por la Sociedad de la industria de plásticos (SPI), con el objetivo de identificar y separar los plásticos para el contenido de resina que tienen. Durante más de 20 años, este código elaborado por el SPI ha facilitado la clasificación y el reciclaje de los plásticos una vez han sido utilizados por el consumidor.

Estos estos símbolos se desarrollaron para:

- Tener un sistema de clasificación coherente para el reciclado de los plásticos.
- Concentrarse en los recipientes plásticos
- Facilitar un modo de identificación del contenido de resina que tenía cada plástico.

- Ofrecer unos códigos para los seis tipos de plásticos más comunes, y un código de más adicional para identificar un plástico que no está dentro de los seis casos anteriores.

Tabla 1. Propiedades y usos comunes de los plásticos.

| Símbolo  | Tipo de Plástico  | Propiedades   | Usos Comunes  |
|--|---|---|---|
| <br>PET     | PET PolietilenoTereftalato<br>(Polyethylene Terephthalate)          | Contacto alimentario, resistencia física, propiedades térmicas, propiedades barreras, ligereza y resistencia química.   | Bebidas, refrescos y agua, envases para alimentos (aderezos, mermeladas, jaleas, cremas, farmacéuticos, etc.)                                     |
| <br>HDPE    | HDPE Polietileno de alta densidad<br>(High Density Polyethylene)    | Poco flexible, resistente a químicos, opaco, fácil de pigmentar, fabricar y manejar. Se suaviza a los 75°C  | Algunas bolsas para supermercado, bolsas para congelar, envases para leche, helados, jugos, shampoo, químicos y detergentes, cubetas, tapas, etc. |
| <br>PVC    | PVC Policloruro de vinilo<br>(Plasticised Polyvinyl Chloride PCV-P) | Es duro, resistente, puede ser claro, puede ser utilizado con solventes, se suaviza a los 80°C. Flexible, claro, elástico, puede ser utilizado con solventes. | Envases para plomería, tuberías, "blister packs", envases en general, mangueras, suelas para zapatos, cables, correas para reloj.                 |
| <br>LDPE  | LDPE Polietileno de baja densidad<br>(Low density Polyethylene)     | Suave, flexible, translucido, se suaviza a los 70°C, se raya fácilmente.  | Película para empaque, bolsas para basura, envases para laboratorio.  |
| <br>PP    | PP Polipropileno<br>(Polypropylene)                                 | Difícil pero aún flexible, se suaviza a los 140°C, translucido, soporta solventes, versátil.  | Bolsas para frituras, popotes, equipo para jardinería, cajas para alimentos, cintas para empacar, envases para uso veterinario y farmacéutico.    |
| <br>PS    | PS Poliestireno<br>(Polystyrene)                                    | Claro, rígido, opaco, se rompe con facilidad, se suaviza a los 95°C. Afectado por grasas y solventes.   | Cajas para discos compactos, cubiertos de plástico, imitaciones de cristal, juguetes, envases cosméticos.   |
| <br>PS-E  | PS-E Poliestireno Expandido<br>(Expanded Polystyrene)               | Esponjoso, ligero, absorbe energía, mantiene temperaturas   | Tazas para bebida calientes, charolas de comida para llevar, envases de hielo seco, empaques para proteger mercancía frágil                       |
| <br>OTHER | OTHER Otros<br>(SAN, ABS, PC, Nylon)                                | Incluye de muchas otras resinas y materiales. Sus propiedades dependen de la combinación de los plásticos.  | Auto partes, hieleras, electrónicos, piezas para empaques.  |

Fuente: (Aréstequi maquinaria, 2016)

### 2.2.3 policarbonato

El Policarbonato es un material plástico que se produce desde 1956 por lo tanto ya tiene muchos años de uso en las más diversas aplicaciones. El Bisfenol A (BPA) es uno de los monómeros usados en su fabricación. El Policarbonato es un plástico que tiene alta transparencia, gran resistencia al impacto, es muy resistente a la temperatura y gran tenacidad, ya que opone mucha resistencia a romperse o deformarse. Comúnmente se lo denomina “plástico duro” (ECOPLAS, 2012, pág. 3)

Los puntos fuertes del policarbonato (transparencia, resistencia frente a impactos y buen comportamiento frente a temperaturas relativamente elevadas) hicieron vislumbrar el éxito de este producto desde un primer momento. (blog de Mariano, 2011)

#### 2.2.3.1 Estructura química:

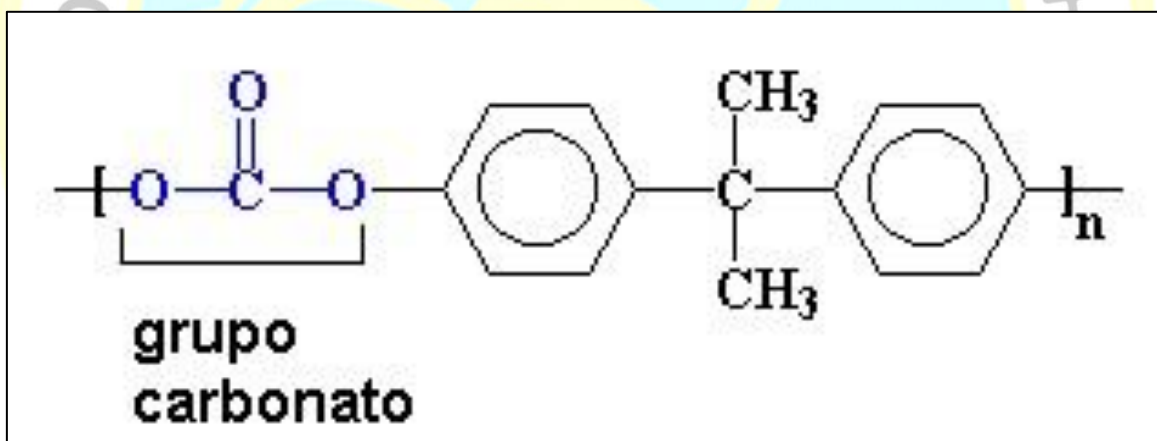


Figura 2. Estructura química del policarbonato

Fuente: (blog de Mariano, 2011)

Toma su nombre por los grupos carbonatos en su cadena principal. También es conocido como policarbonato de Bisfenol A porque se elabora a partir del Bisfenol A y fosgeno. Los policarbonatos son un grupo particular de termoplásticos (pueden ser moldeado en caliente), son trabajados, moldeados y termoreformados fácilmente, estos

plásticos son ampliamente usados en la fabricación del “cristal a prueba de balas” por ser un material muy durable. (Quiminet, 2006)

Hay otro tipo de policarbonato que es usado para la fabricación de lentes, por ser liviano y transparente. Este nuevo policarbonato vino a sustituir la pesadez de los lentes de cristal, ya que no sólo es más liviano que el cristal, sino que tiene un índice de refracción mucho más alto, lo cual significa que la luz se refracta más que en el cristal. Es un material termorrígido, es decir, que no se funde y no puede moldearse nuevamente. (Quiminet, 2006)

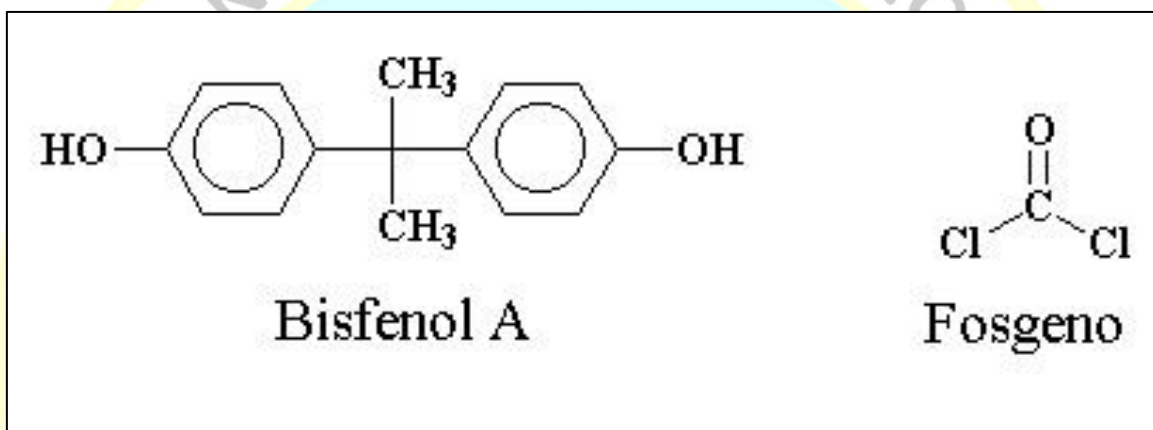


Figura 3. Estructura química del policarbonato

Fuente: (blog de Mariano, 2011)

Como ya se había mencionado, el policarbonato se obtiene a partir del Bisfenol A y fosgeno. El mecanismo comienza con la reacción del Bisfenol A con hidróxido de sodio para dar la sal sódica del Bisfenol A. La sal sódica de Bisfenol A reacciona con el fosgeno (un compuesto bastante desagradable que era el arma química preferida de la Primera Guerra Mundial) para producir el policarbonato. (Quiminet, 2006)

### 2.2.3.2 Propiedades de los policarbonatos

Existen, actualmente desarrollados por GE y Bayer más de 20 tipos diferentes de policarbonato de bisfenol A. Muchos de estos contienen agregados para mejorar las propiedades originales del policarbonato para una determinada aplicación, como: fibra de

vidrio, absorbentes de UV, aditivos anti-llama, desmoldantes, antioxidantes, etc. Todos estos materiales pueden ser comercializados en "color" transparente (excepto los materiales con fibra y algunos anti-llama) o en colores translucidos (ídem) u opacas. (blog de Mariano, 2011)

Debido a que los grupos bencénicos están directamente en la cadena principal, la molécula es muy rígida, haciendo que el policarbonato tenga una estructura amorfa, una baja contracción en el moldeo (tanto transversal como paralela al flujo) y sea transparente. (blog de Mariano, 2011)

Su regularidad y los grupos laterales polares ofrecen un alto valor de la temperatura de transición vítrea  $T_g$  al policarbonato ( $145^{\circ}\text{C}$ ), esto le hace poseer elevados valores de las propiedades térmicas, y estabilidad dimensional muy buena. (blog de Mariano, 2011).

Quiminet (2006), nos menciona algunas propiedades del policarbonato:

- Buena resistencia al impacto.
- Buena resistencia a la temperatura, ideal para aplicaciones que requieren esterilización
- Buena estabilidad dimensional
- Buenas propiedades dieléctricas
- Escasa combustibilidad
- Es amorfo, transparente y tenaz, con tendencia al agrietamiento
- Tiene buenas propiedades mecánicas, tenacidad y resistencia química
- Es atacado por los hidrocarburos halogenados, los hidrocarburos aromáticos y las aminas
- Es estable frente al agua y los ácidos

- Buen aislante eléctrico
- No es biodegradable

### **2.2.3.3 Características del policarbonato**

Entre los distintos plásticos que se utilizan en la industria de las aguas envasadas destaca el policarbonato, utilizado para el envasado de formatos superiores a 10 litros de capacidad, tipo “coolers” o botellones. El policarbonato se sintetiza a partir del BPA y es un material de alta durabilidad y dureza, resistente a un amplio rango de temperaturas y con una buena transmisión de luz visible. (Roder Oliver, 2014, pág. 1)

### **2.2.3.4 El policarbonato y los envases de agua**

El policarbonato es el material plástico de elección para los botellones de agua reutilizables, ya que proporciona todas las características de rendimiento que requiere el sector, donde la durabilidad, la seguridad y la higiene son de especial importancia. El policarbonato es ligero y al mismo tiempo muy resistente. Puede ser transparente como el cristal, pero es prácticamente irrompible y frente a la temperatura se muestra muy estable. El policarbonato utilizado en envases de agua ha demostrado cumplir con todos estos requisitos por su uso fiable y seguro. (Roder Oliver, 2014, pág. 1)

### **2.2.3.5 Métodos de fabricación**

Los métodos más utilizados para la obtención de los diferentes productos de policarbonato son la inyección, el soplado y la extrusión. El soplado es el método de fabricación utilizado para la obtención de botellas. También se producen por soplado los "films" de policarbonato. Mientras que la extrusión se aplica a la fabricación de planchas de policarbonato celular y compacto. (blog de Mariano, 2011)

### **2.2.3.6 Desventajas del policarbonato**

En el blog de Mariano (2011), sobre la tecnología de los plásticos, nos menciona lo siguiente:



Comenzamos observando la situación del policarbonato en la "pirámide de los plásticos".

