



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍAS DE LA  
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

**“ESTUDIO DE LOS TIEMPOS Y MOVIMIENTOS Y SU INCIDENCIA EN LA  
PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN DE TAPAS DE  
ALCANTARILLADO DE LA EMPRESA FUNDI LASER EN LA CIUDAD DE  
AMBATO EN EL AÑO 2018”**

---

Trabajo de titulación bajo la modalidad de Proyecto Técnico, previo a la obtención del  
título de Ingeniero Industrial

**Autor(a)**

Supé Mena Erika Alexandra

**Tutor(a)**

Ing. Tierra Arévalo José Marcelo, M.Sc.

AMBATO – ECUADOR

2019

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

Yo, Supe Mena Erika Alexandra, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre "ESTUDIO DE LOS TIEMPOS Y MOVIMIENTOS Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACION DE TAPAS DE ALCANTARILLADO DE LA EMPRESA FUNDI LASER EN LA CIUDAD DE AMBATO EN EL AÑO 2018", como requisito para optar al grado de Ingeniera Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

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

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

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 24 días del mes de enero de 2019, firmo conforme:

**Autor:** Supe Mena Erika Alexandra

**Firma:**.....

**Número de Cédula:** 1804566576

**Dirección:** Tungurahua, Ambato, Pichincha Alta y Sinchiroca.

**Correo Electrónico:** 3rika.sup3@gmail.com

**Teléfono:** 0987389778/032840211

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “ESTUDIO DE LOS TIEMPOS Y MOVIMIENTOS Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN DE TAPAS DE ALCANTARILLADO DE LA EMPRESA FUNDI LASER EN LA CIUDAD DE AMBATO EN EL AÑO 2018” presentado por Erika Alexandra Supe Mena, para optar por el Título de Ingeniera Industrial,

### **CERTIFICO**

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Ambato, 25 de Enero del 2019

.....  
**Ing. Tierra Arévalo José Marcelo, M.Sc.**  
**TUTOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

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

Ambato, 25 Enero 2019

.....  
**Supe Mena Erika Alexandra**

**1804566576**

## **APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO**

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: **“ESTUDIO DE LOS TIEMPOS Y MOVIMIENTOS Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN DE TAPAS DE ALCANTARILLADO DE LA EMPRESA FUNDI LASER EN LA CIUDAD DE AMBATO EN EL AÑO 2018”** , previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Ambato 25 enero 2019

### **TRIBUNAL REVISOR**

.....

Ing. Sánchez Díaz Patricio Eduardo, Mg.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

.....

Ing. Cuenca Navarrete Leonardo Guillermo, Mg.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

.....

Ing. Cáceres Miranda Lorena Elizabeth, Mg.

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme la vida.

A mi hijo por ser mi inspiración y motivo de superación.

A mi esposo por la ayuda incondicional.

A mis padres por su esfuerzo diario y la confianza.

A mi hermano por cuidar de mi hijo.

A mi tutor por la paciencia.

Erika Alexandra

## **AGRADECIMIENTO**

A mi esposo, padres, hermano que siempre me apoyaron.

A mi Tutor Ing. Marcelo Tierra por compartirme sus conocimientos para la realización del presente estudio técnico.

A todos los docentes que fueron parte de mi formación académica.

Gracias.

**ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDO**  
**PÁGINAS PRELIMINARES**

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| Portada.....   | I                                    |
| Autorización por parte del autor para la consulta, ..... | II                                   |
| Aprobación del tutor .....                               | III                                  |
| Declaración de autenticidad.....                         | IV                                   |
| Aprobación tribunal de grado .....                       | V                                    |
| Tribunal revisor.....                                    | V                                    |
| Dedicatoria.....   | VI                                   |
| Agradecimiento.....                                      | VII                                  |
| Resumen ejecutivo.....                                   | XVI                                  |
| Abstract.....  | <b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b> |

**CAPÍTULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Tema:.....                 | 1 |
| Introducción .....         | 1 |
| Árbol de problemas .....   | 3 |
| Análisis crítico.....      | 4 |
| Antecedentes .....         | 5 |
| Justificación.....         | 7 |
| Objetivos .....            | 8 |
| Objetivo general .....     | 8 |
| Objetivos específicos..... | 8 |

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

|   |    |
|---|----|
| Área de estudio.....                                  | 9  |
| Enfoque de la investigación .....                     | 9  |
| Justificación de la metodología.....                  | 10 |
| Población y muestra .....                             | 10 |
| Diseño del trabajo.....                               | 15 |
| Operacionalización de la variable independiente ..... | 15 |
| Operacionalización de la variable dependiente .....   | 16 |
| Procedimiento para obtención y análisis de datos..... | 17 |
| Hipótesis.....  | 17 |

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

|   |    |
|---|----|
| Análisis de la situación actual de la empresa. .... | 18 |
| Estructura organizacional.....                      | 19 |
| Mapa de procesos .....                              | 19 |
| Mapa de proceso (proceso operativo). ....           | 20 |
| Método de las 5m .....                              | 21 |
| Diagrama de flujo del proceso.....                  | 27 |
| Estudio de tiempos en la empresa fundi laser .....  | 40 |
| Tiempo promedio .....                               | 40 |
| Tiempo normal .....                                 | 41 |
| Tiempo estándar del proceso .....                   | 42 |
| Calculo del tiempo estándar.....                    | 44 |
| Productividad .....                                 | 50 |
| Productividad multifactorial .....                  | 51 |

**CAPÍTULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

|  |    |
|--|----|
| Interpretación de los resultados.....                          | 53 |
| Análisis del proceso descrito.....                             | 53 |
| Análisis de los diagramas de procesos.....                     | 53 |
| Análisis del diagrama de flujo analítico del proceso.....      | 53 |
| Análisis de los tiempos de la empresa “fundi laser”.....       | 54 |
| Análisis del tiempo promedio.....                              | 54 |
| Análisis del tiempo normal.....                                | 54 |
| Análisis del tiempo estándar.....                              | 55 |
| Análisis de la productividad multifactorial de la empresa..... | 55 |
| Contraste con otras investigaciones.....                       | 55 |
| Verificación de la hipótesis.....                              | 57 |

**CAPÍTULO V**  
**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

|                      |    |
|----------------------|----|
| Conclusiones.....    | 62 |
| Recomendaciones..... | 64 |
| Bibliografía.....    | 65 |
| Anexos.....          | 67 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1</b> Población y muestra .....  | 10 |
| <b>Tabla 2</b> Número de tiempos a cronometrar .....  | 14 |
| <b>Tabla 3</b> Operacionalización de la Variable Independiente (Tiempos y Movimientos)<br>..... | 15 |
| <b>Tabla 4</b> Operacionalización de la Variable Dependiente (Productividad).....               | 16 |
| <b>Tabla 5</b> Plan de recolección de información .....   | 17 |
| <b>Tabla 6</b> Formato aplicación 5M .....  | 21 |
| <b>Tabla 7</b> Recepción de la materia prima.....   | 22 |
| <b>Tabla 8</b> Preparación y moldeo de la arena .....   | 23 |
| <b>Tabla 9</b> Fundición .....  | 24 |
| <b>Tabla 10</b> Mecanizado .....  | 25 |
| <b>Tabla 11</b> Pintar .....  | 26 |
| <b>Tabla 12</b> Símbolos del diagrama de flujo del proceso .....                                | 27 |
| <b>Tabla 13</b> Resumen del diagrama analítico del proceso .....                                | 29 |
| <b>Tabla 14</b> Resumen del diagrama analítico del proceso .....                                | 32 |
| <b>Tabla 15</b> Resumen del diagrama analítico del proceso .....                                | 35 |
| <b>Tabla 16</b> Resumen del diagrama analítico del proceso .....                                | 37 |
| <b>Tabla 17</b> Resumen del diagrama analítico del proceso .....                                | 39 |
| <b>Tabla 18</b> Escalas de actividad BSI.....   | 41 |
| <b>Tabla 19</b> Sistema de suplementos por descanso .....                                       | 43 |
| <b>Tabla 20</b> Tiempo Estándar MAYO .....  | 44 |
| <b>Tabla 21</b> Tiempo Estándar Junio .....   | 45 |
| <b>Tabla 22</b> Tiempo estándar JULIO.....  | 46 |
| <b>Tabla 23</b> Tiempo estándar AGOSTO.....   | 47 |
| <b>Tabla 24</b> Tiempo estándar SEPTIEMBRE .....  | 48 |
| <b>Tabla 25</b> Tiempo estándar OCTUBRE .....   | 49 |
| <b>Tabla 26</b> Costo de los Insumos .....  | 50 |
| <b>Tabla 27</b> Costo de la mano de obra.....   | 51 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 28</b> Costos fijos de operación .....          | 51 |
| <b>Tabla 29</b> P. Multifactorial de cada mes.....       | 52 |
| <b>Tabla 30</b> Tiempo Promedio Total .....              | 54 |
| <b>Tabla 31</b> Valor del Tiempo Estándar por mes .....  | 55 |
| <b>Tabla 33</b> Datos de Normalidad .....                | 57 |
| <b>Tabla 34</b> Correlación de Pearson .....             | 58 |
| <b>Tabla 35</b> Decisión de correlación.....             | 59 |
| <b>Tabla 36.</b> Análisis ANOVA de regresión lineal..... | 59 |
| <b>Tabla 37.</b> Análisis del modelo de regresión.....   | 60 |
| <b>Tabla 38.</b> Base de datos de SPSS.....              | 60 |

## ÍNDICE DE IMÁGENES

|  |    |
|--|----|
| <b>Imagen 1</b> Árbol de Problemas.....  | 3  |
| <b>Imagen 2</b> Tabla para el cálculo del número de observaciones.....           | 13 |
| <b>Imagen 3</b> Clasificación de la materia prima.....                           | 22 |
| <b>Imagen 4</b> Preparación y moldeo de la arena .....                           | 23 |
| <b>Imagen 5</b> Fundición .....  | 24 |
| <b>Imagen 6</b> Mecanizado de las tapas de alcantarilla .....                    | 25 |
| <b>Imagen 7</b> Proceso de Pintado .....   | 26 |
| <b>Imagen 8</b> Diagrama proceso recepción materia prima.....                    | 28 |
| <b>Imagen 9</b> Diagrama de pastel (actividad vs cantidad) de la Imagen 8.....   | 29 |
| <b>Imagen 10</b> Diagrama de proceso de preparación y moldeo de arenas .....     | 31 |
| <b>Imagen 11</b> Diagrama de pastel (actividad vs cantidad) de la Imagen 10..... | 32 |
| <b>Imagen 12</b> Diagrama del proceso de fundición.....                          | 34 |
| <b>Imagen 13</b> Diagrama de pastel (actividad vs cantidad) de la Imagen 12..... | 35 |
| <b>Imagen 14</b> Diagrama del proceso de mecanizado.....                         | 36 |
| <b>Imagen 15</b> Diagrama de pastel (actividad vs cantidad) de la Imagen 14..... | 37 |
| <b>Imagen 16</b> Diagrama de proceso de pintado .....                            | 38 |
| <b>Imagen 17</b> Diagrama de pastel (actividad vs cantidad) de la Imagen 16..... | 39 |
| <b>Imagen 18</b> Regresión Lineal .....  | 61 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|   |    |
|---|----|
| <b>Gráfico 1:</b> Estructura Organizacional.....    | 19 |
| <b>Gráfico 2</b> Mapa de Procesos Fundi Laser ..... | 20 |

## ÍNDICE DE FÓRMULAS

|                  |  |    |
|------------------|--|----|
| <b>Fórmula 1</b> | Fórmula del rango .....                    | 11 |
| <b>Fórmula 2</b> | Fórmula de la Media aritmética .....       | 12 |
| <b>Fórmula 3</b> | Fórmula de cociente .....                  | 12 |
| <b>Fórmula 4</b> | Fórmula del tiempo promedio.....           | 40 |
| <b>Fórmula 5</b> | Fórmula del Tiempo Normal.....             | 41 |
| <b>Fórmula 6</b> | Fórmula del Tiempo Estándar .....          | 42 |
| <b>Fórmula 7</b> | Fórmula Productividad Multifactorial ..... | 51 |

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

**TEMA:** “ESTUDIO DE LOS TIEMPOS Y MOVIMIENTOS Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD EN LA FABRICACIÓN DE TAPAS DE ALCANTARILLADO DE LA EMPRESA FUNDI LASER EN LA CIUDAD DE AMBATO EN EL AÑO 2018”

**AUTOR:** Supe Mena Erika Alexandra

**TUTOR:** Ing. Tierra Arévalo José Marcelo, MSc.

**RESUMEN EJECUTIVO**

Se plantea como objetivo estudiar el proceso para la fabricación de tapas de alcantarillado y su incidencia en la productividad de la empresa FUNDI LASER, encontrando como principal problema la carencia de un tiempo estándar establecido. Siguiendo un proceso sistemático se establece como hipótesis: Los tiempos y movimientos del proceso de fabricación de tapas de alcantarillado inciden en la productividad de la empresa Fundi Láser. Posterior se realizó un análisis de la situación actual de la empresa durante 6 meses del año 2018, aplicando el método de observación en conjunto con la herramienta de las 5M; encontrando 5 pilares fundamentales para el proceso siendo: recepción de materia prima, preparación y moldeo de arenas, fundición, mecanizado y pintado. Se realizó la toma de tiempos aplicando el método de cronometraje de vuelta a cero, obteniendo el valor del tiempo estándar promedio siendo de 948.48 minutos, con un número promedio de fabricación de 176 unidades mensuales. Se concluye que la productividad es de 2.230; con este valor se considera que la productividad calculada es rentable desde el aspecto económico; mediante la prueba de hipótesis se concluye que el coeficiente de Pearson es de 0.69 con un  $r^2$  ajustado de 0.979, lo cual es un indicador que los tiempos y movimientos tienen un incidencia sobre la productividad del 97% en la empresa FUNDI LASER.

**PALABRAS CLAVE:** Correlación, Proceso, Producción, Productividad, Tiempo Estándar.

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

**THEME:** "STUDY OF THE TIMES AND MOVEMENTS AND THEIR INCIDENCE IN PRODUCTIVITY IN THE MANUFACTURE OF SEWER COVERS OF "FUNDI LASER" COMPANY IN THE CITY OF AMBATO IN THE YEAR 2018"

**AUTHOR:** Supe Mena Erika Alexandra

**TUTOR:** Ing. Tierra Arévalo José Marcelo

**ABSTRACT**

The objective proposed, is to study the process for the manufacture of sewer covers and its impact on the productivity of the company FUNDI LASER, finding as the main problem the lack of an established standard time. Following a systematic process a hypothesis was established: The times and movements of the manufacturing process of sewer covers affect the productivity of the company FUNDI LASER. Later an analysis of the current situation of the company was carried out during 6 months of the year 2018, applying the observation method in conjunction with the 5M tool; 5 fundamental pillars for the process were found: reception of raw material, preparation and moulding of sand, casting, machining and painting. Time was taken by applying the timing method back to zero, obtaining the average standard time value being 948.48 minutes, with an average manufacturing number of 176 monthly units. It was concluded that the productivity is 2,230; with this value it is considered that the calculated productivity is profitable from the economic aspect; by means of the hypothesis test it is concluded that the Pearson coefficient is 0.69 with an adjusted square of 0.979, which is an indicator that the times and movements have an impact on the productivity of 97% in the company FUNDI LASER.

**KEY WORDS:** Correlation , Process, Productivity, Standard Time, Production.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

**Tema:** “Estudio de los tiempos y movimientos y su incidencia en la productividad en la fabricación de tapas de alcantarillado de la empresa Fundi Laser en la ciudad de Ambato en el año 2018”.

### **Introducción**

El Estudio de Tiempos y Movimientos tiene gran importancia para evitar demoras innecesarias en cada una de las actividades durante un proceso llegando con esto a mejorar la eficiencia en los operarios.

Como industria de fundición pionera en Latinoamérica, la empresa Taller de Fundición Colombia S.A.S. “FUNDICOL”, que aplicó el estudio de tiempos y movimientos en el proceso de fundición y maquinado, obteniendo con dicho estudio el cumplimiento de órdenes de entrega aumentando en un 51,68% por la corrección en tiempos innecesarios encontrados y procesos que generaban cuellos de botella, logrando que la empresa tenga mayor productividad y se pueda entregar el producto en el tiempo acordado (CASTILLO, 2016).