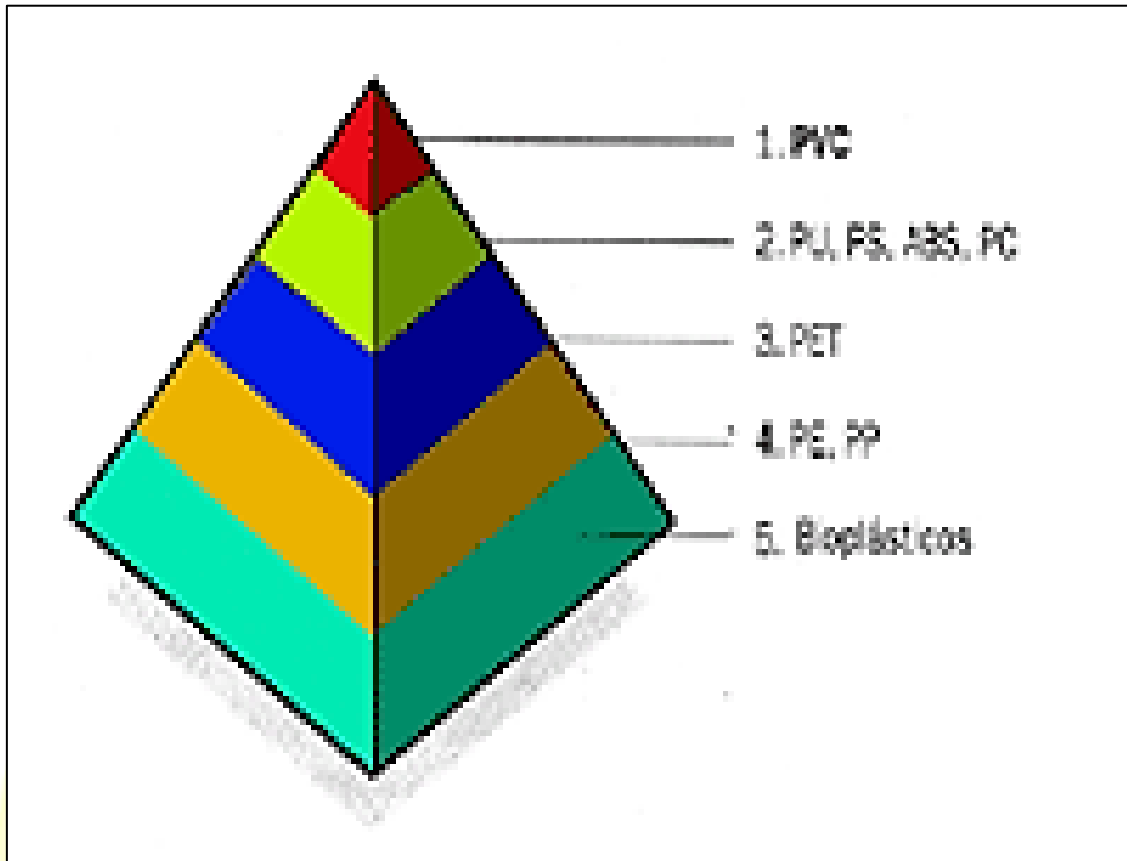


Figura 4. Pirámide de los plásticos

Fuente: (blog de Mariano, 2011)

Ella nos ordena los plásticos de mayor a menor perjuicio medio ambiental. El más perjudicial sería el PVC, mientras que los menos nocivos serían los bioplásticos. El policarbonato se sitúa un escalón por debajo del PVC, junto con el poliestireno, el poliuretano y el ABS, es decir no es un polímero tan inocuo como se podría pensar, pero nuevos procesos de síntesis podrían bajar su posición en dicha pirámide.

Para su síntesis se utiliza fosgeno como materia prima, sustancia toxica derivada del cloro gas. El policarbonato no necesita aditivos, pero necesita disolventes para su producción, como el carcinógeno cloruro de metileno. Se está desarrollando un nuevo proceso de producción de policarbonato no clorado, en este proceso no se utiliza ni cloro, ni fosgeno, ni otros hidrocarburos clorados. Pero el gran problema del PC es la utilización

de bisfenol A en su composición, un disruptor hormonal que está siendo objeto de una gran controversia.

#### 2.2.4 Sistema de transformación de los plásticos

Según Caballero (2010) en su manual de inyección de plásticos indica:

- a) Prensado: Disponemos de la materia prima, de los aditivos necesarios y de un molde en dos mitades, que nos permitirá obtener la pieza deseada.
- Con el molde abierto colocamos la cantidad de plástico necesaria para la pieza a conseguir; se cierra el molde y calentamos hasta que el plástico alcance la fluidez necesaria.
  - Se cierra el molde totalmente, obligando a la masa fundida a ocupar toda la cavidad.
  - Luego se procede al enfriamiento para que adquiera solidez el material y poder desmoldar. (Caballero, 2010, pág. 14)
- b) Inyección: El proceso permite transformar todo tipo de plástico, termoplástico, termoestable y elastómero para fabricar artículos de una gran calidad en formas complicadas y sin ninguna operación posterior. El proceso sigue los siguientes pasos:
- La materia prima se dispone en una tolva auxiliar que permite la caída de 1 material a la antecámara.
  - La antecámara es un cilindro que se calienta exteriormente y que dispone de un pistón que es accionado para empujar el material hacia el molde.
  - El material fundido va llenando el molde frío que es exterior a la antecámara. Mientras la pieza se enfría y desmoldea, el pistón vuelve a su posición inicial para iniciar de nuevo el ciclo. (Caballero, 2010, pág. 14)

- c) Extrusión: Es un proceso continuo que separa el cilindro o cámara preplastificadora y lo instala de forma independiente, cerrándose con una boquilla del tipo de perfil que se desee conseguir. Se emplea en la fabricación de productos semi acabados como perfiles, hojas, planchas, tuberías, recubrimientos de conductores que deben someterse a un acabado antes de ponerse en servicio.
- La materia prima se dispone en una tolva exterior al cilindro, que se calienta por resistencias. Desde la tolva el material cae a un sinfín que gira en el interior del cilindro.
  - El material entra de forma continua por la tolva, y avanza por el cilindro fundiéndose y homogeneizándose, y acaba saliendo por el otro extremo.
  - Colocando en este extremo una boquilla con la abertura diseñada en función del producto que queramos obtener (perfil, tubo, varilla, barra), se cierra el circuito. (Caballero, 2010, pág. 15)
- d) Soplado: es un proceso que se emplea para trabajar termoplásticos y, basado en el procedimiento de extrusión, permite conseguir todo tipo de botes y botellas (y en general cuerpos huecos con buenos rendimientos tanto técnicos como económicos).
- e) Consiste en una extrusora que sitúa un cuerpo tubular y plastificado entre las dos mitades abiertas de un molde (a). Cuando el tubo ha rebasado el molde, éste se cierra soldando por pinzamiento uno de sus extremos (b). En ese momento introducimos aire a presión por el otro extremo, y dado que el tubo todavía es maleable, se hinchará (c) y se adaptará a las partes refrigeradas del molde, adoptando su forma y convirtiéndose en el cuerpo hueco deseado. Después de enfriado lo suficiente (d), podremos abrir el molde y sacar la pieza hueca que hayamos

conseguido. Las presiones de soplado son bajas (no superan los 4 kg/cm<sup>2</sup>) por lo que los moldes no requieren materiales y construcciones de gran robustez y la prensa que acciona las partes del molde tampoco exige grandes presiones para cerrarlo. (Caballero, 2010, pág. 16)

### **2.2.5 Mermas**

Las mermas de Producción son importantísimas para determinar la eficiencia de las maquinarias, del personal y de los procedimientos de una Planta. Por eso realizar su medición y su incidencia en los costos de producción es una labor cuidadosa y continua. (Engormix, 2017)

Las mermas, pueden tener generación en distintas etapas del proceso, incluso en el Plan de producción. (Engormix, 2017)

#### **2.2.5.1 Tipos de mermas**

Engormix (2017), lo clasifica de la siguiente manera:

- a) Por instalaciones y diseño del proceso y maquinaria
- b) En materias primas
- c) Por toma de muestra
- d) Limpieza y desinfección de las instalaciones
- e) En arranques y paradas
- f) Pérdidas por humedad
- g) Por finos o aglutamientos
- h) Por fuera de estándar
- i) Por acarreo, carga o descarga. (s.p.)

#### **2.2.5.2 Recuperación de las mermas de producción**

Minimizar y recuperar las mermas fundamentales, se puede separar en dos grupos que se diferencian por el % de humedad. Las mermas provenientes de los arranques y

paradas del extrusor, y muestras de salida del extrusor, pueden colocarse en un depósito con removedor y agua para aditivarse en el extrusor como el agua que necesita el proceso de extrusión. (Engormix, 2017)

### 2.3 Definición de términos básicos

**Bisfenol A:** Es un producto químico industrial tóxico que se ha utilizado desde los 70 para endurecer el plástico. Está en todas partes: en dispositivos médicos, botellas de plástico, biberones, revestimiento interno de las latas que contienen refrescos y alimentos, etc. (El financiero, 2016)

**Empresa de plásticos:** se encarga de la fabricación y transformación del plástico, mediante cuatro pasos básicos: • La obtención de materias primas. • La síntesis del polímero básico. • La obtención del polímero como un producto que puede utilizarse de forma industrial. • El moldeo o deformación del plástico hasta llegar a la forma que se le desea dar al producto terminado. (quiminet, 2012)

**Extrusión:** un mecanismo de tornillo fuerza el termoplástico caliente a través de un dado abierto (o boquilla) para producir formas sólidas, películas, laminas, tubos y aún bolsas plásticas. La extrusión puede ser empleada también para recubrir alambres y cables. (Herminia, 2011)

**Línea de producción:** conjunto de operaciones secuenciales en las que se organiza un proceso para la fabricación de un producto. Para la fabricación de un gran número de unidades del mismo producto se requiere organizar un montaje en serie de las distintas operaciones requeridas para su transformación de materias prima en producto. (Seampedia, 2018)

**Moldeo por soplado:** El moldeo por soplado es un proceso utilizado para fabricar piezas de plástico huecas gracias a la expansión del material. Esto se consigue por medio de

la presión que ejerce el aire en las paredes de la preforma, si se trata de inyección-soplado, o del párison, si hablamos de extrusión-soplado. (wikipedia, 2014)

**Pérdidas:** entendemos cualquier actividad que no agrega valor al proceso, es todo lo adicional a lo mínimo necesario de recursos (materiales, equipos, personal, tecnología, tiempo, etc.) para fabricar un producto o prestar un servicio. (veedor, 2014)

**Plásticos:** son polímeros que pueden ser moldeados a presión y transformados en diversos objetos con formas diferentes, o bien, usados como pinturas o recubrimientos de superficies. (López, 2004)para

**Policarbonato:** son plásticos usados en la ingeniería y desarrollados para competir con el metal fundido a presión. Pero la preocupación por la tendencia de este plástico a lixiviar la sustancia química bisfenol A ha eliminado casi por completo estos últimos usos del mercado. (ecointeligencia, 2013)

**Polímeros:** los polímeros son moléculas de gran tamaño, constituidas por “eslabones” orgánicos denominados monómeros, unidos mediante enlaces covalentes. (Herminia, 2011)

**Producción:** Como producción se denomina, de manera general, el proceso de fabricar, elaborar u obtener productos. Como tal, la palabra proviene del latín productiō, productiōnis, que significa ‘generar’, ‘crear’. (significados, 2017)

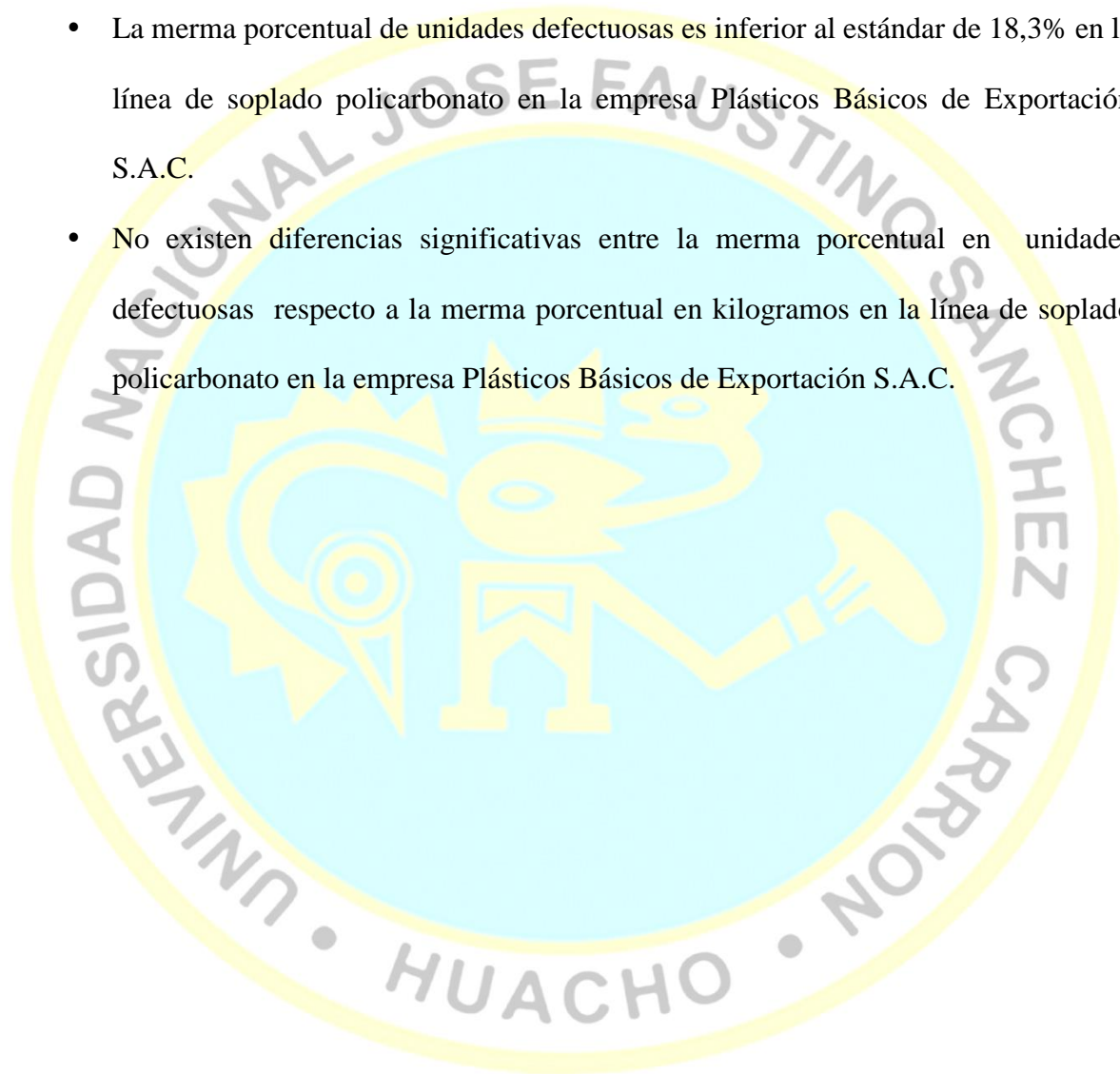
## 2.4 Formulación de hipótesis.

### 2.4.1 Hipótesis general

- Se identifican los factores de la merma de producción, y su cuantificación no superan el estándar de 18,3% dada en la línea de soplado policarbonato de la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.

#### 2.4.2 Hipótesis específicas

- Se Identifican los defectos en los productos elaborados en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.
- Se Identifican los productos que se elaboran en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.
- La merma porcentual de unidades defectuosas es inferior al estándar de 18,3% en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.
- No existen diferencias significativas entre la merma porcentual en unidades defectuosas respecto a la merma porcentual en kilogramos en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.



## CAPITULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1 Diseño metodológico

##### 3.1.1 Tipo de investigación

Dependiendo del objetivo de la investigación que se va a realizar, podemos determinar el tipo de investigación al que corresponde. Esta labor debe realizarse antes de formular el plan de investigación, con el fin de tener bien definido lo que se piensa hacer y qué tipo de información se debe obtener, ya que este documento constituye una secuencia estructurada de fases y operaciones que se articulan en cadena. (Carrasco, 2017, pág. 43)

Investigación aplicada.

##### 3.1.2 Nivel de investigación

Siendo la producción de los nuevos conocimientos y la resolución de problemas críticos, acciones estratégicas, que en esencia representan el propósito fundamental de la investigación científica, deben realizarse guardando un cierto orden progresivo y escalonado. (Carrasco S., 2017, pág. 41)

Según la intervención del investigador: observacional

Según la planificación de las mediciones: prospectivo

Según el número de mediciones de la variable de estudio: longitudinal

*Nivel de investigación:* investigación descriptiva.

##### 3.1.3 Diseño

La diversidad y complejidad de los hechos y fenómenos de la realidad (social y natural) han conducido a diseñar y elaborar numerosas y variadas estrategias, para analizar y responder a los problemas de investigación según su propia naturaleza y características.



Así, por ejemplo, tenemos: los diseños experimentales y los diseños no experimentales, ambos con igual importancia y trascendencia en el plano científico. (Carrasco S., 2017, pág. 59)

*Diseño:* No experimental descriptivo longitudinal.

### **3.1.4 Enfoque**

El enfoque del trabajo de investigación es cuantitativa en las mediciones de las mermas mensuales durante el año 2018.

## **3.2 Población y muestra**

### **3.2.1 Población**

Es el conjunto de todos los elementos (unidades de análisis) que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación. (Carrasco, 2008, pág. 236)

*Población:* Unidades producidas en la línea de soplado policarbonato, Empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.

### **3.2.2 Muestra**

La muestra es una parte o fragmento representativo de la población, cuyas características son las de ser objetiva y reflejo fiel de ella, de tal manera que los resultados obtenidos en la muestra puedan generalizarse a todos los elementos que conforman dicha población. (Carrasco, 2008, pág. 237)

Dado que se dispone de los medios para identificar y cuantificar a toda la población, la muestra aconsiderada representa a toda la población.

*Muestra:* Unidades producidas en la línea de soplado policarbonato, Empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.

## **3.3 Operacionalización de variables e indicadores**

Se indica en la tabla 2.

Tabla 2

*Operacionalización de variables*

| Variables                    | Operacionalización de variables                                |         |
|------------------------------|--|---------|
|                              | Indicador  | Escala  |
| V1<br>1. Factores            | 1.1 Defectos en los productos en la línea de soplado           | Nominal |
|                              | 1.2 Productos elaborados en la línea de soplado                | Nominal |
| V2<br>2. Merma de producción | 2.1 Porcentaje de merma de unidades defectuosas                | Razón   |
|                              | 2.2 Porcentaje de merma en kilogramos de productos defectuosos | Razón   |

Fuente: Elaboración propia.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.4.1 Técnicas a emplear**

Utilizaremos las siguientes técnicas:

- Documental.
- Observación.

#### **3.4.2 Descripción de los instrumentos**

Para cada técnica los siguientes instrumentos:

- a) Instrumentos parte documental
  - Catálogos de equipos.
  - Manuales de operación
- b) Instrumentos para la observación.
  - Lista de verificación,
  - Cámara fotográfica
  - Balanza.

### **3.5 Técnicas para el procesamiento de la información**

Para identificar los factores de la merma de producción en la línea de soplado policarbonato se utilizó el software de hoja de cálculo Microsoft Office Excel 2019,

En el procesamiento de las mermas obtenidas, se procesaron para su representación e interpretación con el software estadístico SPSS versión 25.0. Mediante la estadística descriptiva

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1 Análisis de los factores causantes de la merma de producción

##### 4.1.1 Defectos en productos elaborados en la línea de soplado policarbonato

Tabla 3. *Identificación de defectos en los productos elaborados en la línea de soplado policarbonato*

| Nº | Defectos                           |
|----|------------------------------------|
| 1  | Puntos negros                      |
| 2  | Lechosos                           |
| 3  | Base u hombro débil                |
| 4  | Acumulación de material en la base |
| 5  | Quemados                           |
| 6  | Boca Deforme                       |
| 7  | Acumulación de material en la boca |
| 8  | Arrugas                            |
| 9  | Burbujas                           |
| 10 | Otros                              |

Fuente: Elaboración propia recabada de la empresa

#### 4.1.2 Productos elaborados en la línea de soplado

Tabla 4. Identificación de los productos elaborados en la línea de soplado policarbonato

| N° | Producto         | Detalle                    | Código |
|----|------------------|----------------------------|--------|
| 1  | Bot. benedictino | Botellón benedictino       | SOO3   |
| 2  | Bd-San Mateo     | Botellón San Mateo         | SOO2   |
| 3  |                  | Bidón San Luis             | SOO2   |
| 4  | Bd-San Luis      | Bidón San Luis mn          | SOO3   |
| 5  |                  | Botellón pc Delicia        | SOO3   |
| 6  |                  | Botellón montaña azul      | SOO3   |
| 7  |                  | Botellón pureza            | SOO3   |
| 8  |                  | Botellón pbex x 20l        | SOO2   |
| 9  |                  | Botellón pico rosca        | SOO3   |
| 10 |                  | Botellón pbex c/caño       | SOO3   |
| 11 |                  | Botellón puritain          | SOO2   |
| 12 | Envase pbex      | Botellón pbex x 20l        | SOO3   |
| 13 |                  | Bot.cassinelli             | SOO3   |
| 14 |                  | Botellón fresh life        | SOO2   |
| 15 |                  | Bot.embodesa               | SOO2   |
| 16 |                  | Bot.noe                    | SOO3   |
| 17 |                  | Botellón montaña azul      | SOO3   |
| 18 |                  | Botellón Vitali            | SOO2   |
| 19 |                  | Botellón Angel             | SOO3   |
| 20 |                  | Botellón San Diego         | SOO3   |
| 21 |                  | Botellón agua phura s/caño | SOO3   |
| 22 |                  | Botellón agua phura c/caño | SOO3   |
| 23 | Bases            | Bases PC                   | SOO3   |