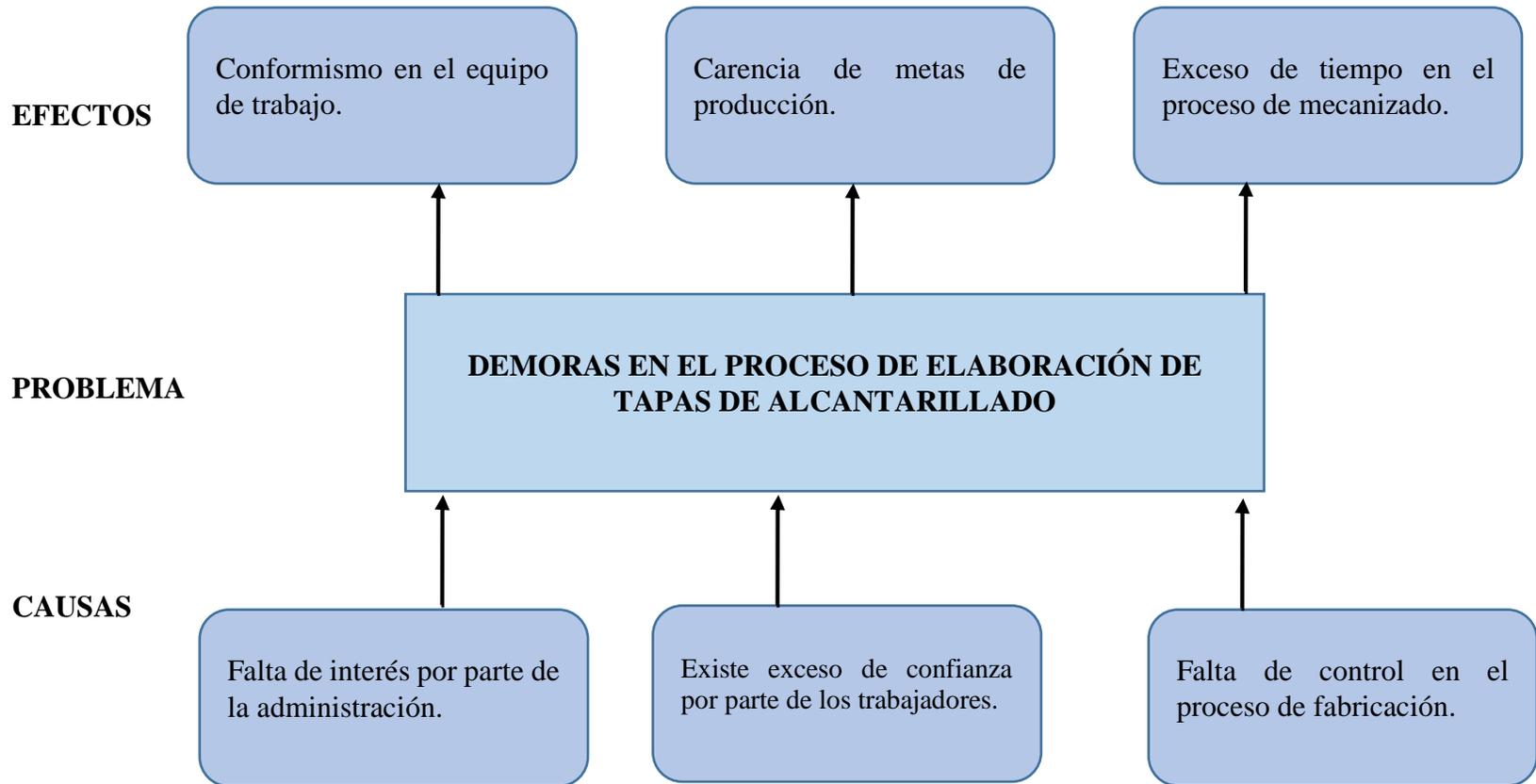
En los últimos años en el Ecuador han ido aumentando las industrias dedicadas a la fundición de metales, desde pequeños talleres hasta grandes plantas manufactureras. En la Zona 3 del Ecuador como ejemplo ilustrativo, NOVACERO S.A. la que realizó la optimización de los tiempos de trabajo en los procesos de laminación del tren 2, del cual se determinó que en la operación de despunte existían tareas innecesarias, que

ocasionaban pérdidas en tiempo debido a falencias en el diseño de la plataforma de despunte (PULLOPAXI, 2009).

Con estos precedentes, el actual estudio se desarrollará en la empresa “FUNDI LASER”, empresa dedicada a la elaboración de tapas de alcantarillado, cuyas instalaciones se encuentran en la Provincia de Tungurahua, cantón Ambato, sector Santa Clara de Izamba siendo conocida a nivel local por sus productos de calidad.

FUNDI LASER tiene como misión transformar la chatarra, que ya no sirven en piezas realmente resistentes. Tienen más de 40 años de experiencia en el proceso de fundición, con su creador el señor Eduardo Tirado, pero se apostó todo para innovar y crecer en el mercado con el nuevo horno de inducción instalado a mediados del año 2017, que trajo consigo anhelos por conocer y al mismo tiempo por capacitarse en su uso y mantenimiento; siendo una de las siete máquinas que existen actualmente en el país, debido a su delicada manipulación. Todo el proceso para la fundición implica un proceso de selección exhaustiva del material a ser fundido, ya que se desprecia el material oxidado y con rastros de pintura; siendo estas normas necesarias para la obtención de materiales de gran calidad (SANCHEZ, 2015).

### Árbol de problemas



3

**Imagen 1** Árbol de Problemas  
**Elaborado por:** Erika Alexandra Supe Mena  
**Fuente:** Fundi Laser

### **Análisis crítico**

En la empresa Fundi Laser existen tiempos improductivos debido a que las actividades no están estandarizadas y teniendo como resultado poca producción durante el tiempo de desarrollo para el proceso de la elaboración de tapas de alcantarillado.

La empresa cuenta con varias demoras en la entrega de trabajos por parte de los operarios, generando de esta manera incertidumbre y malestar en los clientes por falta de seriedad a la hora de entregar los pedidos.

La mala distribución de las herramientas para el modelado de las arenas, por no tener un lugar apropiado establecido, al encontrarse lejos del área de trabajo generando con esto estrés en los operarios y a la vez aumenta el tiempo en la producción.

No cuenta con un control en el proceso de fabricación, generando así que los operarios no trabajen a su capacidad máxima, obteniendo un rendimiento bajo, además que los operarios se encuentren desmotivados durante la realización de sus labores, también tengan incumplimiento en la entrega de los pedidos de tapas de alcantarillado; dando al cliente desconformidad al no cubrir sus necesidades y por ende hace que la empresa genere pérdidas económicas al disminuir su clientela.

## **Antecedentes**

Para la realización del presente proyecto he revisado y tomado como guía varias tesis que tienen relación con el tema y se analizará las conclusiones de los mismos.

Tema: “[Mejorar los estándares de tiempos y movimientos en los procesos de fundición de chatarra en la Empresa Andec S.A.”

Autor: Pesantez Mantuano Víctor Alberto

Conclusiones:

En el presente análisis realizado en el Horno Eléctrico de la empresa ANDEC S.A.; presenta características de la Empresa, antecedentes, localización, procesos, diagramas y de más (PESANTEZ, 2016).

Los problemas que han generado en esta situación, se refiere a los tiempos improductivos, para mejorar los tiempos y movimientos del proceso del Horno Fundidor, trayendo como consecuencia una pérdidas económicas (PESANTEZ, 2016).

Tema: “Análisis del proceso de fundición de aluminio y propuestas de mejora de eficiencia de producción de bases dentadas en la Empresa Press Forja S.A”

Autor: Pando Bacuilima Franklin Mauricio; Zapatán Palacios Christian Manuel.

Conclusiones:

Debido a su configuración actual de la inyectora, el material inyectado se encuentra en zona de flujo turbulento, por lo tanto se reconfiguró los parámetros de la inyectora (PANDO , y otros, 2012).

A nivel mundial el campo de la fundición ha sufrido una gran avance tecnológico ya que en la actualidad tenemos hornos e inyectoras controladas con paneles digitales con capacidades de simular ciclos (PANDO , y otros, 2012).

Tema: “Propuesta de estandarización para la fundición de lingotes de aluminio en la Empresa Recuperadora de Metales Ruby C”

Autores: Almanzar Corredor Cristian José; Ballén Hernández Daniel; Ramos Calderón Bryan Humberto

#### Conclusiones:

Como resultado del diagnóstico del estado actual del proceso productivo de la empresa Recuperadora de metales Ruby C se evidenció que su principal problema es la desorganización total del proceso productivo por no tener estandarizado su proceso y debido a que la planta se encuentra siempre desorganizada, lo que ha conllevado a tener baja productividad, costos excesivos de producción y la calidad de producto es variable (ALMAZAR, y otros, 2017).

Después de analizados los movimientos y los tiempos de operación del proceso de producción del lingote de Aluminio, se identificó que los operarios de fundición tienen más un de 4% de tiempo ocioso el cual se aprovechara para darle mayor continuidad a la producción (ALMAZAR, y otros, 2017).

Con la implementación de las tres herramientas ingenieriles propuestas, la productividad de la empresa Recuperadora Ruby C se incrementará en promedio 16kg de material aluminio fundido en lingote diariamente, lo cual conllevará a recibir un ingreso adicional de ventas (ALMAZAR, y otros, 2017).

## **Justificación**

FUNDI-LASER es una empresa que posee gran demanda de producción de tapas de alcantarillado, que marcó la diferencia y trascendió provincias dentro de todo el Ecuador; con estos antecedentes la empresa en mención tiene como misión ser una empresa competitiva reconocida a nivel nacional en la fundición de metales y otras aleaciones, ofertando productos de calidad, servicio integral y personalizado al cliente con elevados estándares y tecnología de punta, contando con personal comprometido motivado y calificado (Laser, 2015).

Para el desarrollo de la medición del trabajo interno de la empresa ha sido utilizada con éxito dos parámetros claves como son el estudio de tiempos y movimientos; la **importancia** que genera el presente proyecto es que gracias al estudio de tiempos y movimientos se determinará la carga de trabajo apropiado para las personas que laboran en cada área, además de implicar técnicas para establecer un estándar de trabajo dentro de un tiempo permisible, para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito por los supervisores de la área de la empresa, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables de los operarios de FUNDI-LASER.

La **utilidad** que brinda este proyecto al realiza el estudio de tiempos y movimientos, es porque ayuda a conocer los tiempos muertos que existen a lo largo del proceso de producción en cada área proceden de producción, y son considerados como el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo. Para de esta manera poder generar un **impacto** grande a partir de la realización de una propuesta de estandarización a partir del estudio de tiempos y movimientos dentro de la empresa, como caso práctico en el proceso de la elaboración de tapas de alcantarillado.

Siendo **beneficiarios** directos a la empresa FUNDI LASER, al momento de determinar la causa de las demoras que existe en la producción de la empresa y con esto conocer el rendimiento en el que debe realizar las tareas el operario, la **factibilidad** existe por la apertura brindada por parte de la empresa Fundí Laser y a su vez por el acceso a los elementos de estudio.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Estudiar de los tiempos y movimientos y su incidencia en la productividad en la fabricación de tapas de alcantarillado de la empresa Fundi Laser en la ciudad de Ambato en el año 2018.

### **Objetivos específicos**

- Diagnosticar la situación actual de las actividades del proceso de fabricación de tapas de alcantarillado.
- Establecer el tiempo estándar para el proceso de elaboración de tapas de alcantarillado de la Empresa Fundi Laser.
- Determinar la productividad en el proceso de elaboración de tapas de alcantarillado de la empresa Fundi Laser de la ciudad de Ambato.
- Determinar si existe relación entre los tiempos y movimientos y la productividad.

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **Área de estudio**

#### **Delimitación del Objeto de Estudio**

**Dominio:** Tecnología y Sociedad

**Línea de Investigación:** Productividad

**Campo:** Ingeniería Industrial

**Área:** Tiempos y Movimientos

**Aspecto:** Productividad

**Objeto de Estudio:** Procesos de producción y productividad.

**Periodo de análisis:** En el año 2018

#### **Enfoque de la Investigación**

El enfoque que tiene el presente proyecto es un enfoque cualitativo ya que se busca determinar todas las causas, defectos que se generan durante el proceso de la elaboración de tapas de alcantarillado y que afectan al mismo; se analizará mediante los diagramas de procesos.

A su vez también es cuantitativo debido a las mediciones numéricas de los tiempos en la producción de las tapas de alcantarillado, tiempos que serán tomados durante la fabricación.

## Justificación de la metodología

La presente investigación es de campo, al ser realizada en el área del proceso de función de metales para la elaboración de tapas de alcantarillado de la empresa FUNDI LÁSER, perteneciente a la ciudad de Ambato, quienes son los interesados en identificar los procesos operativos que midan los tiempos y movimientos para la elaboración de tapas de alcantarillado y poder establecer la productividad multifactorial que pueda evaluar el rendimiento de sus procesos.

La investigación es de intervención social y proyecto factible, que permite levantar los procesos operativos para la elaboración de tapas de alcantarillado y poder conocer el problema de cerca, además establecer la productividad multifactorial que pueda evaluar el rendimiento de sus procesos, y permita hacer un análisis con el rendimiento de las otras empresas que se encuentran en el mercado.

Para continuar con el proceso de evaluación, se debe tener en cuenta que todos los operarios deben estar capacitados para el área de trabajo asignada, consiguiente el analista puede elegir al operario que va hacer objeto de estudio; posterior se realiza una comparación del desempeño que logra cada operario perteneciente al área evaluad, al tomar en cuenta la experiencia en lograr el objetivo deseado, de la cual se obtiene una descripción clara de las características, de su desempeño laboral.

## Población y muestra

Para este estudio se consideran un total 13 personas. (Ver Tabla 1)

**Tabla 1** Población y muestra

| <b>Número de trabajadores</b> | <b>Cargo</b>       |
|-------------------------------|--------------------|
| 4                             | Fundidores         |
| 5                             | Ayudantes          |
| 1                             | Secretaria         |
| 1                             | Contador           |
| 2                             | Mecanizado pintura |

**Elaborado por:** Erika Alexandra Supe Mena

**Fuente:** Fundi Laser

## Cálculo de la muestra

Elección del trabajador calificado.- Los trabajadores calificados son aquellos que tienen la experiencia, los conocimientos y otras cualidades necesarias para efectuar el trabajo en curso según normas satisfactorias de seguridad, cantidad y calidad (LÓPEZ, 2016).

Para identificar al operario calificado por estimación, observando sus cualidades, se toma en cuenta los siguientes aspectos:

- Habilidad del operario en el método.
- Familiaridad con el producto y con el proceso.

En caso de que existan varios trabajadores que ejecutan la misma tarea, se deberá elegir al trabajador promedio para realizar el estudio de tiempos (ESCALANTE, y otros, 2015).

Para determinar al trabajador calificado se visitó la empresa y con ayuda del gerente de la Empresa Fundi Laser se eligió al operario Iván Pérez ya que se caracteriza por estar inmerso en todo el proceso de fabricación de tapas de alcantarillado además de contar con los aspectos antes mencionados.

Determinación del número de observaciones. -

Para determinar el número de observaciones se aplicará el método tradicional explicado a continuación:

1. Realizar una muestra tomando 10 lecturas sí los ciclos son  $\leq 2$  minutos y 5 lecturas sí los ciclos son  $> 2$  minutos, esto debido a que hay más confiabilidad en tiempos más grandes, que en tiempos muy pequeños donde la probabilidad de error puede aumentar. (LÓPEZ, 2016)
2. Calcular el rango o intervalo de los tiempos de ciclo, es decir, restar del tiempo mayor el tiempo menor de la muestra:

$$R(\text{rango}) = X \text{ max} - X \text{ min}$$

**Fórmula 1** Fórmula del rango  
**Fuente:** (LÓPEZ, 2016)

3. Calcular la media aritmética o promedio:

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

**Fórmula 2** Fórmula de la Media aritmética  
**Fuente:** (LÓPEZ, 2016)

Siendo:

$\Sigma x$  = Sumatoria de los tiempos de muestra

n = Número de ciclos tomados

4. Hallar el cociente entre rango y la media:

$$cociente = \frac{Rango}{\bar{X}}$$

**Fórmula 3** Fórmula de cociente  
**Fuente:** (LÓPEZ, 2016)

5. Buscar ese cociente en la siguiente tabla, en la columna (R/X), se ubica el valor correspondiente al número de muestras realizadas (5 o 10) y ahí se encuentra el número de observaciones a realizar para obtener un nivel de confianza del 95% y un nivel de precisión de  $\pm 5\%$  (LÓPEZ, 2016).

A continuación, se plasmará una Imagen donde detalla el cálculo de número de observaciones.

| TABLA PARA CALCULO DEL NUMERO DE OBSERVACIONES |    |    |      |     |     |
|--|----|----|------|-----|-----|
| R/X  | 5  | 10 | R/X  | 5   | 10  |
| 0  | 0  | 0  | 0.48 | 68  | 39  |
| 0.01   | 1  | 1  | 0.50 | 74  | 42  |
| 0.02   | 1  | 1  | 0.52 | 80  | 46  |
| 0.03   | 1  | 1  | 0.54 | 86  | 49  |
| 0.04   | 1  | 1  | 0.56 | 93  | 53  |
| 0.05   | 1  | 1  | 0.58 | 100 | 57  |
| 0.06   | 1  | 1  | 0.60 | 107 | 61  |
| 0.07   | 1  | 1  | 0.62 | 114 | 65  |
| 0.08   | 1  | 1  | 0.64 | 121 | 69  |
| 0.09   | 1  | 1  | 0.66 | 129 | 74  |
| 0.10   | 3  | 2  | 0.68 | 137 | 78  |
| 0.12   | 4  | 2  | 0.70 | 145 | 83  |
| 0.14   | 6  | 3  | 0.72 | 153 | 88  |
| 0.16   | 8  | 4  | 0.74 | 162 | 93  |
| 0.18   | 10 | 6  | 0.76 | 171 | 98  |
| 0.20   | 12 | 7  | 0.78 | 180 | 103 |
| 0.22   | 14 | 8  | 0.80 | 190 | 108 |
| 0.24   | 13 | 10 | 0.82 | 199 | 113 |
| 0.26   | 20 | 11 | 0.84 | 209 | 119 |
| 0.28   | 23 | 13 | 0.86 | 218 | 126 |
| 0.30   | 27 | 15 | 0.88 | 229 | 131 |
| 0.32   | 30 | 17 | 0.90 | 239 | 138 |
| 0.34   | 34 | 20 | 0.92 | 250 | 143 |
| 0.36   | 38 | 22 | 0.94 | 261 | 149 |
| 0.38   | 43 | 24 | 0.96 | 273 | 156 |
| 0.40   | 47 | 27 | 0.98 | 284 | 162 |
| 0.42   | 52 | 30 | 1.00 | 296 | 169 |
| 0.44   | 57 | 33 | 1.02 | 303 | 173 |
| 0.46   | 63 | 36 | 1.04 | 313 | 179 |

**Imagen 2** Tabla para el cálculo del número de observaciones  
**Fuente:** (LÓPEZ, 2016)

La imagen 2 representa la tabla que sirve para conocer el número de observaciones a realizar.