Fuente: Elaboración propia recabada de la empresa

## 4.2 Merma de producción

### 4.2.1 Merma generada en unidades defectuosas en el área de soplado – diciembre 2018

Tabla 5. Porcentaje de merma generada en unidades defectuosas en el área de soplado – diciembre 2018

| Defectos                           | Botellón benedictino (s002) | Botellón san mateo (s002) | Bidón san Luis (s002) | Bidón san Luis (s003) | Botellón pureza (s002) | Botellón pbex x 201 s002 | Botellón pico rosca s003 | Botellón pbex c/caño s002 | Botellón purithain s002 | Bot. embodesa (s002) | Botellón angel (s002) | Botellón agua phura c/caño (s002) | Total        |
|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------------------|--------------|
| Puntos negros                      | 581                         | 1768                      | 2318                  | 85                    | 45                     | 430                      | 28                       | 152                       | 108                     | 624                  | 173                   | 64                                | 6376         |
| Lechosos                           | 9                           | 110                       | 100                   | 7                     | 0                      | 0                        | 0                        | 0                         | 12                      | 10                   | 0                     | 0                                 | 248          |
| Base u hombro débil                | 0                           | 0                         | 10                    | 0                     | 0                      | 0                        | 0                        | 0                         | 0                       | 0                    | 0                     | 0                                 | 10           |
| Acumulación de material en la base | 0                           | 0                         | 0                     | 0                     | 0                      | 0                        | 0                        | 0                         | 0                       | 2                    | 0                     | 0                                 | 2            |
| Quemados                           | 0                           | 0                         | 0                     | 0                     | 0                      | 0                        | 0                        | 0                         | 0                       | 0                    | 0                     | 0                                 | 0            |
| Boca Deforme                       | 0                           | 0                         | 0                     | 0                     | 0                      | 0                        | 0                        | 0                         | 0                       | 0                    | 0                     | 0                                 | 0            |
| Acumulación de material en la boca | 3                           | 0                         | 27                    | 0                     | 0                      | 0                        | 0                        | 0                         | 0                       | 9                    | 0                     | 0                                 | 39           |
| Arrugas                            | 0                           | 32                        | 6                     | 0                     | 0                      | 0                        | 0                        | 0                         | 0                       | 25                   | 0                     | 0                                 | 63           |
| Burbujas                           | 267                         | 551                       | 1329                  | 43                    | 10                     | 310                      | 35                       | 108                       | 30                      | 228                  | 107                   | 16                                | 3034         |
| Otros                              | 0                           | 44                        | 100                   | 0                     | 0                      | 8                        | 0                        | 0                         | 0                       | 25                   | 0                     | 0                                 | 177          |
| Total defectos (unds)              | 860                         | 2505                      | 3890                  | 135                   | 55                     | 748                      | 63                       | 260                       | 150                     | 923                  | 280                   | 80                                | 9949         |
| % Defecto por producto             | 16,41                       | 20,57                     | 16,83                 | 16,46                 | 15,49                  | 22,08                    | 24,80                    | 18,01                     | 12,90                   | 20,42                | 21,84                 | 16,60                             | <b>18,34</b> |
| Total de producción buena (unds)   | 4382                        | 9673                      | 19223                 | 685                   | 300                    | 2640                     | 191                      | 1184                      | 1013                    | 3598                 | 1002                  | 402                               | 44293        |
| Producto soplados (unds)           | 5242                        | 12178                     | 23113                 | 820                   | 355                    | 3388                     | 254                      | 1444                      | 1163                    | 4521                 | 1282                  | 482                               | 54242        |

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 5 se indica la merma por productos elaborados en la línea de soplado policarbonato en el mes de diciembre del 2018, teniendo un promedio global de 18,34%, fluctuando en el rango de 12,90 % a 24,80 %

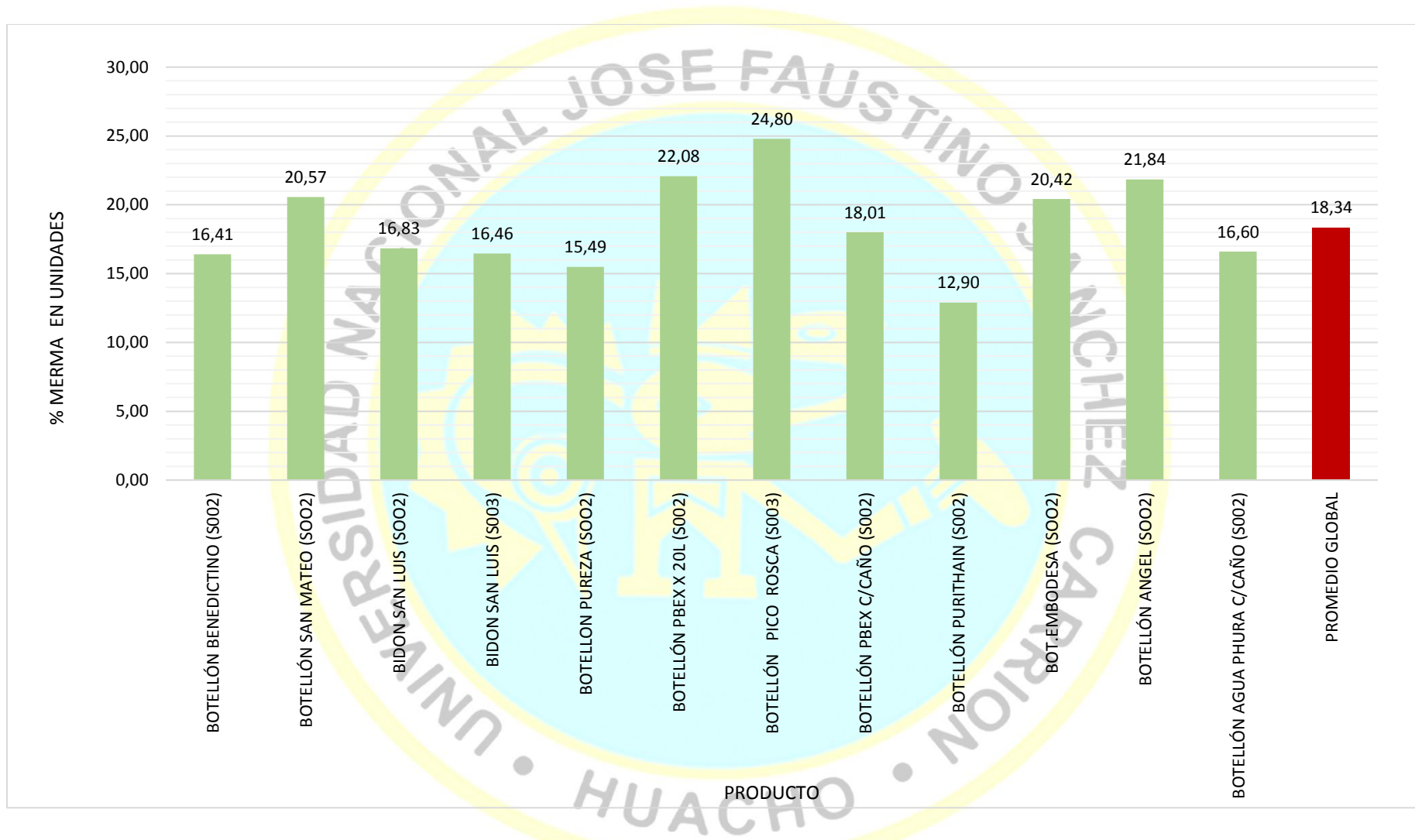


Figura 5. Porcentaje de merma en unidades producidas en el área de soplado – diciembre 2018

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. *Distribución de los defectos por número de incidencia diciembre 2018*

| N°    | DEFECTOS                           | TOTAL | SUMA      |             |
|-------|------------------------------------|-------|-----------|-------------|
|       |                                    |       | ACUMULADA | % ACUMULADO |
| 1     | Puntos negros                      | 6376  | 6376      | 64,09       |
| 2     | Burbujas                           | 3034  | 9410      | 94,58       |
| 3     | lechosos                           | 248   | 9658      | 97,08       |
| 4     | Otros                              | 177   | 9835      | 98,85       |
| 5     | Arrugas                            | 63    | 9898      | 99,49       |
| 6     | Acumulación de material en la boca | 39    | 9937      | 99,88       |
| 7     | Base u hombro débil                | 10    | 9947      | 99,98       |
| 8     | Acumulación de material en la base | 2     | 9949      | 100,00      |
| 9     | Quemados                           | 0     | 9949      | 100,00      |
| 10    | Boca Deforme                       | 0     | 9949      | 100,00      |
| TOTAL |                                    | 9949  |           |             |

Fuente: Elaboración propia recabada de la empresa

De la tabla 6 se tiene que el 94,58% de defectos está representado por puntos negros (64,09%), burbujas (30,49%). El % del mes de diciembre está en el máximo límite que es 18.3 %. En la figura 6 se aprecia que los puntos negros y burbujas son las principales causas de defectos en los productos elaborados en la línea policarbonato.



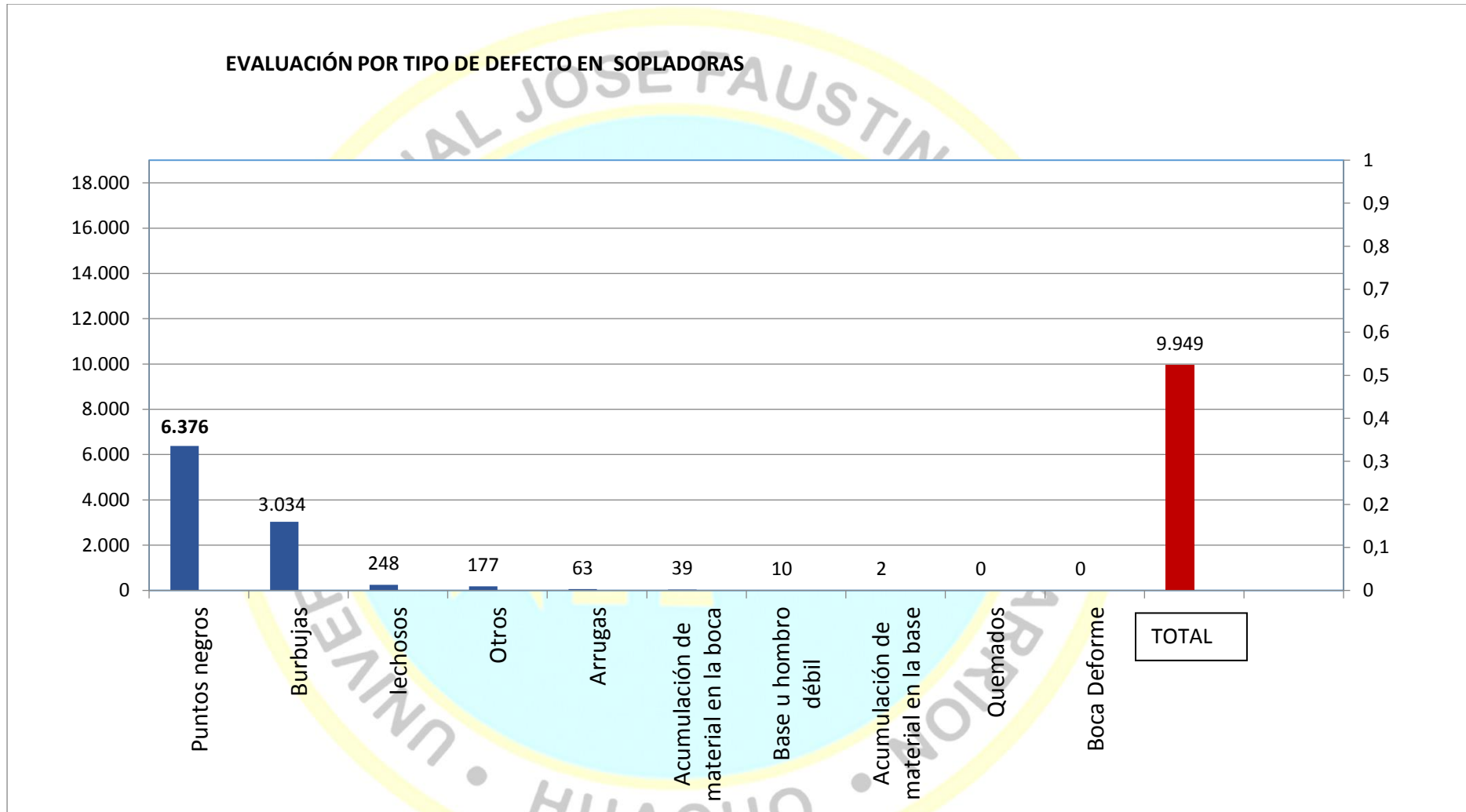


Figura 6. Priorización de defecto por número de incidencia diciembre 2018

Fuente: Elaboración propia recabada de la empresa

Tabla 7. Porcentaje de merma generada en el área de soplado PC - 2018

| Mes            | % merma |
|----------------|---------|
| Enero          | 17,0    |
| Febrero        | 18,1    |
| Marzo          | 14,0    |
| Abril          | 10,5    |
| Mayo           | 16,7    |
| Junio          | 14,5    |
| Julio          | 17,9    |
| Agosto         | 21,6    |
| Septiembre     | 28,0    |
| Octubre        | 15,6    |
| Noviembre      | 18,2    |
| Diciembre      | 18,3    |
| Promedio anual | 17,5    |

Fuente: Elaboración propia recabada de la empresa

En la tabla 7 se aprecia que el % de defecto anual promedio en el año 2018 está en 17,5 %, siendo los meses de agosto y setiembre los únicos en donde se sobrepasó el límite superior que es de 18,3 %, estándar del empresa como se muestra en la figura 7.

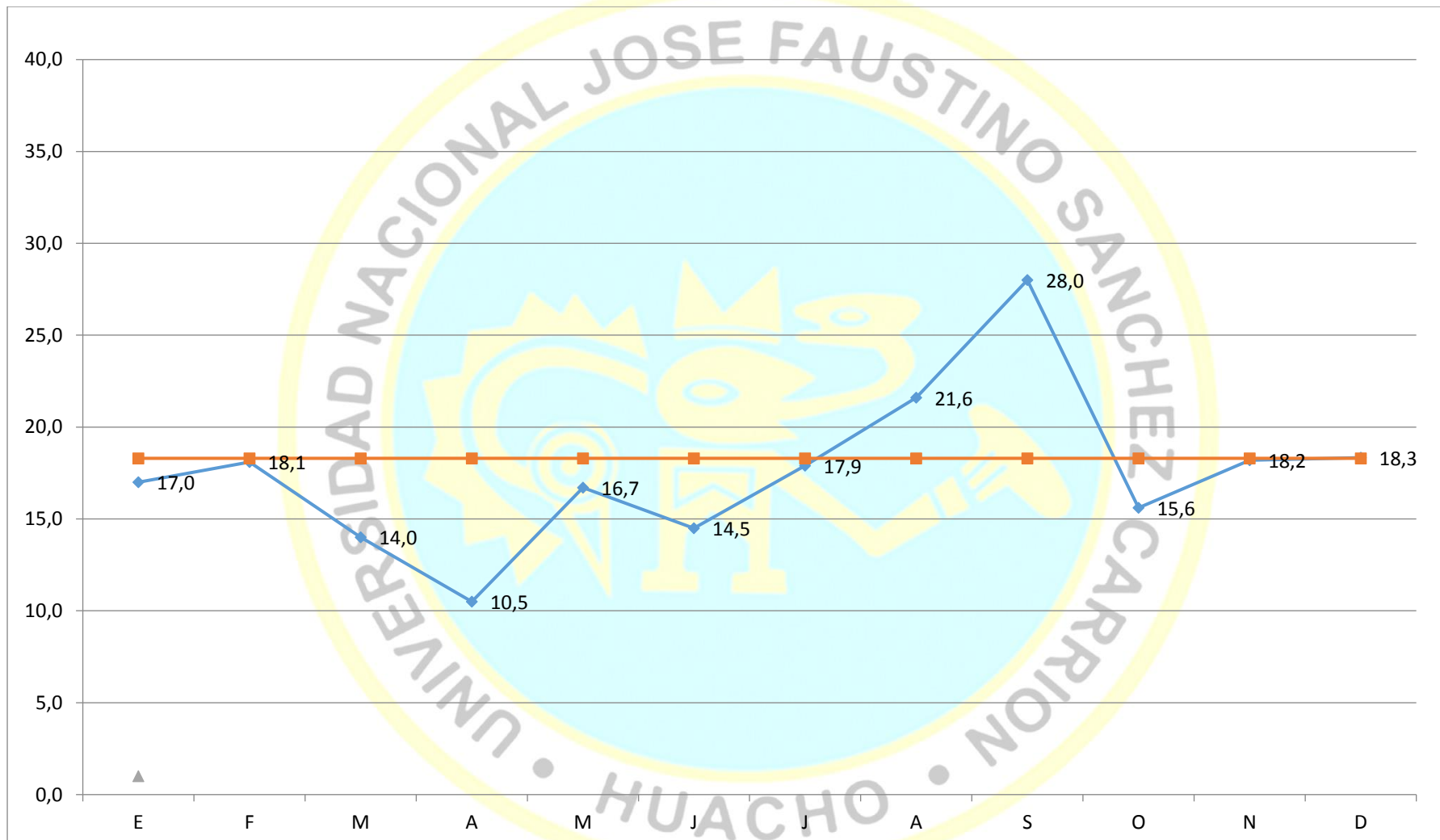


Figura 7. Porcentaje de merma generada en el área de soplado PC - 2018

Fuente: Elaboración propia recabada de la empresa

#### 4.2.2 Merma generada en kilogramos de productos defectuosas en el área de soplado – diciembre 2018

Tabla 8. Porcentaje de merma generada en kilogramos en el área de soplado – diciembre 2018

| Detalle   | Botellón benedictino (s002) | Botellón san mateo (soo2) | Bidón san Luis (soo2) | Bidón san Luis (s003) | Botellón pureza (soo2) | Botellón pbex x 201 s002 | Botellón pico rosca s003 | Botellón pbex c/caño s002 | Botellón purithain s002 | Bot. embodesa (soo2) | Botellón angel (soo2) | Botellón agua phura c/caño (s002) | Total        |
|---|-----------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------------------|--------------|
| Peso por producto (kg)                                    | 0,765                       | 0,964                     | 0,803                 | 0,803                 | 0,767                  | 0,764                    | 0,765                    | 0,766                     | 0,764                   | 0,766                | 0,766                 | 0,768                             |              |
| Total defectos (unds)                                     | 860                         | 2.505                     | 3.890                 | 135                   | 55                     | 748                      | 63                       | 260                       | 150                     | 923                  | 280                   | 80                                | 9.949        |
| Total de producción buena (unds)                          | 4.382                       | 9.673                     | 19.223                | 685                   | 300                    | 2.640                    | 191                      | 1.184                     | 1.013                   | 3.598                | 1.002                 | 402                               | 44.293       |
| Producto soplados (unds)                                  | 5.242                       | 12.178                    | 23.113                | 820                   | 355                    | 3.388                    | 254                      | 1.444                     | 1.163                   | 4.521                | 1.282                 | 482                               | 54.242       |
| Materia prima reprocesada por producto defectuoso(kg)     | 658                         | 2.415                     | 3.124                 | 108                   | 42                     | 571                      | 48                       | 199                       | 115                     | 707                  | 214                   | 61                                | 8.263        |
| Materia prima utilizada para producción buena (kg)        | 3.352                       | 9.325                     | 15.436                | 550                   | 230                    | 2.017                    | 146                      | 907                       | 774                     | 2.756                | 768                   | 309                               | 36.570       |
| Materia prima utilizada para producción total soplada(kg) | 4.010                       | 11.740                    | 18.560                | 658                   | 272                    | 2.588                    | 194                      | 1.106                     | 889                     | 3.463                | 982                   | 370                               | 44.833       |
| % De merma en kg  | 16,41                       | 20,57                     | 16,83                 | 16,46                 | 15,49                  | 22,08                    | 24,80                    | 18,01                     | 12,90                   | 20,42                | 21,84                 | 16,60                             | <b>18,43</b> |

Fuente: Elaboración propia recabada de la empresa

En la tabla 8 se calcula la merma en kg para cada producto elaborado en la línea de soplado policarbonato en el mes de diciembre del 2018, teniendo un promedio global de 18,43%, fluctuando de igual manera que la anterior en el rango de 12,90 % a 24,80 %

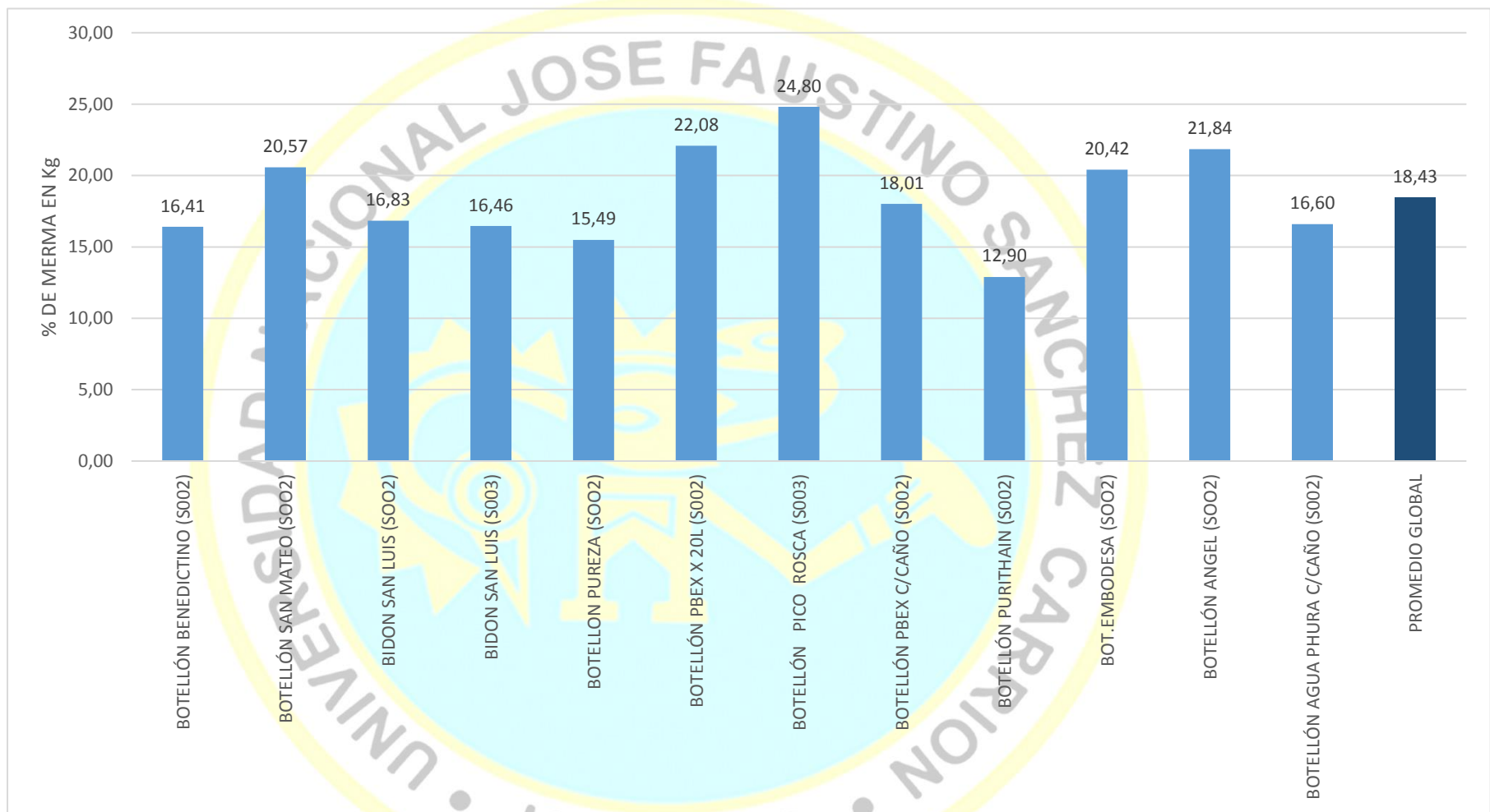


Figura 8. Porcentaje de merma en kilogramos generada en el área de soplado – diciembre 2018

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo a la tabla 5 y 8 se aprecia que el porcentaje de defecto anual promedio en el año 2018 está en 17,5 % en unidades defectuosas y 18,43% en kilogramos.

### 4.3 Contraste de hipótesis

En vista que se han totalizado los productos defectuosos que forman parte de la merma de producción durante el año, no es necesario la realización de estadística inferencial para el contraste de hipótesis, dado que la muestra representa a la misma población de estudio. En ese sentido se indica a continuación los resultados de la estadística descriptiva.