A continuación se detalla el número de tiempos a cronometrar

**Tabla 2** Número de tiempos a cronometrar

| EMPRESA FUNDI LASER |                                     |   |        |        |        |        |            |           |           |       |                  |          |                    |
|---------------------|-------------------------------------|---|--------|--------|--------|--------|------------|-----------|-----------|-------|------------------|----------|--------------------|
| N°                  | SUB-PROCESOS                        | Tiempos de cada actividad (min)           |        |        |        |        | Suma (min) | Valor max | Valor min | Rango | Media Aritmetica | Cociente | # de observaciones |
|                     |                                     | =2min, 5 LECTURAS SILOS CICLOS SON > 2MIN |        |        |        |        |            |           |           |       |                  |          |                    |
|                     |                                     | 1   | 2      | 3      | 4      | 5      |            |           |           |       |                  |          |                    |
| 1                   | Desembarque de la materia prima     | 20,56                                     | 22,03  | 23,12  | 22,89  | 20,03  | 108,63     | 23,12     | 20,03     | 3,09  | 21,73            | 0,14     | 6                  |
| 2                   | Clasificación del material a fundir | 18,45                                     | 17,87  | 17,89  | 18,41  | 18,39  | 91,01      | 18,45     | 17,87     | 0,58  | 18,20            | 0,03     | 1                  |
| 3                   | Pesado del material a fundir        | 15,23                                     | 15,89  | 14,65  | 14,35  | 15,02  | 75,14      | 15,89     | 14,35     | 1,54  | 15,03            | 0,10     | 3                  |
| 4                   | Preparación de la arena             | 10,93                                     | 10,92  | 10,62  | 11,00  | 11,07  | 54,54      | 11,07     | 10,62     | 0,45  | 10,91            | 0,04     | 1                  |
| 5                   | Moldeo de arenas                    | 44,70                                     | 44,47  | 44,63  | 44,27  | 45,06  | 223,13     | 45,06     | 44,27     | 0,79  | 44,63            | 0,02     | 1                  |
| 6                   | Fundido de la chatarra              | 153,40                                    | 152,75 | 152,31 | 153,50 | 152,50 | 764,46     | 153,50    | 152,31    | 1,19  | 152,89           | 0,01     | 1                  |
| 7                   | Verificación de la colada           | 12,37                                     | 12,36  | 12,47  | 12,37  | 12,43  | 62,00      | 12,47     | 12,36     | 0,11  | 12,40            | 0,01     | 1                  |
| 8                   | Precaentado de la cuchara           | 58,93                                     | 60,09  | 61,89  | 59,37  | 59,76  | 300,04     | 61,89     | 58,93     | 2,96  | 60,01            | 0,05     | 1                  |
| 9                   | Vertido de la colada                | 10,64                                     | 10,73  | 10,90  | 11,04  | 10,91  | 54,22      | 11,04     | 10,64     | 0,40  | 10,84            | 0,04     | 1                  |
| 10                  | Enfriamiento de los moldes          | 180,33                                    | 178,95 | 179,87 | 183,76 | 183,48 | 906,39     | 183,76    | 178,95    | 4,81  | 181,28           | 0,03     | 1                  |
| 11                  | Desmontado de las cajas de arena    | 47,52                                     | 47,38  | 48,84  | 47,21  | 46,43  | 237,38     | 48,84     | 46,43     | 2,41  | 47,48            | 0,05     | 1                  |
| 12                  | Mecanizado de las piezas fundidas   | 146,80                                    | 145,92 | 146,52 | 147,10 | 143,30 | 729,64     | 147,10    | 143,30    | 3,80  | 145,93           | 0,03     | 1                  |
| 13                  | Unir la tapa y el cerco             | 57,60                                     | 57,48  | 54,72  | 56,10  | 56,40  | 282,30     | 57,60     | 54,72     | 2,88  | 56,46            | 0,05     | 1                  |
| 14                  | Pintado la Tapa                     | 93,55                                     | 93,09  | 94,63  | 93,38  | 93,42  | 468,07     | 94,63     | 93,09     | 1,54  | 93,61            | 0,02     | 1                  |
| 15                  | Almacenamiento de las tapas         | 6,82                                      | 7,02   | 6,84   | 7,54   | 7,04   | 35,26      | 7,54      | 6,82      | 0,72  | 7,05             | 0,10     | 3                  |

Elaborado por: Erika Alexandra Supe Mena

## Diseño del trabajo

### Operacionalización de la variable Independiente

**Tabla 3** Operacionalización de la Variable Independiente (Tiempos y Movimientos)

| CONTEXTUALIZACIÓN  | DIMENSIONES | INDICADORES                     | ÍTEMS                                      | TÉCNICAS   | INSTRUMENTOS |                               |
|--|-------------|---------------------------------|--|--|--------------|-------------------------------|
| <p>El estudio de los <b>tiempos</b> nos permite detectar operaciones las cuales causan retrasos en la producción para la toma del tiempo es necesario tener un operario calificado el cual realice la tarea siguiendo un método preestablecido (ESCALANTE, y otros, 2015).</p> <p>El estudio de los <b>movimientos</b> nos ayuda a entrenar a los trabajadores sobre cómo realizar su trabajo de la mejor manera (ESCALANTE, y otros, 2015).</p> | Tiempos     | Tiempo Normal                   | ¿Se conoce el tiempo normal del proceso?   | Observación  | Cronómetro   |                               |
|  |             | Tiempo Estándar                 | ¿Se conoce el tiempo estándar del proceso? |  | Filmadora    |                               |
|  | Movimientos | Clasificación de la operaciones |  | ¿Cuántas demoras existen en todo el proceso de fabricación?      | Cronometraje | Hoja de registro de datos     |
|  |             |                                 |  | ¿Cuántas inspecciones existen en todo el proceso de fabricación? |              |                               |
|  |             |                                 |  |  |              | Diagramas de flujo de proceso |

**Elaborado por:** Erika Alexandra Supe Mena

## Operacionalización de la variable Dependiente

**Tabla 4** Operacionalización de la Variable Dependiente (Productividad)

| CONTEXTUALIZACIÓN   | DIMENSIONES          | INDICADORES   | ÍTEMS   | TÉCNICAS              | INSTRUMENTOS                  |
|---|----------------------|---------------|---|-----------------------|-------------------------------|
| Es la relación entre la cantidad de <b>productos terminados</b> obtenida por un sistema productivo y los <b>recursos utilizados</b> para obtener dicha producción (ESCALANTE, y otros, 2015). | Productos terminados | Cantidad      | ¿La empresa satisface la demanda?<br><br>¿Cuál es la producción actual de la empresa? | Observación           | Registros de producción       |
|   | Recursos utilizados  | Mano de obra  | ¿La mano de obra está capacitada?   | Recopilación de datos | Registros de la materia prima |
|   |                      | Materia prima | ¿La materia prima que utiliza la empresa es seleccionada?                             |                       |                               |

**Elaborado por:** Erika Alexandra Supe Mena

## Procedimiento para obtención y análisis de datos.

En la tabla 5, se puede observar el procedimiento que se va utilizar para la obtención y el análisis de los datos.

**Tabla 5** Plan de recolección de información

| <b>PREGUNTAS BÁSICAS</b>         | <b>EXPLICACIÓN</b>   |
|----------------------------------|--|
| 1. ¿Para qué?                    | Para alcanzar todos los objetivos de la investigación                                |
| 2. ¿De qué personas u objetos?   | Del personal técnico-operativo de la empresa FUNDI LASER                             |
| 3. ¿Sobre qué aspectos?          | Tiempos, movimientos productividad   |
| 4. ¿A quién?                     | Al encargado del proceso de fabricación de tapas de alcantarillado.                  |
| 5. ¿Cuándo?                      | En el año 2018   |
| 6. ¿Dónde?                       | FUNDI LASER  |
| 7. ¿Cuántas veces?               | Las veces necesarias para la obtención de datos para completar el presente proyecto. |
| 8. ¿Qué técnicas de recolección? | Observación de Campo<br>Análisis de la observación<br>Medición de tiempos.           |
| 9. ¿Con qué?                     | Cronometro<br>Filmadora<br>Hoja de registro de datos<br>Tablero de observaciones     |
| 10. ¿En qué situación?           | Durante el desarrollo de los procesos  |

**Elaborado por:** Erika Alexandra Supe Mena

**Fuente:** Investigación Directa

## Hipótesis

**H1** = Los tiempos y movimientos del proceso de fabricación de tapas de alcantarillado incide en la productividad de la empresa Fundi Láser.

**H0** = Los tiempos y movimientos del proceso de fabricación de tapas de alcantarillado NO incide en la productividad de la empresa Fundi Láser.

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

Para el desarrollo de la investigación se debe verificar el proceso de la producción de tapas de alcantarillado para ello existió una reunión en la Empresa Fundi Laser en donde el Jefe de Producción el Ing. Andrés Naranjo dio a conocer todos los datos acerca del proceso de producción que existe en la empresa desde la entrada de la materia prima hasta la obtención del producto terminado.

#### **Análisis de la situación actual de la empresa.**

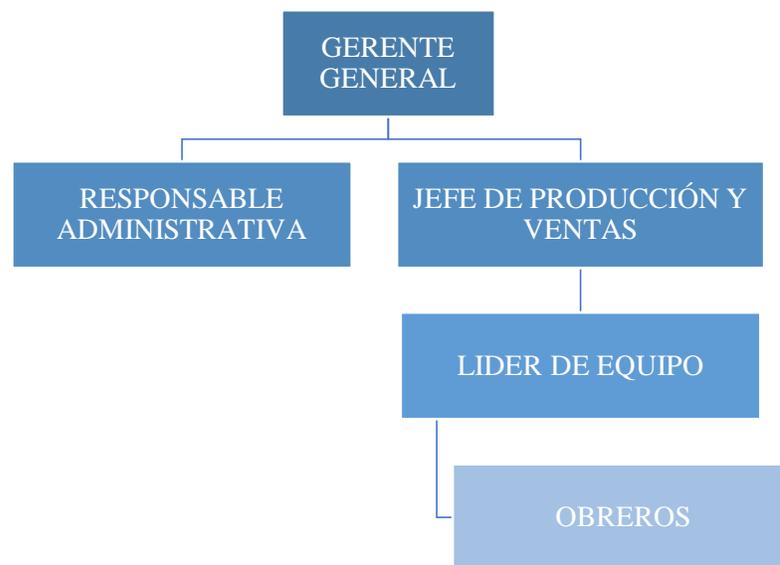
FUNDI LASER es una empresa ambateña, que tiene como misión transformar los objetos que para muchos ya no sirven en piezas realmente resistentes, ubicada en Santa Clara de Izamba; es muy destacable como los propietarios ejecutan un proceso innovador con baja contaminación ambiental, y con máximo nivel de efectividad para todos sus trabajos, al utilizar una maquinaria especial que fue importada desde China para sus labores.

Tienen más de 40 años de experiencia en el proceso de fundición, con su creador el señor Eduardo Tirado, quien apostó todo para innovar y crecer en el mercado con el nuevo horno de inducción instalado hace unos meses, que trajo consigo anhelos por conocer y al mismo tiempo por capacitarse en su uso y mantenimiento; siendo una de las siete máquinas que existen actualmente en el país, debido a su delicada manipulación.

Todo el proceso para la fundición implica un proceso de selección exhaustiva del material a ser fundido, ya que se desprecia el material oxidado y con rastros de pintura; siendo estas normas necesarias para la obtención de materiales de gran calidad.

A continuación se mostrará la estructura organizacional de la empresa la cual nos ayuda a conocer la jerarquía que tiene. (Ver gráfico 1)

### Estructura Organizacional



**Gráfico 1:** Estructura Organizacional  
**Elaborado Por:** Erika Alexandra Supe Mena.  
**Fuente:** Fundi Laser

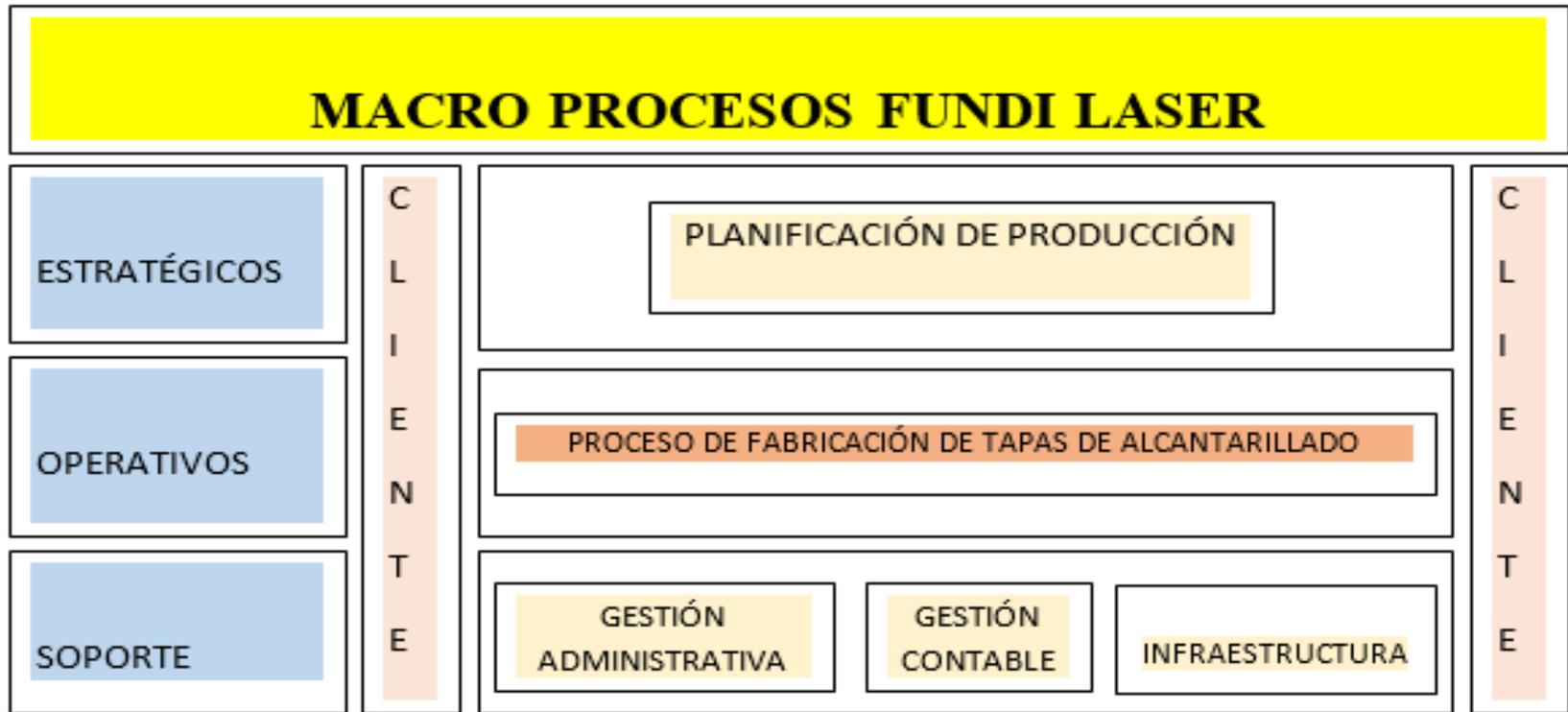
A continuación, se presenta la estructura de Macro procesos y el Mapa de proceso del (Proceso Operativo) de la Empresa Fundi Laser. (Ver gráfico2)

### Mapa de Procesos

El Mapa de Procesos es la representación gráfica de los procesos que están presentes en una organización, mostrando la relación entre ellos y sus relaciones con el exterior (Aiteco Consultores, 2018)

**Mapa de Proceso (Proceso Operativo).**

El proceso operativo principal de la empresa “Fundi Laser” es el proceso de fabricación de tapas de alcantarillado.



20

**Gráfico 2** Mapa de Procesos Fundi Laser  
**Elaborado Por:** Erika Alexandra Supe Mena.  
**Fuente:** Investigación directa.

A continuación se detalla mediante el método de las 5M los diferentes procesos que existen en la Empresa Fundi Laser, dicho método consiste en agrupar las causas potenciales en las cinco ramas principales como: (materia prima, maquinaria métodos de trabajo, mano de obra y medio ambiente) (GUTIERREZ, 2016).

### **Método de las 5M del proceso de la elaboración de las tapas de alcantarillado**

En las tablas No. 7, 8, 9,10 y 11 se puede observar el análisis del proceso mediante el método de las 5 M.

El formato a utilizar se observará en la siguiente tabla 6.

**Tabla 6** Formato aplicación 5M

| <b>Formato de aplicación de la 5M</b> |   |
|---------------------------------------|---|
| <b>Objetivo</b>                       | En base al proceso que se va a realizar.  |
| <b>Materia Prima</b>                  | Todos los materiales empleados para el desarrollo del objetivo.                                       |
| <b>Maquinaria</b>                     | Un análisis de la maquinaria que interviene en el desarrollo del objetivo.                            |
| <b>Método de Trabajo</b>              | La manera que se realiza el trabajo para cumplir con el objetivo.                                     |
| <b>Mano de obra</b>                   | Conocer la situación (si se encuentran capacitados o no) en la que los operarios realizan el trabajo. |
| <b>Medio Ambiente</b>                 | Identificar las condiciones que pueden llegar a desfavorecer para la realización del Objetivo.        |

**Elaborado por:** Erika Alexandra Supe Mena

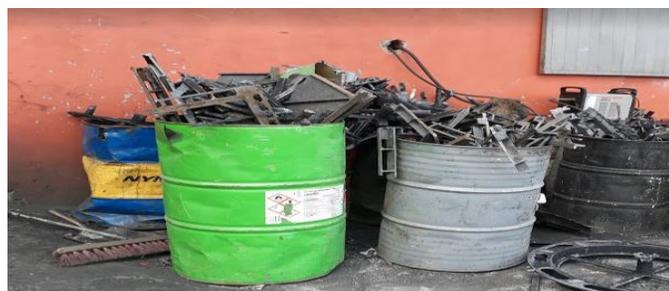
**Fuente:** (GUTIERREZ, 2016).

**Tabla 7** Recepción de la materia prima

| <b>RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA</b> |   |
|-----------------------------------|---|
| <b>Objetivo</b>                   | Garantizar la materia prima en cantidad y calidad para el siguiente proceso.  |
| <b>Materia Prima</b>              | La materia prima es la chatarra reciclada por parte de los diferentes empresas de la ciudad. Los recolectores llevan y venden a la Empresa Fundi Laser, siendo ellos quienes clasifican y a la vez pesan la cantidad de chatarra para realizar el pago. |
| <b>Maquinaria</b>                 | Para comprar la materia prima se utiliza la balanza industrial Serie PCE-PM<br>Espacio que ocupa en el área de fundición es de 1.5 m * 2m.  |
| <b>Método de Trabajo</b>          | La materia prima se descarga en el área de Fundición en el suelo para luego realizar su clasificación y su pesaje.  |
| <b>Mano de obra</b>               | La mano de obra no es capacitada periódicamente para realizar su trabajo.   |
| <b>Medio Ambiente</b>             | El lugar de trabajo no se encuentra en las mejores condiciones de orden y limpieza. La T° no influye en las operaciones del proceso.  |

**Elaborado por:** Erika Alexandra Supe Mena

A continuación, se muestra el área de recepción de la materia prima (Chatarra).



**Imagen 3** Clasificación de la materia prima.

En la Imagen 3 se puede observar la chatarra clasificada.