Tabla 9. *Estadístico descriptivo*

| Merma mensual               |          |        |
|-----------------------------|----------|--------|
| N                           | Válido   | 12     |
|                             | Perdidos | 0      |
| Media                       |          | 17,533 |
| Mediana                     |          | 17,450 |
| Desv. Desviación            |          | 4,3006 |
| Varianza                    |          | 18,495 |
| Asimetría                   |          | 1,079  |
| Error estándar de asimetría |          | 0,637  |
| Curtosis                    |          | 2,866  |
| Error estándar de curtosis  |          | 1,232  |
| Rango                       |          | 17,5   |
| Mínimo                      |          | 10,5   |
| Máximo                      |          | 28,0   |
| Percentiles                 | 25       | 14,775 |
|                             | 50       | 17,450 |
|                             | 75       | 18,275 |

Fuente: Elaboración propia.

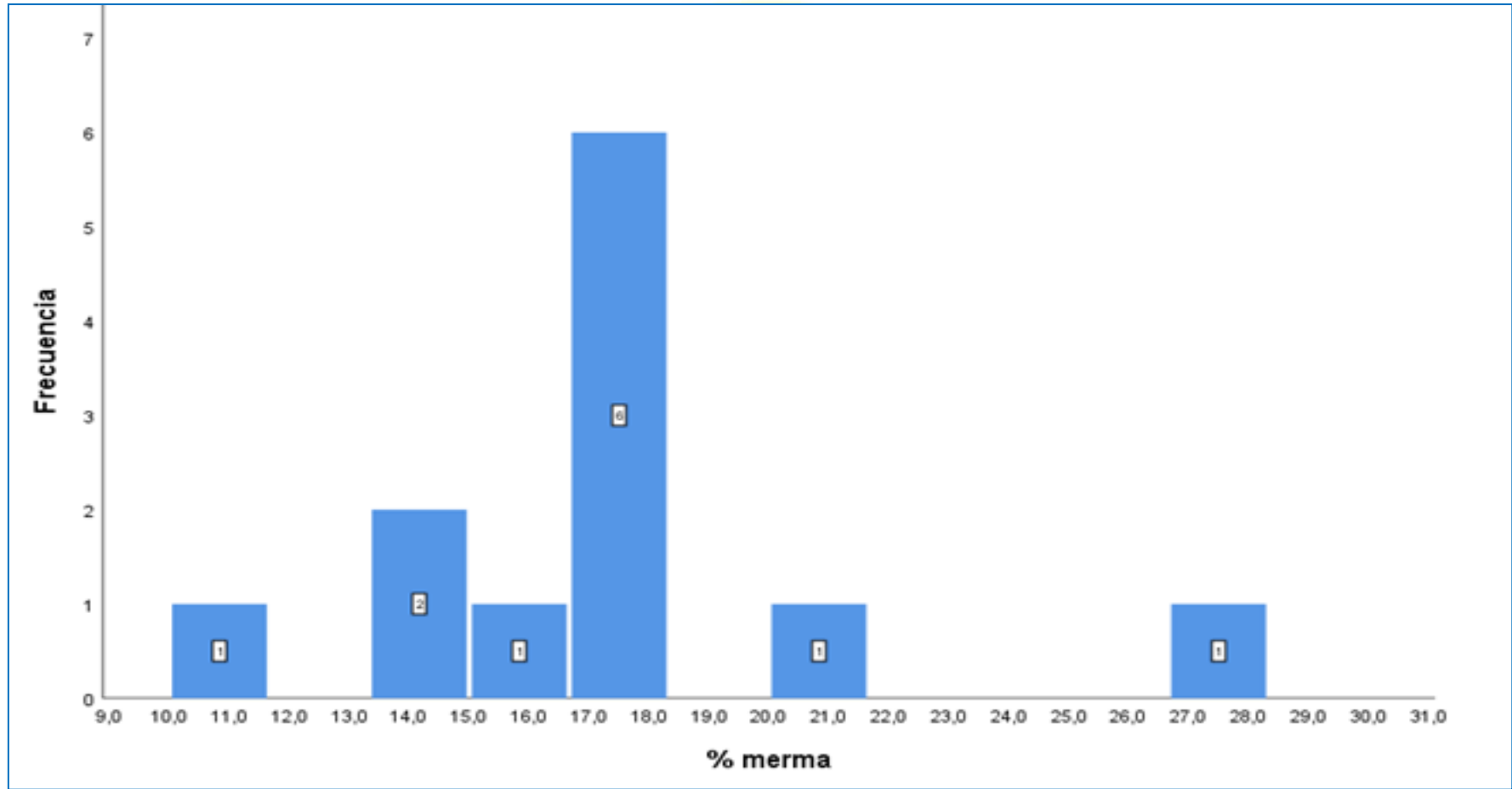


Figura 9. Frecuencia de merma en el área de soplado año 2018

Fuente: Elaboración propia.

En la figura se muestra que el % de merma con mayor frecuencia oscila entre 16,7 a 18,3%

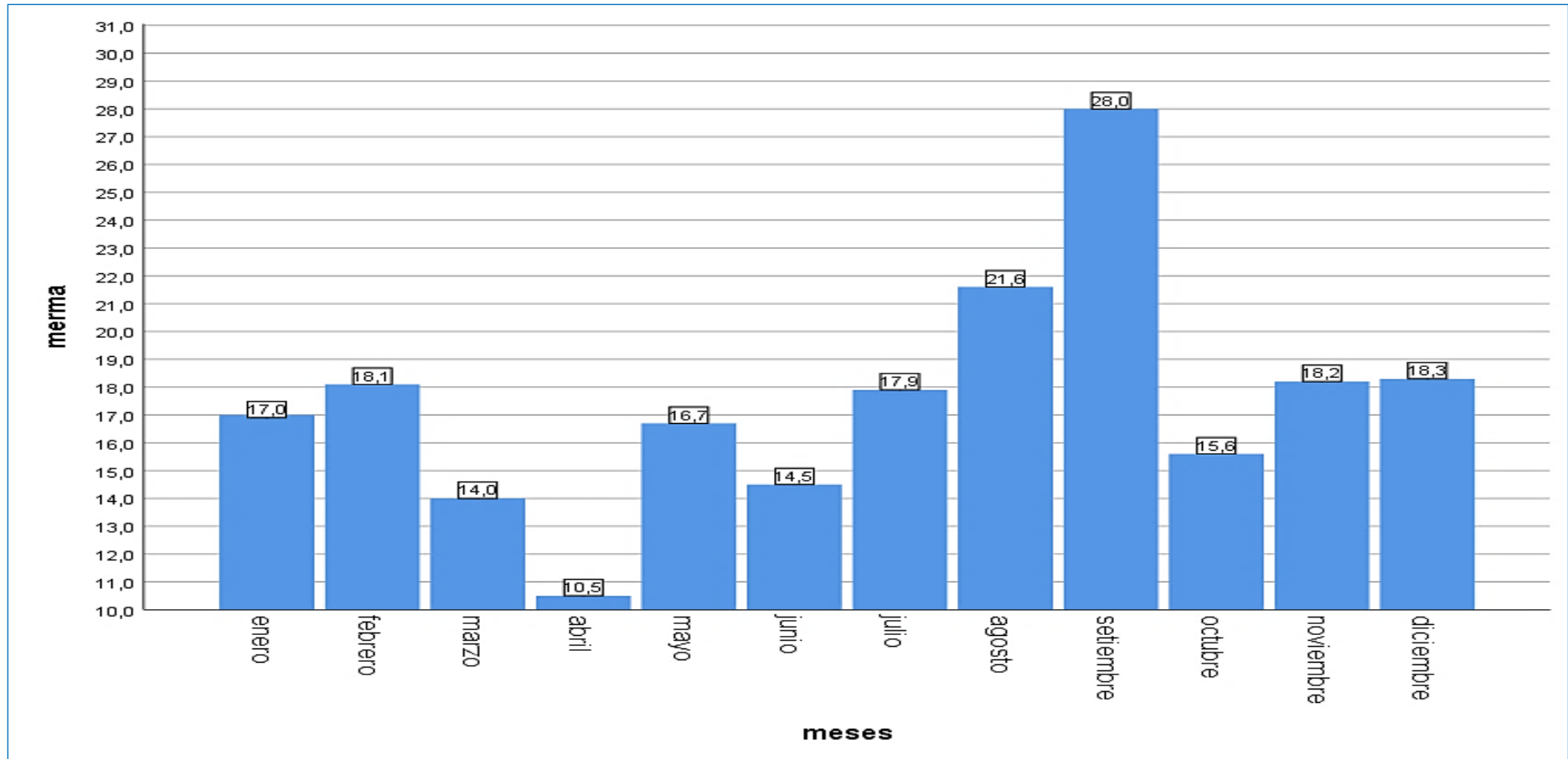


Figura 10. Merma mensual en el área de soplado año 2018

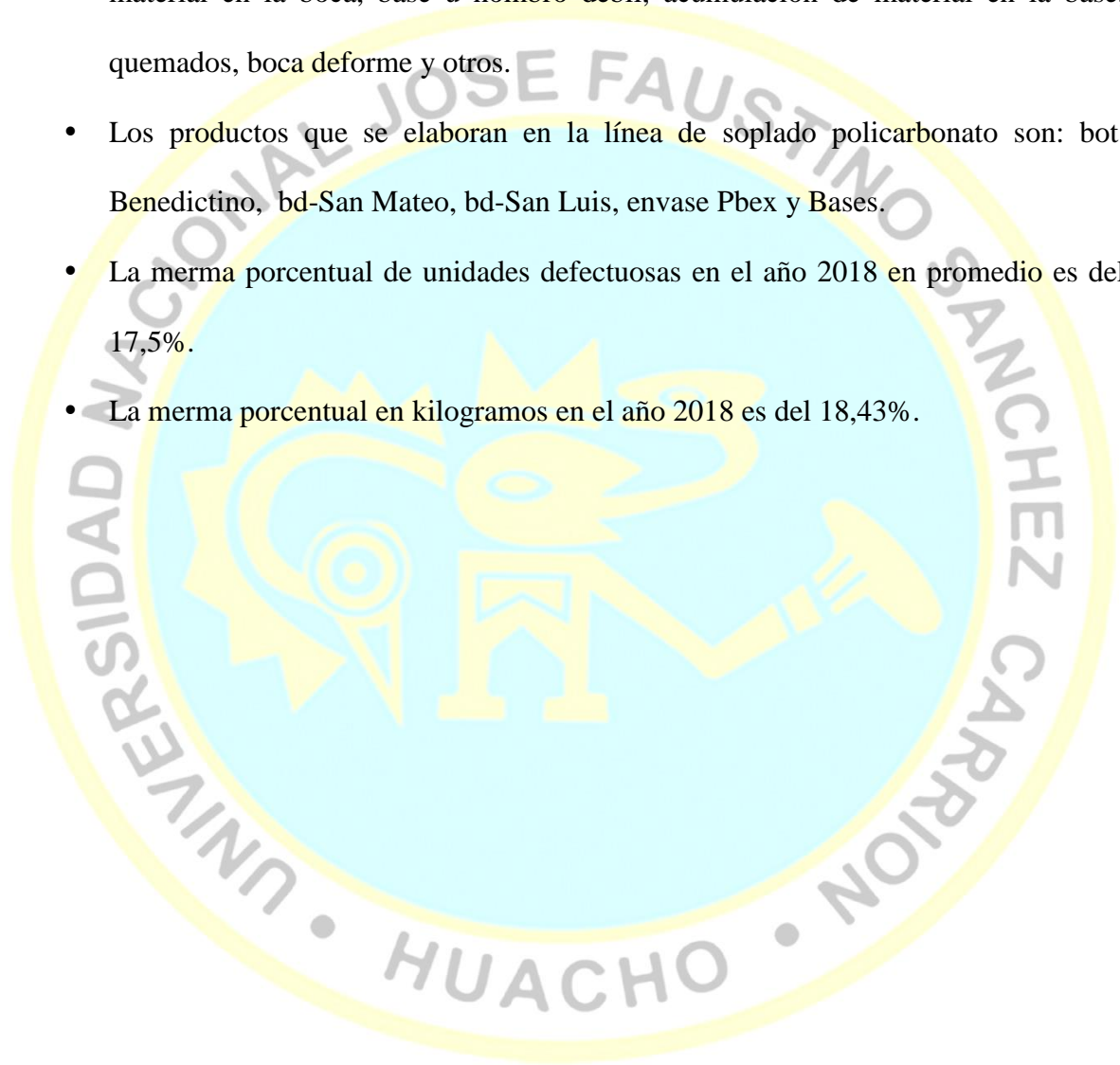
Fuente: Elaboración propia.