**Tabla 8** Preparación y moldeo de la arena

| <b>Preparación y moldeo de la arena</b> |   |
|---|---|
| <b>Objetivo</b>                         | <ul style="list-style-type: none"><li>• Conseguir uniformidad en la mezcla de la arena y sus aditivos.</li><li>• Colocar correctamente los moldes en las cajas.</li></ul>   |
| <b>Materia Prima</b>                    | En esta etapa la materia están inmersos entre arena sílice, bentonita, carbón bituminoso y agua.  |
| <b>Maquinaria</b>                       | Se utiliza un mezclador   |
| <b>Método de Trabajo</b>                | Se inicia al mojar la arena sílice con agua con ayuda de una manguera luego se coloca la arena al mezclador en donde se agrega carbón bituminoso y bentonita. Para después preparar las cajas de arenas con el modelo en este caso (modelo: tapa de alcantarilla) y verificar que las cajas se encuentren realizadas correctamente. |
| <b>Mano de obra</b>                     | El trabajo cuenta con el entrenamiento adecuado ya que tienen habilidad para realizar cada una de las operaciones. Esta actividad lo realiza entre dos operarios, quienes deben preparar las cajas de arenas y deben verificar que este correctamente moldeado.   |
| <b>Medio Ambiente</b>                   | El lugar de trabajo no se encuentra en las mejores condiciones de orden y limpieza.   |

**Elaborado por:** Erika Alexandra Supe Mena

A continuación, se muestra la preparación de la arena.



**Imagen 4** Preparación y moldeo de la arena

En la Imagen 4 se puede observar la colocación de la arena con ayuda de una pala para llenar las cajas de metal (molde) con arena ya preparada.

**Tabla 9** Fundición

| <b>Fundición</b>         |  |
|--------------------------|--|
| <b>Objetivo</b>          | Preparar el material con la composición adecuada.  |
| <b>Materia Prima</b>     | En esta etapa se utiliza chatarra  |
| <b>Maquinaria</b>        | *Horno inducción eléctrico. * Termocupla,  |
| <b>Método de Trabajo</b> | Se lleva el material a fundir desde el lugar donde se pesó y clasifico hacia el horno colocando la chatarra, retorno (sobrantes de tapas anteriores), ferri cilicio en el crisol del horno, se espera que el material este fundido correctamente. Se toma una muestra del material fundido y se realiza 2 pruebas con la Termocupla la cual consiste en verificar el porcentaje de sílice y carbón que tiene la colada, en el tiempo de 15 min. Ya una vez lista la colada se inicia con el vertido utilizando una de las cucharas que esta previamente calentada. |
| <b>Mano de obra</b>      | Los operarios que trabajan en este proceso cuentan con un entrenamiento adecuado, fortaleciendo así sus habilidades al momento de realizar su trabajo.   |
| <b>Medio Ambiente</b>    | El lugar de trabajo se encuentra en las mejores condiciones de orden y limpieza. Y a la vez se encuentra con gases y vapores tóxicos generados por la fundición.   |

**Elaborado por:** Erika Alexandra Supe Mena

A continuación, se muestra el moldeo de arena



**Imagen 5** Fundición

En la Imagen 5 se puede apreciar que el operario coloca la chatarra en el crisol del horno y a la vez que la chatarra esta fundida totalmente.

**Tabla 10** Mecanizado

| <b>Mecanizado</b>        |   |
|--------------------------|---|
| <b>Objetivo</b>          | Realizar los acabados a la tapa de alcantarillado.  |
| <b>Materia Prima</b>     | En esta etapa la materia prima es transformada en tapas de alcantarillado y se realizan los acabados pertinentes.   |
| <b>Maquinaria</b>        | Pulidora<br>Torno<br>Taladro de pedestal  |
| <b>Método de Trabajo</b> | Lo realizan dos operarios primero verifican si la tapa de alcantarillado y el cerco están correctamente fundidas y seguido realizan el corte de las rebabas, ya una vez retiradas las rebabas se realiza el torneado de las piezas. Después se realiza con el torno se realiza un cilindrado en la piezas y finalmente con el taladro de pedestal se realiza as perforaciones al costado de la tapa y el cerco con el fin de unir ambas piezas con un pasador del mismo material de las piezas y tener el producto terminado. |
| <b>Mano de obra</b>      | Los operarios que realizan este trabajo tienen la habilidad y capacidad de realizarlo.  |
| <b>Medio Ambiente</b>    | El lugar de trabajo se encuentra en las mejores condiciones de orden y limpieza. Existe Ruido en esta etapa lo cual los operarios utilizan EPP adecuada para su trabajo.  |

**Elaborado por:** Erika Alexandra Supe Mena

A continuación, se muestra el moldeo de arena



**Imagen 6** Mecanizado de las tapas de alcantarilla

La Imagen 6 nos indica el área de mecanizado, la perforación de la tapa y el cerco para posterior soldar el pasador (varilla) para unir las dos partes de la tapa.

**Tabla 11** Pintar

| <b>Pintar</b>            |  |
|--------------------------|--|
| <b>Objetivo</b>          | Pintar las tapas de alcantarillado y los cercos dejando un perfecto acabado.   |
| <b>Materia Prima</b>     | La materia prima luego de la fundición se transformó en el producto final (tapa de alcantarillado y cerco).  |
| <b>Maquinaria</b>        | Soplete  |
| <b>Método de Trabajo</b> | Luego de terminar con el mecanizado se sigue a pintar las piezas, primero se lija la superficie. Y finalmente se pinta con pintura hidrosoluble. Es necesario pintar las tapas de alcantarillado y los cercos de manera continua sin dejar excesos de pintura. |
| <b>Mano de obra</b>      | Los operarios que realizan este trabajo tienen la habilidad y capacidad de realizarlo.   |
| <b>Medio Ambiente</b>    | No existe un área establecida para realizar este proceso pero el lugar de trabajo se encuentra en las mejores condiciones de limpieza.   |

**Elaborado por:** Erika Alexandra Supe Mena

A continuación, se muestra el pintado de las piezas.



**Imagen 7** Proceso de Pintado

Para culminar con todo el proceso de fabricación en la Imagen 7 se puede apreciar la lijada de la superficie de la tapa y a la vez las tapas ya pintadas.

## Diagrama de Flujo del proceso

El diagrama de flujo del proceso es útil para registrar los costos ocultos no productivos como, por ejemplo, las distancias recorridas, los retrasos y los almacenamientos temporales. (Niebel, 2009)

A continuación, en la Tabla 12 se indica cada uno de los símbolos que se utilizan en el diagrama de flujo del proceso.

**Tabla 12** Símbolos del diagrama de flujo del proceso

| SIMBOLO   | REPRESENTA  |
|---|---|
|    | <b>Operación.</b> Indica la principales fases del proceso, método o procedimiento   |
|    | <b>Inspección.</b> Indica que se verifica la calidad y/o cantidad de algo   |
|   | <b>Desplazamiento o transporte.</b> Indica el movimiento de los empleados, material y equipo de un lugar a otro                                   |
|  | <b>Depósito provisional o espera.</b> Indica en el desarrollo de los hechos.  |
|  | <b>Almacenamiento permanente.</b> Indica el depósito de un documento o información dentro de un archivo, o de un objeto cualquiera en un almacén. |

**Elaborado por:** Erika Alexandra Supe Mena

**Fuente:** (Palacios, 2016)

Para conocer de una manera clara las actividades y operaciones que el trabajador se debería realizar en la empresa FUNDI LASER es necesario realizar los diagramas de flujo de procesos. (Ver imagenes 8,10, 12, 14,16).

|  |                      | <b>DIAGRAMA DEL PROCESO RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA</b> |   |  |  |   |  |                      |                     |
|---|----------------------|--|---|--|--|---|--|----------------------|---------------------|
| <b>Fecha de realización:</b> Miércoles 18 julio 2018                              |                      |  | <b>Ficha Número:</b> 1  |  |  |   |  |                      |                     |
| <b>Diagrama No.:</b>  | Página 1 de 1        |  | <b>Resumen</b>  |  |  |   |  |                      |                     |
| <b>Proceso:</b> Mecanizado de las tapas de alcantarilla                           |                      |  | <b>Actividad</b>  | <b>Actual</b>  |  |   |  |                      |                     |
|   |                      |  |   | <b>Cant.</b>   | <b>Tiempo (min)</b>  |   |  |                      |                     |
| <b>El diagrama inicia en:</b>   |                      |  | <b>Operación</b>  | <b>3</b>   | <b>58</b>  |   |  |                      |                     |
| <b>El diagrama termina en:</b>  |                      |  | <b>Transporte</b>   |  |  |   |  |                      |                     |
| <b>Tipo de Diagrama:</b>  | <b>Material</b> ( )  |  | <b>Espera</b>   |  |  |   |  |                      |                     |
|   | <b>Operario</b> (X)  |  | <b>Inspección</b>   |  |  |   |  |                      |                     |
| <b>Método:</b>  | <b>Actual</b> (X)    |  | <b>Almacenamiento</b>   |  |  |   |  |                      |                     |
|   | <b>Propuesto</b> ( ) |  | <b>Distancia Total:</b>   |  |  |   |  |                      |                     |
| <b>Área/ Sección:</b> Recepción   |                      |  | <b>Tiempo Total:</b>  | <b>58</b>  |  |   |  |                      |                     |
| <b>Elaborado por:</b> Erika Alexandra Supe Mena                                   |                      |  | <b>Aprobado por:</b>  |  |  |   |  |                      |                     |
| <b>Descripción</b>  |                      |  |   |  |  |  |  | <b>Distancia (m)</b> | <b>Tiempo (min)</b> |
| Se desembarca el material a fundir  |                      |  |  |  |  |   |  |                      | 25                  |
| Clasificar el material a fundir   |                      |  |  |  |  |   |  |                      | 18                  |
| Se pesa el material a fundir  |                      |  |  |  |  |   |  |                      | 15                  |

**Imagen 8** Diagrama proceso recepción materia prima  
**Elaborado por:** Erika Alexandra Supe Mena

A continuación se detalla el resumen de cada una de las actividades del Diagrama de flujo analítico de la Imagen 8.

**Tabla 13** Resumen del diagrama analítico del proceso  
**Resumen del Diagrama de flujo analítico del proceso**

| Actividad      | Simbología | Cantidad | Tiempo (min) | Distancia (m) |
|----------------|------------|----------|--------------|---------------|
| Operación      | ○          | 3        | 58           | -             |
| Transporte     | ➡          |          |              |               |
| Demora         | D          |          |              |               |
| Inspección     | □          |          |              |               |
| Almacenamiento | ▽          |          |              |               |
| <b>TOTAL</b>   |            |          | <b>58</b>    | <b>-</b>      |

Elaborado por: Erika Alexandra Supe Mena



**Imagen 9** Diagrama de pastel (actividad vs cantidad) de la Imagen 8

Elaborado por: Erika Alexandra Supe Mena

Los resultados de la Imagen 9, indica que existe la mayor cantidad de operaciones con un 100% para llevar a cabo el proceso de recepción de materia prima.



## DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PREPARACIÓN Y MOLDEO DE ARENAS

|   |                                  |                         |                       |                           |                       |                  |               |
|---|----------------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|-----------------------|------------------|---------------|
| <b>Fecha de realización:</b> Miércoles 18 julio 2018  |                                  | <b>Ficha Número:</b> 1  |                       |                           |                       |                  |               |
| <b>Diagrama No.:</b>  | Página 1 de 2                    | <b>Resumen</b>          |                       |                           |                       |                  |               |
| <b>Proceso:</b> PREPARACIÓN Y MOLDEO DE LA ARENA  | <b>Actividad</b>                 | <b>Actual</b>           |                       | <b>Propuesto Economía</b> |                       |                  |               |
|   |                                  | Can t.                  | Tiemp.                | Cant.                     | Tiemp.                |                  |               |
| <b>El diagrama inicia en:</b> Llevar la arena al área de fundición                          |                                  | <b>Operación</b>        | <b>16</b>             | <b>50.35 min</b>          |                       |                  |               |
| <b>El diagrama termina en:</b>  |                                  | <b>Transporte</b>       | <b>2</b>              | <b>2.5 min</b>            |                       |                  |               |
| <b>Tipo de Diagrama:</b>  | <b>Material</b> ( )              | <b>Espera</b>           |                       |                           |                       |                  |               |
|   | <b>Operario</b> (X)              | <b>Inspección</b>       | <b>2</b>              | <b>2.5 min</b>            |                       |                  |               |
| <b>Método:</b>  | <b>Actual</b> (X)                | <b>Almacenamiento</b>   |                       |                           |                       |                  |               |
|   | <b>Propuesto</b> ( )             | <b>Distancia Total:</b> | <b>13.5m</b>          |                           |                       |                  |               |
| <b>Área/ Sección:</b> Modelado  |                                  | <b>Tiempo Total:</b>    | <b>55.35min</b>       |                           |                       |                  |               |
| <b>Elaborado por:</b> Erika Alexandra Supe Mena   |                                  | <b>Aprobado por:</b>    |                       |                           |                       |                  |               |
| <b>Descripción</b>  | <input type="radio"/>            | <input type="radio"/>   | <input type="radio"/> | <input type="radio"/>     | <input type="radio"/> | <b>Distancia</b> | <b>Tiempo</b> |
| Llevar la arena al área de fundición  | <input checked="" type="radio"/> |                         |                       |                           |                       | 5m               | 1 min         |
| Mezclar la arena con agua   | <input checked="" type="radio"/> |                         |                       |                           |                       |                  | 1/2min        |
| Revolver la arena hasta que este homogénea  | <input checked="" type="radio"/> |                         |                       |                           |                       |                  | 1 min         |
| Poner la arena al molino  | <input checked="" type="radio"/> |                         |                       |                           |                       |                  | 2 min         |
| Moler la arena  | <input checked="" type="radio"/> |                         |                       |                           |                       |                  | 3min          |
| Cernir la arena   | <input checked="" type="radio"/> |                         |                       |                           |                       |                  | 2min          |
| Verificar que la arena esté preparada correctamente   | <input checked="" type="radio"/> |                         |                       |                           |                       |                  | 1.5min        |
| Llevar la arena preparada cerca del modelo  | <input checked="" type="radio"/> |                         |                       |                           |                       | 8.5m             | 1.5min        |
| Se coloca el modelo a realizarse en la parte inferior de la caja sobre una superficie plana | <input checked="" type="radio"/> |                         |                       |                           |                       |                  | 0.25min       |
| Se coloca una ligera capa de polvo separador  | <input checked="" type="radio"/> |                         |                       |                           |                       |                  | 0.1min        |

|             |               | <b>DIAGRAMA DEL PROCESO DE PREPARACIÓN Y MOLDEO DE ARENAS</b>                      |  |  |  |  |               |              |
|--|---------------|--|--|--|--|--|---------------|--------------|
| Fecha de realización: Miércoles 18 julio 2018  |               |  | Ficha Número: 1  |  |  |  |               |              |
| Diagrama No: _   |               | Página 2 de 2  |  | Resumen  |  |  |               |              |
| Proceso: PREPARACIÓN Y MOLDEO DE LA ARENA  |               | Actividad  | Actual   |  | Propuesto  |  |               |              |
|  |               |  | Cant.  | Tiempo(m in)   | Cant.  | Tiempo   |               |              |
| El diagrama inicia en:   |               | Operación  | 16   | 55.35min   |  |  |               |              |
| El diagrama termina en:  |               | Transporte   | 2  | 2.5min   |  |  |               |              |
| Tipo de Diagrama:  | Material ( )  | Espera   |  |  |  |  |               |              |
|  | Operario (X)  | Inspección   | 2  | 2.5min   |  |  |               |              |
| Método:  | Actual (X)    | Almacenamiento   |  |  |  |  |               |              |
|  | Propuesto ( ) | Distancia Total:   | 13.5m  |  |  |  |               |              |
| Área/ Sección: Modelado  |               | Tiempo Total:  | 55.35min   |  |  |  |               |              |
| Elaborado por: Erika Alexandra Supe Mena   |               | Aprobado por:  |  |  |  |  |               |              |
| Descripción  |               |  |  |  |  |  | Distancia (m) | Tiempo (min) |
| Se coloca arena de moldeo y se compacta alrededor del modelo.                                |               | ●  |  |  |  |  |               | 5min         |
| Se gira la parte inferior de la caja de moldeo y se coloca la parte superior                 |               | ●  |  |  |  |  |               | 1min         |
| Se coloca una ligera capa de polvo separador.  |               | ●  |  |  |  |  |               | 0.1min       |
| Se coloca los bebederos y respiraderos en su posición  |               | ●  |  |  |  |  |               | 0.2min       |
| Se verifica que los bebederos y respiraderos estén bien colocados                            |               |  |  |  | ●  |  |               | 1min         |
| Se compacta la arena alrededor del modelo, bebederos y respiraderos.                         |               | ●  |  |  |  |  |               | 5min         |
| Se retira la parte superior de la caja y se remueve el modelo, los bebederos y respiraderos. |               | ●  |  |  |  |  |               | 3min         |
| Se coloca la parte superior de la caja sobre la parte inferior de la misma.                  |               | ●  |  |  |  |  |               | 0.2min       |
| Se coloca arena de moldeo alrededor de todas las cajas de moldeo.                            |               | ●  |  |  |  |  |               | 20min        |
| Se coloca pesos sobre las cajas de moldeo.   |               | ●  |  |  |  |  |               | 7min         |

**Imagen 10** Diagrama de proceso de preparación y moldeo de arenas

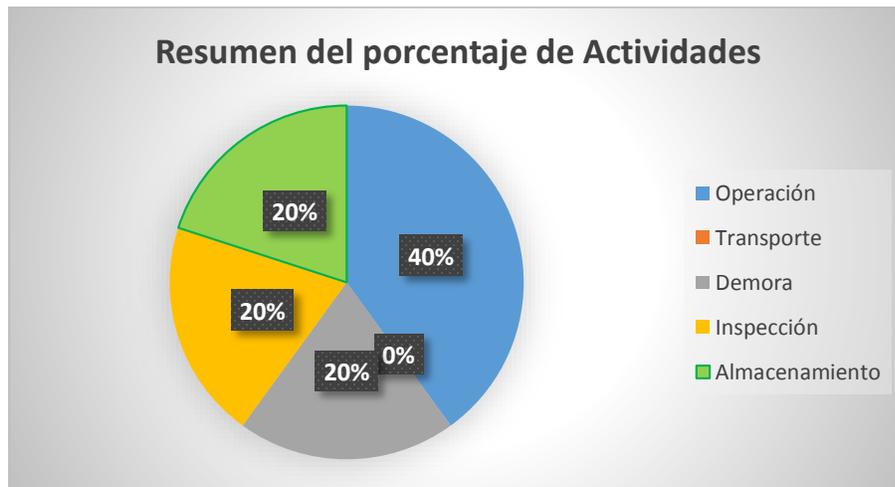
**Elaborado por:** Erika Alexandra Supe Mena

A continuación se detalla el resumen de cada una de las actividades del Diagrama de flujo analítico de la Imagen 10.

**Tabla 14** Resumen del diagrama analítico del proceso  
**Resumen del Diagrama de flujo analítico del proceso**

| Actividad      | Simbología | Cantidad | Tiempo (min) | Distancia (m) |
|----------------|------------|----------|--------------|---------------|
| Operación      | ○          | 16       | 50.35        | -             |
| Transporte     | ➡          | 2        | 2.5          | 13.5          |
| Demora         | D          |          |              |               |
| Inspección     | □          | 2        | 2.5          |               |
| Almacenamiento | ▽          |          |              |               |
| <b>TOTAL</b>   |            |          | <b>55.35</b> | <b>13.5</b>   |

Elaborado por: Erika Alexandra Supe Mena



**Imagen 11** Diagrama de pastel (actividad vs cantidad) de la Imagen 10

Elaborado por: Erika Alexandra Supe Mena

Los resultados de la Imagen 11, indica que existe la mayor cantidad de operaciones ya que representa un 40% de las actividades, para lo que es las inspecciones y los transportes tiene un 10% cada una, se observa también que no existen demoras ni almacenamientos para llevar a cabo el proceso de preparación y moldeo de arenas.



## DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FUNDICIÓN

|   |                      |                         |               |               |                  |                      |                     |
|---|----------------------|-------------------------|---------------|---------------|------------------|----------------------|---------------------|
| <b>Fecha de realización:</b> Jueves 19 julio 2018                     |                      | <b>Ficha Número:</b> 1  |               |               |                  |                      |                     |
| <b>Diagrama No:</b> 2   | <b>Página</b> 1 de 2 | <b>Resumen</b>          |               |               |                  |                      |                     |
| <b>Proceso:</b> FUNDICIÓN DEL HIERRO                                  |                      | <b>Actividad</b>        | <b>Actual</b> |               | <b>Propuesto</b> |                      |                     |
|   |                      |                         | <b>Cant.</b>  | <b>Tiempo</b> | <b>Cant.</b>     | <b>Tiempo</b>        |                     |
| <b>El diagrama inicia en:</b>   |                      | <b>Operación</b>        | 13            | 135 min       |                  |                      |                     |
| <b>El diagrama termina en:</b>  |                      | <b>Transporte</b>       | 4             | 12 min        |                  |                      |                     |
| <b>Tipo de Diagrama:</b>  | <b>Material</b> ( )  | <b>Espera</b>           | 2             | 150 min       |                  |                      |                     |
|   | <b>Operario</b> (X)  | <b>Inspección</b>       | 2             | 11min         |                  |                      |                     |
| <b>Método:</b>  | <b>Actual</b> (X)    | <b>Almacenamiento</b>   |               |               |                  |                      |                     |
|   | <b>Propuesto</b> ( ) | <b>Distancia Total:</b> | 81m           |               |                  |                      |                     |
| <b>Área/ Sección:</b> Fundición                                       |                      | <b>Tiempo Total:</b>    | 308min        |               |                  |                      |                     |
| <b>Elaborado por:</b> Erika Alexandra Supe Mena                       |                      | <b>Aprobado por:</b>    |               |               |                  |                      |                     |
| <b>Descripción</b>  | ○                    | ⇒                       | D             | □             | △                | <b>Distancia (m)</b> | <b>Tiempo (min)</b> |
| Se enciende el horno  | ●                    |                         |               |               |                  | 2                    | 1                   |
| Se pesa y clasifica el material a fundir                              | ●                    |                         |               |               |                  |                      | 5                   |
| Se transporta el material a fundir desde la pesa hacia el horno       | ●                    | ●                       |               |               |                  | 10                   | 1                   |
| Se coloca los materiales a fundir en el horno                         | ●                    |                         |               |               |                  |                      | 30                  |
| Se coloca aditivos a la colada  | ●                    |                         |               |               |                  |                      | 1                   |
| Se espera a que el material este totalmente fundido                   | ●                    |                         |               | ●             |                  |                      | 60                  |
| Se toma una muestra de la fundición                                   | ●                    |                         |               |               |                  |                      | 2                   |
| Se verifica que la colada con la termocupúla                          | ●                    |                         |               | ●             |                  |                      | 10                  |
| Se precalienta la cuchara   | ●                    |                         |               |               |                  |                      | 60                  |
| Se transporta la cuchara desde el área de precalentado hacia el horno | ●                    | ●                       |               |               |                  | 12                   | 1.5                 |
| Se vierte la colada en la cuchara                                     | ●                    |                         |               |               |                  |                      | 1                   |
| Se coloca aditivo a la colada para retirar la escoria                 | ●                    |                         |               |               |                  |                      | 1                   |
| Se trasporta la cuchara desde el horno hacia los moldes               | ●                    | ●                       |               |               |                  | 2                    | 1.5                 |
| Se vierte la colada en los moldes                                     | ●                    |                         |               |               |                  |                      | 20                  |
| Se espera que la colada se enfríe en los moldes                       | ●                    |                         |               | ●             |                  |                      | 90                  |

|  |               | DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE FUNDICIÓN |         |              |                 |        |               |              |
|---|---------------|--|---------|--------------|-----------------|--------|---------------|--------------|
|   |               | Fecha de realización: Jueves 19 julio 2018 |         |              | Ficha Número: 1 |        |               |              |
| Diagrama No:2   |               | Página 2 de 2                              |         | Resumen      |                 |        |               |              |
| Proceso: FUNDICIÓN DEL HIERRO   |               | Actividad                                  | Actual  |              | Propuesto       |        |               |              |
|   |               |  | Cant.   | Tiempo (min) | Cant.           | Tiempo |               |              |
| El diagrama inicia en:  |               | Operación                                  | 13      | 135 min      |                 |        |               |              |
| El diagrama termina en:   |               | Transporte                                 | 4       | 12min        |                 |        |               |              |
| Tipo de Diagrama:   | Material ( )  | Espera                                     | 2       | 150 min      |                 |        |               |              |
|   | Operario (X)  | Inspección                                 | 2       | 11min        |                 |        |               |              |
| Método:   | Actual (X)    | Almacenamiento                             |         |              |                 |        |               |              |
|   | Propuesto ( ) | Distancia Total:                           | 81m     |              |                 |        |               |              |
| Área/ Sección: Fundición  |               | Tiempo Total:                              | 308 min |              |                 |        |               |              |
| Elaborado por: Erika Alexandra Supe Mena  |               | Aprobado por:                              |         |              |                 |        |               |              |
| Descripción   |               | ○  | ⇒       | D            | □               | △      | Distancia (m) | Tiempo (min) |
| Se retira los soportes de los moldes  |               | ●  |         |              |                 |        |               | 6            |
| Se retira las piezas fundidas de los moldes                                       |               | ●  |         |              |                 |        |               | 5            |
| Se verifica que las piezas fundidas se encuentren en buen estado                  |               |  |         |              |                 | ●      |               | 1            |
| Se retira la arena que está en las piezas   |               | ●  |         |              |                 |        |               | 3            |
| Se transporta la piezas desde el área de fundición hacia el área de mecanizado    |               |  |         |              |                 |        | 55            | 8            |

**Imagen 12** Diagrama del proceso de fundición

**Elaborado por:** Erika Alexandra Supe Mena

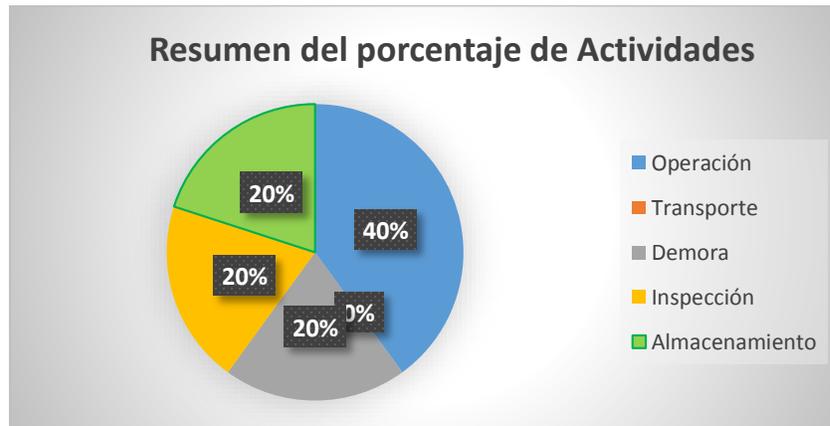
**Fuente:** Investigación Directa

A continuación se detalla el resumen de cada una de las actividades del Diagrama de flujo analítico de la Imagen 12.

**Tabla 15** Resumen del diagrama analítico del proceso  
**Resumen del Diagrama de flujo analítico del proceso**

| Actividad      | Simbología | Cantidad | Tiempo (min) | Distancia (m) |
|----------------|------------|----------|--------------|---------------|
| Operación      | ○          | 13       | 135          | -             |
| Transporte     | ➡          | 4        | 12           | 81            |
| Demora         | D          | 2        | 150          |               |
| Inspección     | □          | 2        | 11           |               |
| Almacenamiento | ▽          |          |              |               |
| <b>TOTAL</b>   |            |          | <b>308</b>   | <b>81</b>     |

Elaborado por: Erika Alexandra Supe Mena



**Imagen 13** Diagrama de pastel (actividad vs cantidad) de la Imagen 12  
 Elaborado por: Erika Alexandra Supe Mena

Los resultados de la Imagen 13, indica que existe la mayor cantidad de operaciones ya que representa un 40% de las actividades, para lo que es las inspecciones un 10%, los transportes un 19% y las demoras un 9%, se observa también que no existen almacenamientos para llevar a cabo el proceso de fundición.

|  |                      | <b>DIAGRAMA DEL PROCESO DE MECANIZADO</b>  |  |  |  |   |                      |                     |
|---|----------------------|--|--|--|--|---|----------------------|---------------------|
| <b>Fecha de realización:</b> Miércoles 18 julio 2018                              |                      | <b>Ficha Número:</b> 1   |  |  |  |   |                      |                     |
| <b>Diagrama No: _</b>   | <b>Página 1 de 1</b> | <b>Resumen</b>   |  |  |  |   |                      |                     |
| <b>Proceso:</b> Mecanizado de las tapas de alcantarilla                           |                      | <b>Actividad</b>   | <b>Actual</b>  |  | <b>Propuesto</b>   |   |                      |                     |
|   |                      |  | <b>Can t.</b>  | <b>Tiempo(mi n)</b>  | <b>Cant.</b>   | <b>Tiemp o</b>  |                      |                     |
| <b>El diagrama inicia en:</b>   |                      | <b>Operación</b>   | <b>9</b>   | <b>39min</b>   |  |   |                      |                     |
| <b>El diagrama termina en:</b>  |                      | <b>Transporte</b>  | <b>2</b>   | <b>3min</b>  |  |   |                      |                     |
| <b>Tipo de Diagrama :</b>   | <b>Material ( )</b>  | <b>Espera</b>  |  |  |  |   |                      |                     |
|   | <b>Operario (X)</b>  | <b>Inspección</b>  |  |  |  |   |                      |                     |
| <b>Método:</b>  | <b>Actual (X)</b>    | <b>Almacenamiento</b>  |  |  |  |   |                      |                     |
|   | <b>Propuesto ( )</b> | <b>Distancia Total:</b>  | <b>38m</b>   |  |  |   |                      |                     |
| <b>Área/ Sección:</b> Mecanizado  |                      | <b>Tiempo Total:</b>   | <b>42min</b>   |  |  |   |                      |                     |
| <b>Elaborado por:</b> Erika Alexandra Supe Mena                                   |                      | <b>Aprobado por:</b>   |  |  |  |   |                      |                     |
| <b>Descripción</b>  |                      |  |  |  |  |  | <b>Distancia (m)</b> | <b>Tiempo (min)</b> |
| Se coloca la parte a mecanizar de la tapa de alcantarilla en el torno             |                      | ●  |  |  |  |   |                      | 3                   |
| Se realiza el torneado de la parte de la tapa de alcantarilla                     |                      | ●  |  |  |  |   |                      | 20                  |
| Se desmonta la parte de la tapa de alcantarilla                                   |                      | ●  |  |  |  |   |                      | 3                   |
| Se unen las dos partes de la tapa de alcantarilla                                 |                      | ●  |  |  |  |   |                      | 1                   |
| Se traza y puntea las partes de la tapa   |                      | ●  |  |  |  |   |                      | 1                   |
| Se transporta la parte a perforarse al taladro de pedestal                        |                      | ●  | →  |  |  |   | 3                    | 1                   |
| Se perfora la parte de la tapa de alcantarilla                                    |                      | ●  |  |  |  |   |                      | 7                   |
| Se unen las dos partes de la tapa de alcantarilla                                 |                      | ●  |  |  |  |   |                      | 1                   |
| Se coloca un pasador entre las dos partes y se suelda                             |                      | ●  |  |  |  |   |                      | 2                   |
| Se pule la parte soldada de la tapa   |                      | ●  |  |  |  |   |                      | 1                   |
| Se transportan las tapas de alcantarilla al área de pintado                       |                      | ●  | →  |  |  |   | 35                   | 2                   |

**Imagen 14** Diagrama del proceso de mecanizado

**Elaborado por:** Erika Alexandra Supe Mena

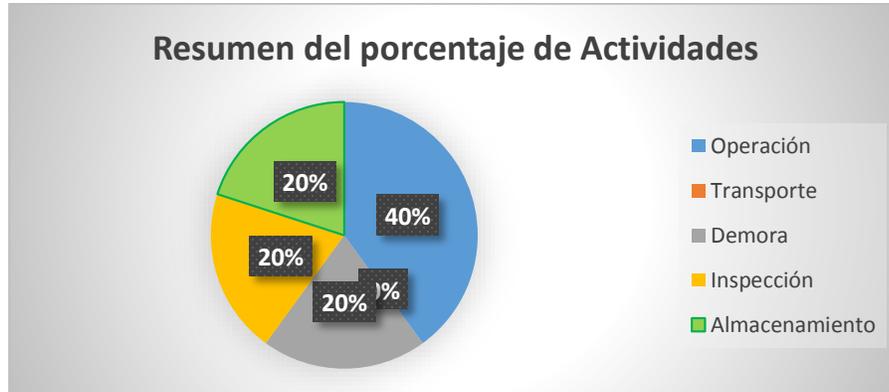
**Fuente:** Investigación Directa

A continuación se detalla el resumen de cada una de las actividades del Diagrama de flujo analítico de la Imagen 14.

**Tabla 16** Resumen del diagrama analítico del proceso  
**Resumen del Diagrama de flujo analítico del proceso**

| Actividad      | Simbología | Cantidad | Tiempo (min) | Distancia (m) |
|----------------|------------|----------|--------------|---------------|
| Operación      | ○          | 9        | 39           | -             |
| Transporte     | ➡          | 2        | 3            | 38            |
| Demora         | D          | -        | -            | -             |
| Inspección     | □          | -        | -            | -             |
| Almacenamiento | ▽          | -        | -            | -             |
| <b>TOTAL</b>   |            |          | <b>42</b>    | <b>38</b>     |

Elaborado por: Erika Alexandra Supe Mena



**Imagen 15** Diagrama de pastel (actividad vs cantidad) de la Imagen 14

Elaborado por: Erika Alexandra Supe Mena

Los resultados de la Imagen 15, indica que existe la mayor cantidad de operaciones ya que representa un 40% de las actividades, para lo que es las inspecciones tiene un 20%, se observa también que los transportes, demoras y almacenamientos tienen un 20%, para llevar a cabo el proceso de mecanizado.

|  |                      | <b>DIAGRAMA DEL PROCESO DE PINTADO</b> |                         |   |               |                     |                  |                      |                     |
|---|----------------------|--|-------------------------|---|---------------|---------------------|------------------|----------------------|---------------------|
| <b>Fecha de realización:</b> Miércoles 18 julio 2018                              |                      |  | <b>Ficha Número:</b> 1  |   |               |                     |                  |                      |                     |
| <b>Diagrama No.:</b> _  | <b>Página</b> 1 de 1 |  | <b>Resumen</b>          |   |               |                     |                  |                      |                     |
| <b>Proceso:</b> Pintado de las tapas de alcantarilla                              |                      |  | <b>Actividad</b>        |   | <b>Actual</b> |                     | <b>Propuesto</b> |                      |                     |
|   |                      |  |                         |   | <b>Can t.</b> | <b>Tiempo(mi n)</b> | <b>Cant.</b>     | <b>Tiemp o</b>       |                     |
| <b>El diagrama inicia en:</b>   |                      |  | <b>Operación</b>        |   | <b>2</b>      | <b>4min</b>         |                  |                      |                     |
| <b>El diagrama termina en:</b>  |                      |  | <b>Transporte</b>       |   |               |                     |                  |                      |                     |
| <b>Tipo de Diagrama :</b>   | <b>Material ( )</b>  |  | <b>Espera</b>           |   | <b>1</b>      | <b>15min</b>        |                  |                      |                     |
|   | <b>Operario (X)</b>  |  | <b>Inspección</b>       |   | <b>1</b>      | <b>1min</b>         |                  |                      |                     |
| <b>Método:</b>  | <b>Actual (X)</b>    |  | <b>Almacenamiento</b>   |   | <b>1</b>      | <b>5min</b>         |                  |                      |                     |
|   | <b>Propuesto ( )</b> |  | <b>Distancia Total:</b> |   |               |                     |                  |                      |                     |
| <b>Área/ Sección:</b> Pintura   |                      |  | <b>Tiempo Total:</b>    |   | <b>25min</b>  |                     |                  |                      |                     |
| <b>Elaborado por:</b> Erika Alexandra Supe Mena                                   |                      |  | <b>Aprobado por:</b>    |   |               |                     |                  |                      |                     |
| <b>Descripción</b>  |                      |  | ○                       | ⇒ | D             | □                   | △                | <b>Distancia (m)</b> | <b>Tiempo (min)</b> |
| Se lija la parte superior de la tapa  |                      |  | ●                       |   |               |                     |                  |                      | 3                   |
| Se pinta la tapa con pintura hidrosoluble   |                      |  | ●                       |   |               |                     |                  |                      | 1                   |
| Se espera que se seque la pintura   |                      |  |                         |   | ●             |                     |                  |                      | 15                  |
| Se verifica la calidad de la tapa   |                      |  |                         |   |               | ●                   |                  |                      | 1                   |
| Se almacena las tapas de alcantarillado   |                      |  |                         |   |               |                     | ●                |                      | 5                   |

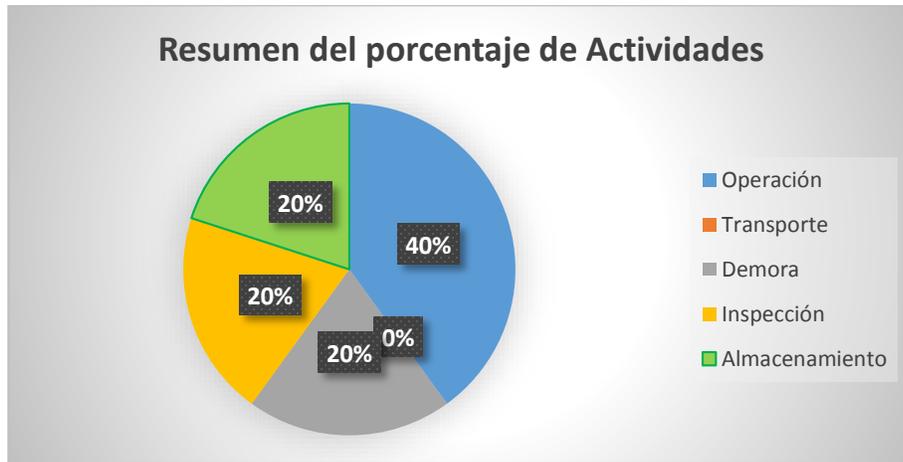
**Imagen 16** Diagrama de proceso de pintado  
**Elaborado por:** Erika Alexandra Supe Mena  
**Fuente:** Investigación Directa

A continuación se detalla el resumen de cada una de las actividades del Diagrama de flujo analítico de la Imagen 16.