Como se observa que en los meses de enero a julio la merma no supero al estándar de 18.3%, lo que sí se puede observar que en agosto y setiembre si superaron el estándar.



En resumen de las tablas y figuras anteriores se obtuvieron los siguientes resultados de acuerdo al objetivo de investigación.

- Los defectos identificados en los productos elaborados en la línea de soplado policarbonato son: puntos negros, burbujas, lechosos, arrugas, acumulación de material en la boca, base u hombro débil, acumulación de material en la base, quemados, boca deforme y otros.
- Los productos que se elaboran en la línea de soplado policarbonato son: bot. Benedictino, bd-San Mateo, bd-San Luis, envase Pbex y Bases.
- La merma porcentual de unidades defectuosas en el año 2018 en promedio es del 17,5%.
- La merma porcentual en kilogramos en el año 2018 es del 18,43%.



## CAPITULO V

### DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Discusión

Respecto a Garay (2018), Universidad de Guayaquil, Ecuador, *Análisis para elaborar un plan de mantenimiento preventivo en el área de producción de la empresa plásticos internacionales Plasinca C.A.*, cuyo objetivo fue demostrar la reducción de costos mediante un plan de mantenimiento preventivo sobre la productividad de la Empresa plásticos internacionales Plasinca C.A. Se concluye de manera similar que los mantenimientos preventivos y un control exhaustivo en la empresa podrán reducir las mermas de producción.

Respecto a Ruiz & Rodríguez (2017), Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia, *Estudio de factibilidad para la integración de una nueva línea de producción en Induplas S.A.*, cuyo objetivo fue realizar un estudio de factibilidad para la integración de una nueva línea de producción para la ampliación del portafolio de productos de Induplas S.A.. Se concluye de forma similar que con propuesta de mejora de los procesos de la empresa son necesarias, esto mejoraría el manejo de materiales, reduciría riesgos y costo de producción total, además de un mejor aprovechamiento de la capacidad productiva.

Respecto a Iguasnia & Torres (2016), Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador, *Aplicación de la tecnología CNC en la modelación de una matriz de soplado de plástico para la producción de botellas de 500 ml como un aporte a la implementación del laboratorio de CAD- CAM de la escuela de Ingeniera Industrial*, cuyo objetivo fue aplicar la tecnología CNC en la modelación de una matriz de soplado de plástico para la producción de botellas de 500 ml como aporte a la implementación del laboratorio de CAD-CAM de la

escuela de ingeniería industrial. Se concluye de manera similar que es necesario garantizar la calidad de materia prima que se abastece a la empresa.

Respecto a Benítez (2006), Universidad de Católica Andrés Bello, Venezuela. *Aplicación de la técnica de cambios rápidos SMED en cambios de molde de la línea de soplado, de una empresa fabricante de productos plásticos*, cuyo objetivo está dirigido específicamente al uso de una herramienta que se desarrolló en el Japón, como una técnica que persigue el desarrollo sostenible de las empresas en materia de productividad operativa. Se concluye de manera similar que como parte del proceso de mejora continua la implementación de las mejoras se debe dar periódicamente con el objeto de reducir los tiempos de parada y defectos en los productos elaborados.

Respecto a Salgado (2008), Universidad Nacional Autónoma de México. México, *Acciones estratégicas para mejorar la productividad de una microempresa de inyección de plásticos*, cuyo objetivo fue conocer la situación actual de la empresa, ubicar y analizar sus principales problemas, proponer soluciones y sugerir estrategias que mejoren el funcionamiento general, tomando en consideración que al momento de su ejecución se requiere de un periodo razonable para poder ver los resultados, de los cuales se espera que en el futuro sean para bien de la empresa y de forma permanente, en la manera que incrementen su productividad y la hagan mejor. Se concluye de manera similar que el mantenimiento de la maquinaria y el equipo afectan la productividad en la empresa.

Respecto a Delgado (2015), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, en su tesis *Propuesta de un plan para la reducción de la merma utilizando la metodología Six Sigma en una planta de productos plásticos*, cuyo objetivo fue proponer la implantación de la metodología Six Sigma en una planta de producción de productos plásticos para la reducción de merma, Se concluye de manera similar que implementando procedimientos validados en la empresa reduce sustancialmente las mermas de producción.

Respecto a Chañi (2014), Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, en su *informe técnico control de calidad en los procesos de extrusión-soplado de envases e inyección de productos plásticos de PE y PP*, cuyos objetivos fueron, aplicar el adecuado control de calidad a la producción de envases plásticos obtenidos con los procesos de extrusión-soplado e inyección y mostrar el control de calidad como parte del sistema de gestión de calidad. Se concluye de manera similar que es necesario llevar el control de los defectos en los productos elaborados por equipos

## 5.2 Conclusiones

- Se cuenta con una lista detallada de los defectos en los productos elaborados en la línea de soplado policarbonato para su control y cuantificación.
- Se identifican los productos que se elaboran en la línea de soplado policarbonato para el control de mermas de producción por producto elaborado.
- La merma porcentual de unidades defectuosas en el año 2018 en promedio es del 17,5%, inferior al estándar de 18,3% en la línea de soplado policarbonato.
- La merma porcentual en kilogramos en el año 2018 es del 18,43%, no habiendo diferencias significativas entre la merma porcentual en unidades defectuosas respecto a la merma porcentual en kilogramos en la línea de soplado policarbonato.

## 5.3 Recomendaciones

- Programar los mantenimientos preventivos para reducir las mermas de producción.
- Mejorar los procesos en la empresa en el manejo de materiales, reducir los riesgos y costo de producción total, con un mayor aprovechamiento de la capacidad productiva.
- Controlar exhaustivamente los controles o parámetros de los equipos para reducir las mermas de producción.

- Como parte del proceso de mejora continua implementar planes de mejora con el objeto de reducir los tiempos de parada y defectos en los productos elaborados.
- Se recomienda la fijación de metas en la reducción de mermas, bajando el estándar límite máximo gradualmente en la búsqueda de la exigencia en la reducción de las mermas.
- Implementar el mantenimiento productivo total como parte de programa de reducción de pérdidas en la empresa.



## CAPITULO VI

### FUENTES DE INFORMACIÓN

#### 6.1 Fuentes documentales

Benítez, O. (2006). Aplicación de la técnica de cambios rápidos SMED en cambios de molde de la línea de soplado, de una empresa fabricante de productos plásticos.

Tesis de grado, Universidad Católica Andrés Bello, Venezuela, Caracas.

Recuperado el 15 de Noviembre de 2018, de

<http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAT5290.pdf>

blog de Mariano. (13 de junio de 2011). Tecnología de los plásticos. Obtenido de

Policarbonato:

<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/06/policarbonato.html>

Caballero, M. (julio de 2010). Ciclo de operaciones de transformación de plásticos y caucho. Manual de inyección de plásticos. Andalucía, España.

Chañi, L. (2014). Control de calidad en los procesos de extrusión-soplado de envases e inyección de productos plásticos de PE y PP. Informe Técnico, Universidad de San

Agustín, Arequipa, Arequipa. Recuperado el 04 de enero de 2019, de

<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2905/MTchcall023.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

#### 6.2 Fuentes bibliográficas

Delgado, E. (2015). Propuesta de un plan de reducción de merma utilizando la metodología Six Sigma en una planta de productos plásticos. Tesis de grado,

- Pontificia Universidad del Perú, Lima, Lima. Recuperado el 18 de Noviembre de 2018, de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6810>
- ecointeligencia. (2013). Recuperado el 10 de febrero de 2019, de Los tipos de plásticos más habituales: <https://www.ecointeligencia.com/2013/12/tipos-de-plasticos-habituales-2/>
- ECOPLAS. (26 de Marzo de 2012). Position paper productos de policarbonato. Boletín informativo N° 40, 6. (C. d. CIT, Ed.) Argentina.
- El financiero. (2016). Que es el BPA. Recuperado el 05 de febrero de 2019, de <https://www.elfinanciero.com.mx/opinion/salvador-garcia-linan/que-es-el-bpa>
- Engormix. (2017). Merms de producción. Recuperado el 12 de febrero de 2019, de <https://www.engormix.com/balanceados/articulos/mermas-produccion-t40925.htm>
- Garay, J. (2018). Análisis para elaborar un plan de mantenimiento preventivo en el área de producción de la empresa de plásticos internacionales Plasınca C.A. Tesis de grado, Universidad de Guayaquil, Ecuador. Recuperado el 20 de diciembre de 2018, de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/36675>
- Iguasnia, D., & Torres, C. (2016). Aplicación de la tecnología CNC en la modelación de una matriz de soplado de plástico para la producción de botellas de 500 ml como un aporte a la implementación del laboratorio de CAD- CAM de la escuela de Ingeniería Industrial. Tesis de grado, Escuela superior politécnica de Chimborazo, Ecuador, Riobamba. Recuperado el 18 de Noviembre de 2018, de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/4938/1/85T00386.pdf>

### **6.3 Fuentes hemerográficas**

- Herminia, E. (2011). Polímeros. Guía didáctica. Buenos Aires, Argentina: Colección encuentro Inet.

#### 6.4 Fuentes electrónicas

Aréstegui maquinaria. (11 de julio de 2016). Identificación de los plásticos por sus códigos. Recuperado el 16 de febrero de 2019, de

<https://www.aristegui.info/identificacion-de-los-plasticos-por-sus-codigos/>

López, F. (2004). Fundamentos de polímeros. Mérida, Venezuela. Recuperado el 18 de Enero de 2019, de

[https://www.researchgate.net/publication/262639386\\_FUNDAMENTOS\\_DE\\_POLIMEROS](https://www.researchgate.net/publication/262639386_FUNDAMENTOS_DE_POLIMEROS)

Oliver Rodés. (4 de febrero de 2014). Envases de agua en cooler y bisfenol-A. 3. Prat de Llobregat, España. Recuperado el 15 de febrero de 2019, de

<https://www.adeac.com/upload/pdf/Informe%20envases%20de%20agua%20en%20cooler%20y%20BPA.pdf>

quiminet. (17 de Mayo de 2012). Recuperado el 02 de febrero de 2019, de Empresa de plásticos: <https://www.quiminet.com/articulos/empresas-de-plasticos-2740832.htm>

Quiminet. (2006). *Todo sobre el policarbonato (PC)*. Recuperado el enero de 18 de 2019, de <https://www.quiminet.com/articulos/todo-sobre-el-policarbonato-pc-4422.htm>

RECOUP. (2016). Envase de plástico - diseñar para reciclar. *guía*. Madrid, España.