**Tabla 17** Resumen del diagrama analítico del proceso  
**Resumen del diagrama analítico del proceso**

| Actividad      | Simbología | Cantidad | Tiempo (min) | Distancia (m) |
|----------------|------------|----------|--------------|---------------|
| Operación      | ○          | 2        | 4            | -             |
| Transporte     | ➔          | -        | -            | -             |
| Demora         | D          | 1        | 15           | -             |
| Inspección     | □          | 1        | 1            | -             |
| Almacenamiento | ▽          | 1        | 5            | -             |
| <b>TOTAL</b>   |            |          | <b>25</b>    | <b>-</b>      |

Elaborado por: Erika Alexandra Supe Mena



**Imagen 17** Diagrama de pastel (actividad vs cantidad) de la Imagen 16

Elaborado por: Erika Alexandra Supe Mena

Los resultados de la Imagen 17, indica que existe la mayor cantidad de operaciones ya que representa un 40% de las actividades, para lo que es las inspecciones, almacenamientos y demoras cada uno tiene un 20%, se observa también que los transportes tienen un 0%, para llevar a cabo el proceso de pintado.

## **Estudio de Tiempos en la Empresa FUNDI LASER**

“El estudio de tiempos es el complemento necesario del estudio de métodos y movimientos. Consiste en determinar el tiempo que requiere un operario normal, calificado y entrenado, con herramientas apropiadas, trabajando a marcha normal y bajo condiciones ambientales normales, para desarrollar un trabajo o tarea”. (Palacios, 2016)

Por tal motivo en la empresa Fundi Laser se realizará un estudio de tiempos con el fin de minimizar el tiempo al momento de la fabricación.

### **Tiempo promedio del proceso de la Empresa FUNDI LASER**

Para obtener el cálculo del promedio se utilizara una matriz en donde estará detallada cada una de las actividades para la elaboración de tapas de alcantarillado determinando así la situación actual del proceso de producción.

Para el cálculo del tiempo promedio de cada actividad se utilizará la siguiente fórmula:

$$T\bar{O} = \sum TO/N$$

**Fórmula 4:** Fórmula del tiempo promedio

**Fuente:** (CASTRO, 2014)

Dónde:

$T\bar{O}$  = Tiempo promedio

TO =Tiempo de cada actividad

N = Número de mediciones

(CASTRO, 2014)

## Tiempo Normal

$$TN = To * \frac{C}{100}$$

**Fórmula 5** Fórmula del Tiempo Normal

**Fuente:** (Niebel, y otros, 2001)

Donde:

TN=Tiempo Normal

To = Tiempo medio

C = Factor de desempeño del proceso (Niebel, y otros, 2001)

El valor de C se elige de la siguiente tabla 18 que se presenta a continuación:

**Tabla 18** Escalas de actividad BSI

| Escala | Descripción  | km/h |
|--------|--|------|
| 0      | Actividad Nula   | 0    |
| 50     | Muy lento, movimientos torpes, inseguro, parece dormido, sin interés en el trabajo                                   | 3.2  |
| 75     | Constante, resuelto, sin prisa, como de obrero no pagado a destajo. Parece lento pero no pierde tiempo.              | 4.8  |
| 100    | Activo, capaz como de operario calificado medio, logra con tranquilidad el nivel de calidad y precisión fijado       | 6.4  |
| 125    | Muy rápido el operario actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos, muy por encima del anterior | 8    |
| 150    | Excepcionalmente rápido, concentración y esfuerzo intenso, sin probabilidad de durar por varios periodos.            | 9.6  |

**Elaborado por:** Erika Alexandra Supe Mena

**Fuente:** (Cruelles, 2013)

## Tiempo Estándar del Proceso

$$TE = TN * (1 + suplementos)$$

**Fórmula 6:** Fórmula del Tiempo Estándar

**Fuente:** (CASTRO, 2014).

Donde:

TE= Tiempo Estándar

TN=Tiempo Normal

Suplementos=Suplementario o demoras inevitables (CASTRO, 2014).

Para la aplicación de la fórmula del Tiempo Estándar se escogieron los suplementos que fueron seleccionados en la tabla 19.

### Sistema de suplementos por descanso

Suplemento por descanso es el que se añade al tiempo básico para dar al trabajador la posibilidad de reponerse de los efectos fisiológicos y psicológicos causados por la ejecución de determinado trabajo en determinadas condiciones y para que pueda atender a sus necesidades personales. (LÓPEZ, 2016)

Los suplementos para el cálculo del tiempo estándar del proceso de fabricación de tapas de alcantarillado lo podemos observar de una forma más detallada en el Anex#1.

**Tabla 19** Sistema de suplementos por descanso

| <b>Tabla de suplementos por descanso</b>                            |              |
|---|--------------|
| <b>Suplementos constantes</b>                                       |              |
| 1.- Suplemento Personal   | 5            |
| 2.-Suplemento por fatiga  | 6            |
| <b>Suplementos Variables</b>  |              |
| <b>1. Suplemento por estar de pie</b>                               | <b>2</b>     |
| <b>2. Suplemento por posición anormal</b>                           |              |
| 2.1 Un poco incomoda  | 0            |
| 2.2 Incomoda (agachado)   | 2            |
| 2.3 Muy Incomoda (tendido o estirado)                               | 7            |
| <b>3. Uso de las fuerzas o energía muscular (levantar, empujar)</b> |              |
| Peso levantado en libras  |              |
| 5 lb  | 0            |
| 10 lb   | 1            |
| 15 lb   | 2            |
| 20 lb   | 3            |
| 25 lb   | 4            |
| 30 lb   | 5            |
| 35 lb   | 7            |
| 40 lb   | 8            |
| 45 lb   | 11           |
| 50 lb   | 13           |
| 60 lb   | 17           |
| 70 lb   | 22           |
| <b>4. Mala iluminación:</b>   |              |
| 4.1 Un poco debajo de la recomendada                                | 0            |
| 4.2 Bastante menor que la recomendada                               | 2            |
| 4.3 Muy inadecuada  | 5            |
| <b>5. Condiciones atmosféricas (calor, humedad)</b>                 | <b>0-100</b> |
| <b>6. Atención requerida:</b>                                       |              |
| 6.1 Trabajo bastante fino   | 0            |
| 6.2 Trabajo fino o preciso  | 2            |
| 6.3 Trabajo muy fino y muy preciso                                  | 5            |
| <b>7. Nivel de ruido:</b>   |              |
| 7.1 Continuo  | 0            |
| 7.2 Intermitente- fuerte  | 2            |
| 7.3 Intermitente - muy fuerte                                       | 5            |
| 7.4 De todo alto-fuerte   | 5            |
| <b>8. Estrés mental:</b>  |              |
| 8.1 Proceso bastante complejo                                       | 1            |
| 8.2 Atención compleja o amplia                                      | 4            |
| 8.3 Muy compleja  | 8            |
| <b>9. Monotonía:</b>  |              |
| 9.1 Nivel bajo  | 0            |
| 9.2 Nivel medio   | 1            |
| 9.3 Nivel alto  | 4            |
| <b>10. Tedio:</b>   |              |
| 10.1 Algo tedioso   | 0            |
| 10.2 Tedioso  | 2            |
| 10.3 Muy tedioso  | 5            |

**Elaborado por:** Erika Alexandra Supe Mena

**Fuente:** (Cruelles, 2013)

### Cálculo del Tiempo Estándar

El presente estudio se realizó por mes, desde el mes de Mayo al mes de Octubre del año 2018. (Ver tablas: 20, 21,22, 23, 24,25).

**Tabla 20** Tiempo Estándar MAYO

| EMPRESA FUNDI LASER |                                     |             |                                 |        |        |        |        |               |                             |                           |          |                 |               |
|---------------------|-------------------------------------|-------------|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------------|-----------------------------|---------------------------|----------|-----------------|---------------|
| N°                  | Subprocesos                         | DÍA<br>LOTE | Tiempos de cada actividad (min) |        |        |        |        | Suma<br>(min) | Tiempo<br>Promedio<br>(min) | Factor de<br>calificación | T.Normal | Suplemento<br>s | T.E           |
|                     |                                     |             | MAYO                            |        |        |        |        |               |                             |                           |          |                 |               |
|                     |                                     |             | 2--3                            | 9--10  | 16--17 | 23--24 | 30--31 |               |                             |                           |          |                 |               |
| 1                   | 2                                   | 3           | 4                               | 5      |        |        |        |               |                             |                           |          |                 |               |
| 1                   | Desembarque de la materia prima     |             | 20.56                           | 22.03  | 22.59  | 22.89  | 20.03  | 108.1         | 21.62                       | 100                       | 21.62    | 0.05            | 22.70         |
| 2                   | Clasificación del material a fundir |             | 18.45                           | 17.87  | 17.89  | 18.41  | 18.39  | 91.01         | 18.20                       | 75                        | 13.65    | 0.06            | 14.47         |
| 3                   | Pesado del material a fundir        |             | 15.23                           | 15.89  | 14.65  | 14.35  | 15.02  | 75.14         | 15.03                       | 100                       | 15.03    | 0.03            | 15.48         |
| 4                   | Preparación de la arena             |             | 10.93                           | 10.92  | 10.62  | 11.00  | 11.07  | 54.54         | 10.91                       | 125                       | 13.64    | 0.28            | 17.45         |
| 5                   | Moldeo de arenas                    |             | 44.70                           | 44.47  | 44.63  | 44.27  | 45.06  | 223.13        | 44.63                       | 100                       | 44.63    | 0.36            | 60.69         |
| 6                   | Fundido de la chatarra              |             | 153.40                          | 152.75 | 152.31 | 153.50 | 152.5  | 764.46        | 152.89                      | 100                       | 152.89   | 0.18            | 180.41        |
| 7                   | Verificación de la colada           |             | 12.37                           | 12.36  | 12.47  | 12.37  | 12.43  | 62            | 12.40                       | 125                       | 15.50    | 0.11            | 17.21         |
| 8                   | Pre calentado de la cuchara         |             | 58.93                           | 60.09  | 61.89  | 59.37  | 59.76  | 300.04        | 60.01                       | 75                        | 45.01    | 0.02            | 45.91         |
| 9                   | Vertido de la colada                |             | 10.64                           | 10.73  | 10.90  | 11.04  | 10.91  | 54.22         | 10.84                       | 75                        | 8.13     | 0.1             | 8.95          |
| 10                  | Enfriamiento de los moldes          |             | 180.33                          | 178.95 | 179.87 | 183.76 | 183.5  | 906.39        | 181.28                      | 100                       | 181.28   | 0.02            | 184.90        |
| 11                  | Desmontado de las cajas de arena    |             | 47.52                           | 47.38  | 48.84  | 47.21  | 46.43  | 237.38        | 47.48                       | 75                        | 35.61    | 0.12            | 39.88         |
| 12                  | Mecanizado de las piezas fundidas   |             | 146.80                          | 145.92 | 146.52 | 147.10 | 143.3  | 729.64        | 145.93                      | 100                       | 145.93   | 0.16            | 169.28        |
| 13                  | Unir la tapa y el cerco             |             | 57.60                           | 57.48  | 54.72  | 56.10  | 56.40  | 282.3         | 56.46                       | 125                       | 70.58    | 0.18            | 83.28         |
| 14                  | Pintado la Tapa                     |             | 93.55                           | 93.09  | 94.63  | 93.38  | 93.42  | 468.07        | 93.61                       | 75                        | 70.21    | 0.12            | 78.64         |
| 15                  | Almacenamiento de las tapas         |             | 6.82                            | 7.02   | 6.84   | 7.54   | 7.04   | 35.26         | 7.05                        | 125                       | 8.82     | 0.04            | 9.17          |
|                     |                                     |             |                                 |        |        |        |        | <b>T.P.T</b>  | <b>878.34</b>               | <b>TOTAL</b>              | 842.505  |                 | <b>948.41</b> |

Elaborado por: Erika Alexandra Supe Mena

Tabla 21 Tiempo Estándar Junio

| EMPRESA FUNDILASER |                                     |                                 |        |        |        |              |                       |                        |           |             |               |
|--------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------|--------|--------|--------------|-----------------------|------------------------|-----------|-------------|---------------|
| N°                 | ACTIVIDADES                         | Tiempos de cada actividad (min) |        |        |        | Suma (min)   | Tiempo Promedio (min) | Factor de calificación | T.Normal  | Suplementos | T.ESTANDAR    |
|                    |                                     | JUNIO                           |        |        |        |              |                       |                        |           |             |               |
|                    |                                     | 6--7                            | 13--14 | 20--21 | 27--28 |              |                       |                        |           |             |               |
| 6                  | 7                                   | 8                               | 9      |        |        |              |                       |                        |           |             |               |
| 1                  | Desembarque de la materia prima     | 21.09                           | 21.69  | 20.19  | 21.03  | 84           | 21.00                 | 100                    | 21.00     | 0.05        | 22.05         |
| 2                  | Clasificación del material a fundir | 18.32                           | 17.96  | 18.12  | 17.56  | 71.96        | 17.99                 | 75                     | 13.49     | 0.06        | 14.30         |
| 3                  | Pesado del material a fundir        | 15.02                           | 15.96  | 15.32  | 14.78  | 61.08        | 15.27                 | 100                    | 15.27     | 0.03        | 15.73         |
| 4                  | Preparación de la arena             | 10.12                           | 10.22  | 10.84  | 10.93  | 42.11        | 10.53                 | 125                    | 13.16     | 0.28        | 16.84         |
| 5                  | Moldeo de arenas                    | 44.01                           | 44.72  | 44.80  | 45.22  | 178.75       | 44.69                 | 100                    | 44.69     | 0.36        | 60.78         |
| 6                  | Fundido de la chatarra              | 153.1                           | 153.90 | 155.01 | 153.37 | 615.38       | 153.85                | 100                    | 153.85    | 0.18        | 181.54        |
| 7                  | Verificación de la colada           | 11.84                           | 12.13  | 12.32  | 11.81  | 48.1         | 12.03                 | 125                    | 15.03     | 0.11        | 16.68         |
| 8                  | Precalentado de la cuchara          | 62.11                           | 58.36  | 60.19  | 59.32  | 239.98       | 60.00                 | 75                     | 45.00     | 0.02        | 45.90         |
| 9                  | Vertido de la colada                | 10.96                           | 11.07  | 10.91  | 10.83  | 43.77        | 10.94                 | 75                     | 8.21      | 0.1         | 9.03          |
| 10                 | Enfriamiento de los moldes          | 181.08                          | 178.12 | 181.47 | 180.47 | 721.14       | 180.29                | 100                    | 180.29    | 0.02        | 183.89        |
| 11                 | Desmontado de las cajas de arena    | 46.40                           | 47.63  | 46.70  | 47.50  | 188.23       | 47.06                 | 75                     | 35.29     | 0.12        | 39.53         |
| 12                 | Mecanizado de las piezas fundidas   | 146.90                          | 147.40 | 144.10 | 146.16 | 584.56       | 146.14                | 100                    | 146.14    | 0.16        | 169.52        |
| 13                 | Unir la tapa y el cerco             | 56.30                           | 55.65  | 56.13  | 56.34  | 224.42       | 56.11                 | 125                    | 70.13     | 0.18        | 82.75         |
| 14                 | Pintado la Tapa                     | 94.30                           | 96.67  | 94.30  | 93.34  | 378.61       | 94.65                 | 75                     | 70.99     | 0.12        | 79.51         |
| 15                 | Almacenamiento de las tapas         | 6.89                            | 7.06   | 7.18   | 6.58   | 27.71        | 6.93                  | 125                    | 8.66      | 0.04        | 9.01          |
|                    |                                     |                                 |        |        |        | <b>T.P.T</b> | <b>877.45</b>         | <b>min</b>             | 841.18688 |             | <b>947.05</b> |