Ruiz, V., & Rodríguez, M. (2017). *Estudio de factibilidad para la integración de una nueva línea de producción en Induplas S.A.* Tesis de Grado, Universidad distrital Francisco José de Caldas, Bogotá. Recuperado el 20 de Diciembre de 2018, de <http://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/5906>

Salgado, G. (2008). *Acciones estratégicas para mejorar la productividad de una microempresa de inyección de plásticos*. Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

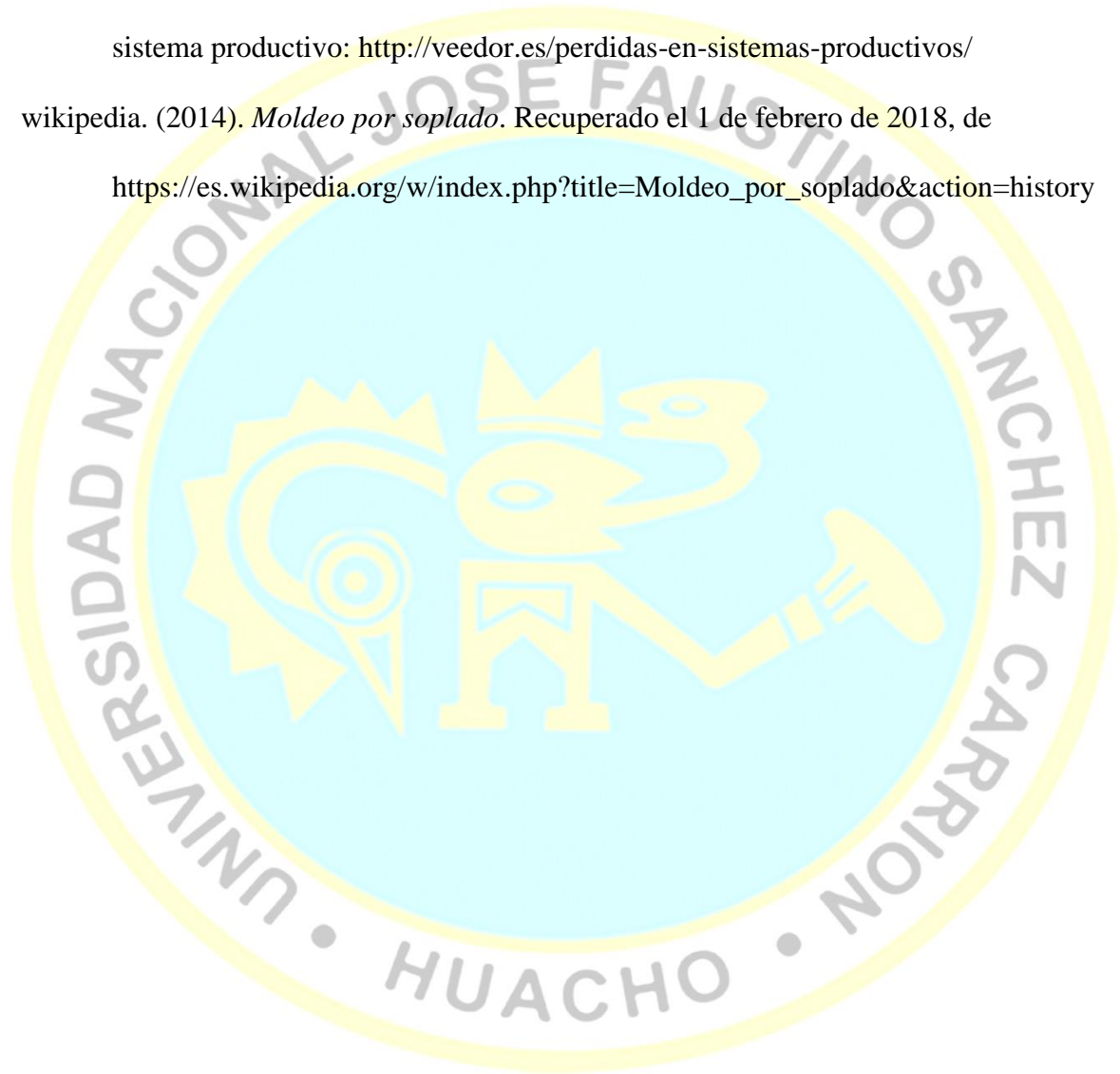


*Seampedia*. (mayo de 2018). Recuperado el 15 de febrero de 2019, de Que es una línea de producción: <https://www.seampedia.com/que-es-una-linea-de-produccion/>

*significados*. (2017). Recuperado el 01 de febrero de 2019, de significado de producción: <https://www.significados.com/produccion/>

*veedor*. (19 de octubre de 2014). Recuperado el 02 de febrero de 2019, de pérdidas de un sistema productivo: <http://veedor.es/perdidas-en-sistemas-productivos/>

wikipedia. (2014). *Moldeo por soplado*. Recuperado el 1 de febrero de 2018, de [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Moldeo\\_por\\_soplado&action=history](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Moldeo_por_soplado&action=history)





Anexo 1. Matriz de consistencia

FACTORES DE LA MERMA DE PRODUCCIÓN EN LA LÍNEA DE SOPLADO POLICARBONATO EMPRESA PLÁSTICOS BÁSICOS DE EXPORTACIÓN S.A.C.

| PROBLEMA   | OBJETIVO   | HIPÓTESIS  | VARIABLES  | OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES   |   | MÉTODOS Y TÉCNICAS   |
|--|--|--|--|---|---|--|
|  |  |  |  | INDICADOR   | ESCALA  |  |
| <p><b><u>PROBLEMA GENERAL</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuáles son los factores que ocasionan la merma de producción y cuanto es la merma obtenida en la línea de soplado policarbonato de la Empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.?</li> </ul> <p><b><u>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuáles son los defectos en los productos elaborados en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.?</li> <li>¿Qué productos se elaboran en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.?</li> <li>¿A cuánto asciende el porcentaje de merma de unidades defectuosas en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.?</li> <li>¿Existen diferencias significativas entre la merma porcentual en unidades defectuosas respecto a la merma porcentual en kilogramos en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.?</li> </ul> | <p><b><u>OBJETIVO GENERAL</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar los factores de la merma de producción y cuantificar la merma obtenida en la línea de soplado policarbonato de la Empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.</li> </ul> <p><b><u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar los defectos en los productos elaborados en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.</li> <li>Identificar los productos elaborados en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.</li> <li>Determinar el porcentaje de merma en unidades defectuosas en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.</li> <li>Determinar el porcentaje de merma en kilogramos y compararlo respecto a la merma de unidades defectuosas en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.</li> </ul> | <p><b><u>HIPÓTESIS GENERAL</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Se identifican los factores de la merma de producción, y su cuantificación no superan el estándar de 18,3% dada en la línea de soplado policarbonato de la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.</li> </ul> <p><b><u>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Se Identifican los defectos en los productos elaborados en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C</li> <li>Se Identifican los productos que se elaboran en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.</li> <li>La merma porcentual de unidades defectuosas son inferiores al estándar de 18,3% en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.</li> <li>No existen diferencias significativas entre la merma porcentual en unidades defectuosas respecto a la merma porcentual en kilogramos en la línea de soplado policarbonato en la empresa Plásticos Básicos de Exportación S.A.C.</li> </ul> | <p><b>VARIABLE 1</b></p> <p>1. Factores</p> <p><b>VARIABLE 2</b></p> <p>2. Merma de producción</p> | <p>1.1 Defectos en los productos en la línea de soplado</p> <p>1.2 Productos elaborados en la línea de soplado</p> <p>2.1 Porcentaje de merma de unidades defectuosas</p> <p>2.2 Porcentaje de merma en kilogramos de productos defectuosos</p> | <p>Nominal</p> <p>Nominal</p> <p>Razón</p> <p>Razón</p> | <p><b><u>TIPO DE INVESTIGACIÓN</u></b></p> <p>Descriptivo longitudinal</p> <p>Aplicativa</p> <p><b><u>POBLACIÓN Y MUESTRA</u></b></p> <p><b><u>. Población</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Unidades producidas en la Línea de soplado policarbonato empresa plásticos básicos de exportación S.A.C</li> </ul> <p><b><u>. Muestra.</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Unidades producidas en la Línea de soplado policarbonato empresa plásticos básicos de exportación S.A.C</li> </ul> <p><b><u>TÉCNICAS</u></b></p> <p>Observación</p> <p>Documental</p> <p><b><u>INSTRUMENTOS</u></b></p> <p>Observación:</p> <p>Lista de verificación,<br/>Cámara fotográfica<br/>Balanza.</p> <p>Documental:</p> <p>Catálogos de equipos.<br/>Manuales de operación.</p> |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Objeto y cálculos de la merma generada en el área de soplado PC - 2018

### **Objetivo General**

Mejorar continuamente nuestros procesos

### **Objetivo Específico**

Disminuir las mermas generadas en soplado

### **Indicador**

$$\frac{\text{producción defectuosa}}{\text{producción total}} \times 100$$

### **Límite Superior (LS)**

18,30%

Desviación

Si sobrepasa el límite superior en el mes.

### **Acción correctora**

Informar al área de procesos y gerencia.

Coordinar una reunión con el equipo de inocuidad y el gerente comercial para elaborar un plan de acción.

Anexo 3. Foto de la recepción de materia prima



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUACHO • CARRION •

Anexo 4. Foto de almacenamiento de materia prima



Anexo 5. Foto de molienda y extracción de polvillo





Anexo 6. Foto de unidad de secado





Anexo 7. Foto de la unidad de extrusión – Soplado

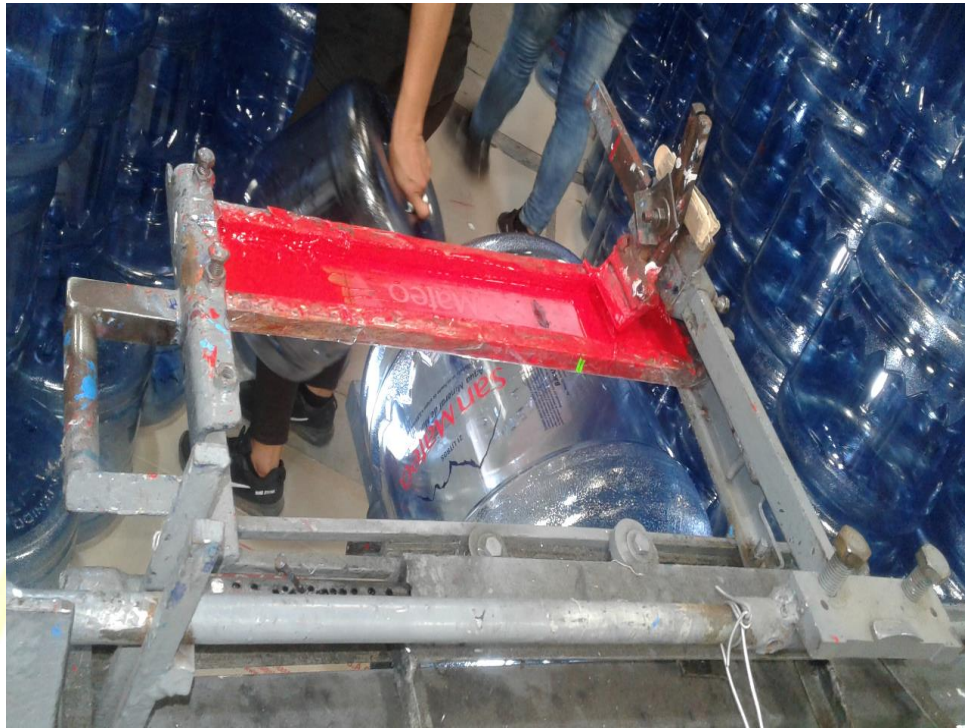


HUACHO

Anexo 8. Foto de rebabeado



Anexo 9. Foto de xerografiado



Anexo 10. Foto de armado



Anexo 11. Foto de embalaje



Anexo 12. Foto de rotulado



| <b>PBEX</b><br>PLASTICOS BASICOS DE EXPORTACION S.A.C. |             |
|--|-------------|
| <b>COD. INGRESO</b>                                    | PT 014035   |
| <b>PRODUCTO</b>  | B5 PP 0/11A |
| <b>CANTIDAD</b>  | 6           |
| <b>LOTE N°</b>   | 11/18       |
| <b>OPERARIO</b>  | Mibe co     |
| <b>TURNO</b>   | B           |
| <b>FECHA</b>   | 14-11-18    |
| <b>COD. SALIDA</b>                                     |             |
| <b>V°B°</b>  | Jaueth      |

Anexo 13. Foto de almacenamiento





Anexo 14. Foto de despacho



Anexo 15. Fotos de las mermas generadas en la empresa