Tabla 22 Tiempo estándar JULIO

| EMPRESA FUNDILASER |                                     |                                 |        |        |        |              |                       |                        |           |             |               |
|--------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------|--------|--------|--------------|-----------------------|------------------------|-----------|-------------|---------------|
| N°                 | ACTIVIDADES                         | Tiempos de cada actividad (min) |        |        |        | Suma (min)   | Tiempo Promedio (min) | Factor de calificación | T.Normal  | Suplementos | T.ESTANDAR    |
|                    |                                     | JULIO                           |        |        |        |              |                       |                        |           |             |               |
|                    |                                     | 4--5                            | 11--12 | 18--19 | 25--26 |              |                       |                        |           |             |               |
| 10                 | 11                                  | 12                              | 13     |        |        |              |                       |                        |           |             |               |
| 1                  | Desembarque de la materia prima     | 20.32                           | 20.33  | 20.45  | 20.65  | 81.75        | 20.44                 | 100                    | 20.44     | 0.05        | 21.46         |
| 2                  | Clasificación del material a fundir | 18.41                           | 18.32  | 17.96  | 18.02  | 72.71        | 18.18                 | 75                     | 13.63     | 0.06        | 14.45         |
| 3                  | Pesado del material a fundir        | 14.76                           | 14.63  | 14.52  | 14.23  | 58.14        | 14.54                 | 100                    | 14.54     | 0.03        | 14.97         |
| 4                  | Preparación de la arena             | 11.39                           | 11.17  | 10.96  | 11.36  | 44.88        | 11.22                 | 125                    | 14.03     | 0.28        | 17.95         |
| 5                  | Moldeo de arenas                    | 45.13                           | 45.18  | 45.17  | 45.45  | 180.93       | 45.23                 | 100                    | 45.23     | 0.36        | 61.52         |
| 6                  | Fundido de la chatarra              | 153.58                          | 154.96 | 153.12 | 152.48 | 614.14       | 153.54                | 100                    | 153.54    | 0.18        | 181.17        |
| 7                  | Verificación de la colada           | 12.41                           | 12.13  | 12.59  | 11.98  | 49.11        | 12.28                 | 125                    | 15.35     | 0.11        | 17.04         |
| 8                  | Precautado de la cuchara            | 59.92                           | 59.94  | 60.12  | 60.01  | 239.99       | 60.00                 | 75                     | 45.00     | 0.02        | 45.90         |
| 9                  | Vertido de la colada                | 10.96                           | 10.76  | 10.13  | 10.12  | 41.97        | 10.49                 | 75                     | 7.87      | 0.1         | 8.66          |
| 10                 | Enfriamiento de los moldes          | 179.22                          | 178.96 | 180.10 | 181.12 | 719.40       | 179.85                | 100                    | 179.85    | 0.02        | 183.45        |
| 11                 | Desmontado de las cajas de arena    | 46.20                           | 46.22  | 46.01  | 45.96  | 184.39       | 46.10                 | 75                     | 34.57     | 0.12        | 38.72         |
| 12                 | Mecanizado de las piezas fundidas   | 147.10                          | 147.12 | 147.09 | 147.58 | 588.89       | 147.22                | 100                    | 147.22    | 0.16        | 170.78        |
| 13                 | Unir la tapa y el cerco             | 56.16                           | 56.96  | 57.01  | 56.19  | 226.32       | 56.58                 | 125                    | 70.73     | 0.18        | 83.46         |
| 14                 | Pintado la Tapa                     | 94.93                           | 94.86  | 95.14  | 94.13  | 379.06       | 94.77                 | 75                     | 71.07     | 0.12        | 79.60         |
| 15                 | Almacenamiento de las tapas         | 6.90                            | 6.89   | 6.72   | 6.84   | 27.35        | 6.84                  | 125                    | 8.55      | 0.04        | 8.89          |
|                    |                                     |                                 |        |        |        | <b>T.P.T</b> | <b>877.26</b>         | <b>min</b>             | 841.60375 |             | <b>948.00</b> |

Elaborado por: Erika Alexandra Supe Mena

Tabla 23 Tiempo estándar AGOSTO

| EMPRESA FUNDILASER |                                     |                                 |        |        |        |        |              |                       |                        |          |             |               |
|--------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------------|-----------------------|------------------------|----------|-------------|---------------|
| N°                 | ACTIVIDADES                         | Tiempos de cada actividad (min) |        |        |        |        | Suma (min)   | Tiempo Promedio (min) | Factor de calificación | T.Normal | Suplementos | T.ESTANDAR    |
|                    |                                     | AGOSTO                          |        |        |        |        |              |                       |                        |          |             |               |
|                    |                                     | 1--2                            | 8--9   | 15--16 | 22-23  | 29--30 |              |                       |                        |          |             |               |
| 13                 | 14                                  | 15                              | 16     | 17     |        |        |              |                       |                        |          |             |               |
| 1                  | Desembarque de la materia prima     | 20.32                           | 20.33  | 20.45  | 20.02  | 20.65  | 101.77       | 20.35                 | 100                    | 20.35    | 0.05        | 21.37         |
| 2                  | Clasificación del material a fundir | 18.41                           | 18.32  | 17.96  | 17.96  | 18.02  | 90.67        | 18.13                 | 75                     | 13.60    | 0.06        | 14.42         |
| 3                  | Pesado del material a fundir        | 14.76                           | 14.63  | 14.52  | 15.65  | 14.23  | 73.79        | 14.76                 | 100                    | 14.76    | 0.03        | 15.20         |
| 4                  | Preparación de la arena             | 11.39                           | 11.17  | 10.96  | 11.65  | 11.36  | 56.53        | 11.31                 | 125                    | 14.13    | 0.28        | 18.09         |
| 5                  | Moldeo de arenas                    | 45.13                           | 45.18  | 45.17  | 45.46  | 45.45  | 226.39       | 45.28                 | 100                    | 45.28    | 0.36        | 61.58         |
| 6                  | Fundido de la chatarra              | 153.58                          | 153.02 | 154.12 | 154.86 | 154.89 | 770.47       | 154.09                | 100                    | 154.09   | 0.18        | 181.83        |
| 7                  | Verificación de la colada           | 12.41                           | 12.13  | 12.59  | 15.57  | 11.98  | 64.68        | 12.94                 | 125                    | 16.17    | 0.11        | 17.95         |
| 8                  | Pre calentado de la cuchara         | 59.92                           | 59.94  | 60.12  | 60.19  | 60.01  | 300.18       | 60.04                 | 75                     | 45.03    | 0.02        | 45.93         |
| 9                  | Vertido de la colada                | 10.96                           | 10.76  | 10.13  | 10.16  | 10.12  | 52.13        | 10.43                 | 75                     | 7.82     | 0.1         | 8.60          |
| 10                 | Enfriamiento de los moldes          | 179.22                          | 178.96 | 180.1  | 180.57 | 181.12 | 899.97       | 179.99                | 100                    | 179.99   | 0.02        | 183.59        |
| 11                 | Desmontado de las cajas de arena    | 46.2                            | 46.22  | 46.01  | 45.35  | 45.96  | 229.74       | 45.95                 | 75                     | 34.46    | 0.12        | 38.60         |
| 12                 | Mecanizado de las piezas fundidas   | 147.10                          | 147.12 | 147.09 | 147.49 | 147.58 | 736.38       | 147.28                | 100                    | 147.28   | 0.16        | 170.84        |
| 13                 | Unir la tapa y el cerco             | 56.16                           | 56.96  | 57.01  | 57.48  | 56.19  | 283.80       | 56.76                 | 125                    | 70.95    | 0.18        | 83.72         |
| 14                 | Pintado la Tapa                     | 94.93                           | 94.86  | 95.14  | 95.12  | 94.13  | 474.18       | 94.84                 | 75                     | 71.13    | 0.12        | 79.66         |
| 15                 | Almacenamiento de las tapas         | 6.91                            | 6.89   | 6.72   | 6.14   | 6.84   | 33.50        | 6.70                  | 125                    | 8.38     | 0.04        | 8.71          |
|                    |                                     |                                 |        |        |        |        | <b>T.P.T</b> | <b>878.84</b>         | <b>min</b>             | 843.4165 |             | <b>950.09</b> |

Elaborado por: Erika Alexandra Supe Mena

Tabla 24 Tiempo estándar SEPTIEMBRE

| EMPRESA FUNDILASER |                                     |                                 |        |        |        |              |                       |                        |           |             |               |
|--------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------|--------|--------|--------------|-----------------------|------------------------|-----------|-------------|---------------|
| N°                 | ACTIVIDADES                         | Tiempos de cada actividad (min) |        |        |        | Suma (min)   | Tiempo Promedio (min) | Factor de calificación | T.Normal  | Suplementos | T.ESTANDAR    |
|                    |                                     | SEPTIEMBRE                      |        |        |        |              |                       |                        |           |             |               |
|                    |                                     | 5--6                            | 12--13 | 19--20 | 26--27 |              |                       |                        |           |             |               |
| 13                 | 14                                  | 15                              | 16     |        |        |              |                       |                        |           |             |               |
| 1                  | Desembarque de la materia prima     | 19.96                           | 20.36  | 20.25  | 20.22  | 80.79        | 20.20                 | 100                    | 20.20     | 0.05        | 21.21         |
| 2                  | Clasificación del material a fundir | 18.21                           | 18.12  | 17.63  | 18.08  | 72.04        | 18.01                 | 75                     | 13.51     | 0.06        | 14.32         |
| 3                  | Pesado del material a fundir        | 14.69                           | 14.86  | 14.96  | 14.56  | 59.07        | 14.77                 | 100                    | 14.77     | 0.03        | 15.21         |
| 4                  | Preparación de la arena             | 11.02                           | 11.19  | 10.84  | 10.94  | 43.99        | 11.00                 | 125                    | 13.75     | 0.28        | 17.60         |
| 5                  | Moldeo de arenas                    | 45.03                           | 45.28  | 45.27  | 45.36  | 180.94       | 45.24                 | 100                    | 45.24     | 0.36        | 61.52         |
| 6                  | Fundido de la chatarra              | 153.58                          | 153.86 | 153.22 | 153.23 | 613.89       | 153.47                | 100                    | 153.47    | 0.18        | 181.10        |
| 7                  | Verificación de la colada           | 12.41                           | 12.13  | 12.59  | 15.57  | 52.70        | 13.18                 | 125                    | 16.47     | 0.11        | 18.28         |
| 8                  | Precautado de la cuchara            | 59.92                           | 59.94  | 60.12  | 60.19  | 240.17       | 60.04                 | 75                     | 45.03     | 0.02        | 45.93         |
| 9                  | Vertido de la colada                | 9.95                            | 10.76  | 10.36  | 10.16  | 41.23        | 10.31                 | 75                     | 7.73      | 0.1         | 8.50          |
| 10                 | Enfriamiento de los moldes          | 179.22                          | 178.96 | 180.10 | 180.57 | 718.85       | 179.71                | 100                    | 179.71    | 0.02        | 183.31        |
| 11                 | Desmontado de las cajas de arena    | 46.20                           | 46.22  | 46.01  | 45.35  | 183.78       | 45.95                 | 75                     | 34.46     | 0.12        | 38.59         |
| 12                 | Mecanizado de las piezas fundidas   | 147.35                          | 147.12 | 147.65 | 147.49 | 589.61       | 147.40                | 100                    | 147.40    | 0.16        | 170.99        |
| 13                 | Unir la tapa y el cerco             | 56.17                           | 56.96  | 57.01  | 57.48  | 227.62       | 56.91                 | 125                    | 71.13     | 0.18        | 83.93         |
| 14                 | Pintado la Tapa                     | 94.93                           | 94.86  | 95.09  | 95.12  | 380.00       | 95.00                 | 75                     | 71.25     | 0.12        | 79.80         |
| 15                 | Almacenamiento de las tapas         | 6.91                            | 6.79   | 6.42   | 6.14   | 26.26        | 6.57                  | 125                    | 8.21      | 0.04        | 8.53          |
|                    |                                     |                                 |        |        |        | <b>T.P.T</b> | <b>877.74</b>         | <b>min</b>             | 842.31938 |             | <b>948.82</b> |

Elaborado por: Erika Alexandra Supe Mena

Tabla 25 Tiempo estándar OCTUBRE

| EMPRESA FUNDI LASER |                                     |                                 |        |        |        |              |                       |                        |           |             |               |
|---------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------|--------|--------|--------------|-----------------------|------------------------|-----------|-------------|---------------|
| N°                  | ACTIVIDADES                         | Tiempos de cada actividad (min) |        |        |        | Suma (min)   | Tiempo Promedio (min) | Factor de calificación | T.Normal  | Suplementos | T.ESTANDAR    |
|                     |                                     | OCTUBRE                         |        |        |        |              |                       |                        |           |             |               |
|                     |                                     | 3--4                            | 10--11 | 17--18 | 24--25 |              |                       |                        |           |             |               |
|                     |                                     | 13                              | 14     | 15     | 16     |              |                       |                        |           |             |               |
| 1                   | Desembarque de la materia prima     | 19.76                           | 20.36  | 20.25  | 19.85  | 80.22        | 20.06                 | 100                    | 20.06     | 0.05        | 21.06         |
| 2                   | Clasificación del material a fundir | 18.21                           | 18.01  | 18.25  | 18.08  | 72.55        | 18.14                 | 75                     | 13.60     | 0.06        | 14.42         |
| 3                   | Pesado del material a fundir        | 14.69                           | 14.75  | 15.14  | 15.41  | 59.99        | 15.00                 | 100                    | 15.00     | 0.03        | 15.45         |
| 4                   | Preparación de la arena             | 11.06                           | 11.19  | 10.84  | 10.45  | 43.54        | 10.89                 | 125                    | 13.61     | 0.28        | 17.42         |
| 5                   | Moldeo de arenas                    | 45.01                           | 45.28  | 45.27  | 45.98  | 181.54       | 45.39                 | 100                    | 45.39     | 0.36        | 61.72         |
| 6                   | Fundido de la chatarra              | 153.58                          | 153.89 | 153.14 | 154.12 | 614.73       | 153.68                | 100                    | 153.68    | 0.18        | 181.35        |
| 7                   | Verificación de la colada           | 12.41                           | 12.33  | 12.43  | 15.57  | 52.74        | 13.19                 | 125                    | 16.48     | 0.11        | 18.29         |
| 8                   | Pre calentado de la cuchara         | 59.74                           | 59.94  | 60.12  | 60.74  | 240.54       | 60.14                 | 75                     | 45.10     | 0.02        | 46.00         |
| 9                   | Vertido de la colada                | 10.09                           | 11.36  | 10.36  | 10.18  | 41.99        | 10.50                 | 75                     | 7.87      | 0.1         | 8.66          |
| 10                  | Enfriamiento de los moldes          | 179.22                          | 178.69 | 180.12 | 180.57 | 718.60       | 179.65                | 100                    | 179.65    | 0.02        | 183.24        |
| 11                  | Desmontado de las cajas de arena    | 46.20                           | 46.38  | 46.28  | 45.35  | 184.21       | 46.05                 | 75                     | 34.54     | 0.12        | 38.68         |
| 12                  | Mecanizado de las piezas fundidas   | 147.36                          | 148.12 | 147.65 | 147.31 | 590.44       | 147.61                | 100                    | 147.61    | 0.16        | 171.23        |
| 13                  | Unir la tapa y el cerco             | 56.19                           | 56.96  | 57.01  | 54.78  | 224.94       | 56.24                 | 125                    | 70.29     | 0.18        | 82.95         |
| 14                  | Pintado la Tapa                     | 94.93                           | 94.45  | 95.48  | 95.12  | 379.98       | 95.00                 | 75                     | 71.25     | 0.12        | 79.80         |
| 15                  | Almacenamiento de las tapas         | 6.91                            | 6.69   | 5.73   | 6.02   | 25.35        | 6.34                  | 125                    | 7.92      | 0.04        | 8.24          |
|                     |                                     |                                 |        |        |        | <b>T.P.T</b> | <b>877.84</b>         | <b>min</b>             | 842.04625 |             | <b>948.50</b> |

Elaborado por: Erika Alexandra Supe Mena

## Productividad

“La productividad es la capacidad de la sociedad para utilizar en forma racional y óptima los recursos de que dispone: humanos, naturales, financieros, científicos, tecnológicos que intervienen en la generación de la producción para proporcionar los bienes y servicios que satisfacen las necesidades de las personas” (ESCALANTE, y otros, 2015)

### Productividad Actual.

La empresa FUNDI LASER cuenta actualmente con 13 trabajadores durante todo el proceso de elaboración de tapas de alcantarillado, quienes laboran una jornada laboral de 8 horas, en la cual producen un promedio de 176 tapas al mes.

### Productividad Multifactorial.

Par el cálculo de la productividad multifactorial de la empresa FUNDI LASER se utilizará datos que fueron proporcionados por la empresa antes mencionada.

- Insumos
- Mano de obra
- Costos fijos de operación

En la tabla 26 se detalla cada uno de los insumos utilizados en la empresa.

**Tabla 26** Costo de los Insumos

| MESES      | Chatarra (\$) | Químicos (\$) | Total (\$) |
|------------|---------------|---------------|------------|
| Mayo       | 3220          | 123.83        | 3343.83    |
| Junio      | 2940          | 100.25        | 3040.25    |
| Julio      | 3080          | 120.15        | 3200.15    |
| Agosto     | 3220          | 123.83        | 3343.83    |
| Septiembre | 2800          | 98.96         | 2898.96    |
| Octubre    | 3220          | 123.83        | 3343.83    |

**Elaborado por:** Erika Alexandra Supe Mena

**Fuente:** FUNDI LASER

**Tabla 27** Costo de la mano de obra

| Número de trabajadores                  | Cargo              | Pago mensual (\$) |
|---|--------------------|-------------------|
| 4                                       | Fundidores         | 3600              |
| 5                                       | Ayudantes          | 2500              |
| 1                                       | Secretaria         | 400               |
| 1                                       | Contador           | 150               |
| 2                                       | Mecanizado-pintura | 770               |
| <b>Total costo mano de obra MENSUAL</b> |                    | <b>\$ 7420</b>    |

**Elaborado por:** Erika Alexandra Supe Mena

**Fuente:** FUNDI LASER

**Tabla 28** Costos fijos de operación

| Servicio                        | Pago Mensual (\$) |
|---------------------------------|-------------------|
| Luz                             | 3700              |
| Agua                            | 50                |
| Teléfono/Internet               | 38.50             |
| <b>Total fijos de operación</b> | <b>3838</b>       |

**Elaborado por:** Erika Alexandra Supe Mena

**Fuente:** FUNDI LASER

## Productividad Multifactorial

$$P. \text{ Multifactorial} = \frac{\text{unidades promedio al mes} * \text{costo venta}}{\text{costo(materia prima + mano de obra + costo de operación)}}$$

**Fórmula 7:** Fórmula Productividad Multifactorial

**Fuente:** (Pulido, 2010)

El precio del producto elaborado en este caso la tapa de alcantarillado de la EMPRESA FUNDI LASER es de \$185c/u.

Cálculo demostrativo:

$$P. \text{ Multifactorial} = \frac{176 * 185}{(3343.83 + 7420 + 3838)}$$

$$P. \text{ Multifactorial} = 2.212$$

La productividad antes calculada es referencia al mes de Mayo. A continuación en la tabla 29 se detalla los resultados del cálculo de la productividad por mes de la empresa FUNDI laser, aplicando la fórmula 7 antes señalada de la Productividad Multifactorial:

**Tabla 29** P. Multifactorial de cada mes

| <b>P. MULTIFACTORIAL MENSUAL</b> |                          |
|----------------------------------|--------------------------|
| <b>MES</b>                       | <b>P. Multifactorial</b> |
| <b>Mayo</b>                      | 2.212                    |
| <b>Junio</b>                     | 2.181                    |
| <b>Julio</b>                     | 2.260                    |
| <b>Agosto</b>                    | 2.314                    |
| <b>Septiembre</b>                | 2.072                    |
| <b>Octubre</b>                   | 2.339                    |
| <b>P.M PROMEDIO</b>              | <b>2.230</b>             |

**Elaborado por:** Erika Alexandra Supe Mena

### **Interpretación de la Productividad Global (PG)**

$PG > 1$  Indica que la producción origina ingresos mayores que los costes. (GANANCIAS).

$PG = 1$  Indica que las producción que origina unos ingresos iguales a los costes de ganancia.

$PG < 1$  Indica que la producción origina menos ingresos que costes (PÉRDIDAS).

Como resultados del cálculo de la productividad se obtuvo un  $PG=1.71$ , el cual indica al ser un valor superior a 1 que en la Empresa Fundi Laser se originan más ingresos mayores a los costes generando solo ganancias.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **Interpretación de los Resultados.**

En el presente capítulo se va interpretar todos los resultados cuantitativos realizados en el estudio técnico relacionados al proceso productivo de la producción de tapas de alcantarillado de la Empresa Fundi Laser.

#### **Análisis del proceso descrito.**

Mediante la aplicación de las 5M se logró analizar que la empresa Fundi Laser no tiene un método estandarizado de trabajo, cada una de las actividades no están debidamente documentadas y a la vez los lugares de trabajo no están en las mejores condiciones de orden.

#### **Análisis de los diagramas de procesos.**

Al realizar la representación gráfica de los diagramas de proceso se llegó a identificar cada una de las actividades a realizarse en cada proceso y a la vez cada actividad con sus tiempos actuales. Observando de una forma más técnica en cada uno de estos diagramas las operaciones, transportes, almacenamientos, verificaciones

#### **Análisis del Diagrama de flujo analítico del proceso**

En las imágenes 8, 10, 12, 14 y 16 se puede observar la representación gráfica de cada una de las operaciones, inspecciones, demoras, transportes y almacenamientos que se realizan durante todo el proceso para la fabricación de las tapas de alcantarillado.

Una de las ventajas al realizar este diagrama es que se detalla en cada actividad el tiempo que se demora en realizar dicha actividad y así también la distancia, si un caso aplica.

### **Análisis de los tiempos de la empresa “FUNDI LASER”**

Se realizará en la empresa Fundi Laser, la técnica que se utilizó es la toma de tiempos por cronometraje vuelta a cero.

### **Análisis del tiempo Promedio**

En la Tabla 30 se detalla cada mes con el tiempo promedio para el proceso de fabricación de tapas de alcantarillado de la empresa Fundi Laser, al realizar una sumatoria de los tiempos promedios se obtiene un T.P.T como se indica en la siguiente tabla:

**Tabla 30** Tiempo Promedio Total

| <b>MES</b> | <b>TIEMPO PROMEDIO (min)</b> |
|------------|------------------------------|
| Mayo       | 878                          |
| Junio      | 871.45                       |
| Julio      | 877.26                       |
| Agosto     | 878.84                       |
| Septiembre | 871.74                       |
| Octubre    | 877.84                       |

**Elaborado por:** Erika Alexandra Supe Mena

### **Análisis del tiempo Normal**

Para el cálculo del tiempo normal por mes se utilizó el T. Promedio de cada uno de los subprocesos y el factor de desempeño del proceso, el cual asigna una valoración a cada subproceso (Ver Tabla 18), las utilizadas fueron 100, 75 y 125.

### **Análisis del tiempo Estándar**

Para el cálculo del tiempo estándar se utilizó el T. Normal ya calculado anteriormente y los suplementos según la OIT (Ver Tabla 19), aplicando la fórmula 6, teniendo como resultado un Tiempo Estándar por mes, como se indica en la siguiente tabla 31:

**Tabla 31** Valor del Tiempo Estándar por mes

| <b>Mes</b> | <b>Tiempo Estándar<br/>(min)</b> |
|------------|----------------------------------|
| Mayo       | 948.4                            |
| Junio      | 947.1                            |
| Julio      | 948.0                            |
| Agosto     | 950.09                           |
| Septiembre | 948.09                           |
| Octubre    | 948.50                           |

**Elaborado por:** Erika Alexandra Supe Mena

Teniendo como promedio del Tiempo Estándar de los seis meses un valor de 948.48 min.

### **Análisis de la productividad multifactorial de la empresa**

Se realizó el cálculo de la productividad por mes utilizando la fórmula 7 tomando en cuenta los costos obtenidos por: insumos (Ver Tabla 26), mano de obra (Ver Tabla 27) y costo fijo de la operación (Ver Tabla 28), desde el mes de mayo a octubre del año 2018.

Teniendo como Productividad multifactorial Promedio un valor de 2.23 siendo un valor superior a 1 indicando que existen ingresos de ganancia para la empresa.

### **Contraste con otras investigaciones**

Del estudio de, Pesantez Mantuano Víctor Alberto con el Tema: “Mejorar los estándares de tiempos y movimientos en los procesos de fundición de chatarra en la empresa ANDEC S.A.” (PESANTEZ, 2016)

Podemos decir que el estudio anteriormente citado se lo puede tomar en consideración como guía ya que también realiza un diagnóstico de la situación actual que tiene la empresa. Y recalando a la vez que nos orienta a realiza un diagrama de flujo analítico del proceso el mismo que nos ayuda a observar detalladamente cada una de las actividades del proceso.

Al revisar el trabajo correspondiente a, Pando Bacuilima Franklin Mauricio y Zapatán Palacios Christian Manuel con el Tema: “Análisis del proceso de fundición de aluminio y propuestas de mejora de eficiencia de producción de bases dentadas en la Empresa Press forja S.A” (PANDO , y otros, 2012)

Del estudio citado se toma en consideración la realización de los diagramas de procesos y la descripción de los mismos, sirviendo así como guía para el estudio realizado en la Empresa Fundi Laser.

Del estudio de, Almanzar Corredor Cristian José, Ballén Hernández Daniel, Ramos Calderón Bryan Humberto con el Tema: “Propuesta de estandarización para la fundición de lingotes de aluminio en la Empresa Recuperadora de Metales Ruby C” (ALMAZAR, y otros, 2017)

Podemos decir que se lo puede tomar en consideración ya que también realiza un diagnostico actual de la empresa, y a su vez comparto con la idea de que por falta de organización del proceso conlleva a disminuir la productividad y exceder los costó de producción.

### Verificación de la hipótesis

H1 = Los tiempos y movimientos del proceso de fabricación de tapas de alcantarillado incide en la productividad de la empresa Fundi Láser.

H0 = Los tiempos y movimientos del proceso de fabricación de tapas de alcantarillado NO incide en la productividad de la empresa Fundi Láser.

### Señalamiento de variables

**Variable Independiente:** Tiempos y movimientos

**Variable Dependiente:** Productividad

Para validar la hipótesis propuesta se utiliza la herramienta estadística de SPSS.

El coeficiente de Pearson oscila entre -1 y +1. No obstante ha de indicarse que la magnitud de la relación viene especificada por el valor numérico del coeficiente, reflejado el signo la dirección de tal valor. En este sentido tan fuerte es una relación de +1 (la relación es perfecta positiva) como de -1 (la relación es perfecta negativa). (DÍAZ, y otros, 2001)

A continuación se plasmará tabla 33 en donde se puede entender de mejor manera

**Tabla 32** Datos de Normalidad

|                 |                      |
|-----------------|----------------------|
| $r=1$           | Correlación perfecta |
| $0,8 < r < 1$   | Correlación muy alta |
| $0,6 < r < 0,8$ | Correlación alta     |
| $0,4 < r < 0,6$ | Correlación moderada |
| $0,2 < r < 0,4$ | Correlación baja     |
| $0 < r < 0,2$   | Correlación muy baja |
| $r=0$           | Correlación nula     |

**Elaborada por:** Erika Alexandra Supe Mena

**Fuente:** (DÍAZ, y otros, 2001)

Se calcula la correlación de Pearson, con la finalidad de determinar la significancia entre las variables de estudio, como se muestra en la siguiente tabla 34:

**Tabla 33** Correlación de Pearson

|                                      |                        | <b>Tiempo estándar de producción</b> |
|--------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| <b>Tapas buenas</b>                  | Correlación de Pearson | 0.319                                |
|                                      | Sig. (bilateral)       | 0.538                                |
|                                      | N                      | 6                                    |
| <b>Tapas malas</b>                   | Correlación de Pearson | 0.166                                |
|                                      | Sig. (bilateral)       | 0.753                                |
|                                      | N                      | 6                                    |
| <b>Tiempo estándar de producción</b> |                        | <b>Productividad</b>                 |
|                                      | Correlación de Pearson | 0.276                                |
|                                      | Sig. (bilateral)       | 0.596                                |
|                                      | N                      | 6                                    |

**Elaborada por:** Erika Alexandra Supe Mena

Para este caso se analiza las siguientes relaciones:

**Tabla 34** Decisión de correlación

| Relación de variables                         | Resultado                  | Descripción                        |
|---|----------------------------|------------------------------------|
| Tapas buenas – Tiempo estándar de producción  | Pearson=0.319<br>Sig=0.538 | Correlación Positiva considerable  |
| Tapas malas – Tiempo estándar de producción   | Pearson=0,166<br>Sig=0.753 | Correlación Positiva perfecta alta |
| Tiempo estándar de producción - Productividad | Pearson=0.276<br>Sig=0.596 | Correlación Positiva media         |

**Elaborada por:** Erika Alexandra Supe Mena

Como se observa en los tres casos existe correlación significativa. Por lo que se realizará el análisis de regresión y correlación de las variables fuertes que en este caso son: tapas buenas, tiempo estándar de producción y productividad.

Se aplica a continuación el modelo de regresión lineal como se muestra a continuación:

**Tabla 35.** Análisis ANOVA de regresión lineal

| ANOVA <sup>a</sup> |           |                   |    |                  |         |                    |
|--------------------|-----------|-------------------|----|------------------|---------|--------------------|
| Modelo             |           | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F       | Sig.               |
| 1                  | Regresión | 0.047             | 2  | 0.024            | 120.445 | 0.001 <sup>b</sup> |
|                    | Residuo   | 0.001             | 3  | 0.000            |         |                    |
|                    | Total     | 0.048             | 5  |                  |         |                    |

a. Variable dependiente: PRODUCTIVIDAD

b. Predictores: (Constante), TIEMPO ESTANDAR DE PRODUCCION, TAPAS BUENAS

**Elaborada por:** Erika Alexandra Supe Mena

| ANOVA <sup>a</sup>   |           |                   |    |                  |        |                    |
|--|-----------|-------------------|----|------------------|--------|--------------------|
| Modelo   |           | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática | F      | Sig.               |
| 1  | Regresión | 0.007             | 2  | 0.004            | 42.796 | 0.006 <sup>b</sup> |
|  | Residuo   | 0.000             | 3  | 0.000            |        |                    |
|  | Total     | 0.008             | 5  |                  |        |                    |
| a. Variable dependiente: PRODUCTIVIDAD                                   |           |                   |    |                  |        |                    |
| b. Predictores: (Constante), TAPAS BUENAS, TIEMPO ESTÁNDAR DE PRODUCCIÓN |           |                   |    |                  |        |                    |

**Tabla 36.** Análisis del modelo de regresión

| Modelo | R                  | R cuadrado | R cuadrado ajustado | Error estándar de la estimación |
|--------|--------------------|------------|---------------------|---------------------------------|
| 1      | 0.994 <sup>a</sup> | 0.988      | 0.979               | 0.01401                         |

**Elaborada por:** Erika Alexandra Supe Mena

En el modelo ANOVA demuestra un valor de significancia = **0.01**, al ser menor a 0.05 se interpreta que existe relación significativa entre las variables de estudio, además el resultado de **rcuadrado ajustado = 0.979**, lo que se interpreta que: “*los tiempos y movimientos inciden sobre la productividad en un 95%*”. inclusive se tiene un **error estándar=0.1**, lo que es relativamente bajo.

Finalmente, se realiza el gráfico de correlación el mismo que parte de la base de datos creada en la herramienta estadística de SPSS, la tabla 38 indica la base de datos de la herramienta antes mencionada

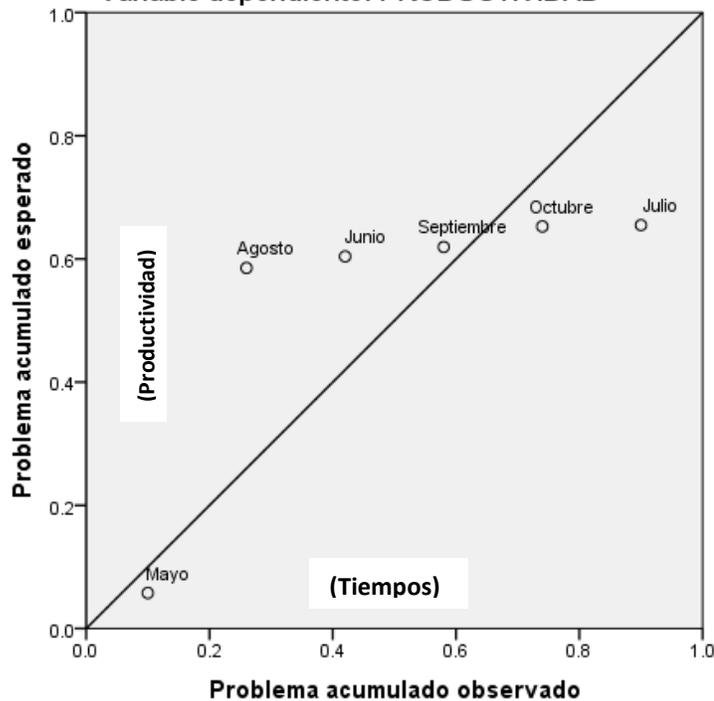
**Tabla 37.** Base de datos de SPSS

| MESES      | TAPAS BUENAS | TAPAS MALAS | T.ESTANDAR | PRODUCTIVIDAD |
|------------|--------------|-------------|------------|---------------|
| Mayo       | 174          | 10          | 948.41     | 2.21          |
| Junio      | 168          | 0           | 947.05     | 2.18          |
| Julio      | 176          | 0           | 948.00     | 2.26          |
| Agosto     | 182          | 2           | 950.09     | 2.31          |
| Septiembre | 158          | 2           | 948.82     | 2.07          |
| Octubre    | 184          | 0           | 948.50     | 2.34          |

**Elaborado por:** Erika Alexandra Supe Mena

### Gráfico P-P normal de regresión Residuo estandarizado

Variable dependiente: PRODUCTIVIDAD



**Imagen 18** Regresión Lineal

**Elaborada por:** Erika Alexandra Supe Mena

La imagen 18 demuestra que los meses menos productivos para la empresa fueron Julio y Agosto, de acuerdo a la información base en estos meses se tiene tapas malas de 0 y 2 tapas respectivamente, pero se refleja un detalle importante que el mes de Mayo alcanza el punto de equilibrio, esto se debe a que a pesar de que se dio 10 tapas malas tiene los valores más cercanos a los valores medio de producción (176 tapas) y nivel promedio de productividad (2.23), con los que la empresa no tiene pérdida, ni ganancia y sale a tablas.

A pesar de que existen fallas en las tapas en el momento de la producción no afecta el nivel de productividad por lo tanto las fallas en las tapas no es un valor relevante dentro de la producción de la empresa debido a que se mantiene el mismo nivel de productividad ya que las tapas fallidas su material es reutilizado nuevamente.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **Conclusiones**

- El resultado del análisis de la Empresa Fundi Laser aplicar la herramienta de las 5M (materia prima, maquinaria métodos de trabajo, mano de obra y medio ambiente) se determinó que en la mayor parte del proceso el trabajo no se realiza en las mejores condiciones de orden y limpieza; y a la vez se determinó como 6 pilares fundamentales para la fabricación de tapas de alcantarillado: recepción de materia prima, preparación y moldeo de arenas, fundición, mecanizado y pintado; al analizar se encontró que al no realizar un correcto pesado de la materia prima se genera variación en la cantidad de producto terminado.
- El tiempo estándar se determina en relación del tiempo normal y los suplementos, para el caso de este estudio se analizaron los meses desde mayo a octubre del 2018 en el cual se midió el tiempo en cada una de las actividades que conlleva este proceso, en donde se obtuvo un tiempo normal promedio en los meses de estudio de 862.20min y el tiempo estándar promedio fue de 948.49 min., en este tiempo promedio mensual se realiza aproximadamente 176 tapas.
- Para la productividad se utiliza como fórmula la de productividad multifactorial, que es en función de los recursos, la productividad promedio obtenida en los 6 meses de estudio fue de 2.23 valor que nos indica que la

empresa genera ganancias siendo un valor superior a 1. El punto de equilibrio en el cual la empresa alcanza un equilibrio económico es con 176 tapas.

- Para la analizar si existe relación entre los tiempos y movimientos y la productividad, se realizó el cálculo de la correlación de Pearson el cual demuestra que si existe relación significativa entre las variables de estudio con un r ajustado de 0.979 y teniendo un valor estándar relativamente bajo de 0.1.

## Recomendaciones

- La Empresa Fundi Laser es una empresa conocida a nivel local, lo que al mejorar sus procesos en tiempos y movimientos, aumentará su productividad y reducirá la subutilización de recursos, por lo que se recomienda la aplicación de este estudio en la elaboración de un manual de funciones y procesos acorde a las necesidades de la empresa y para una mejor productividad y posicionamiento de la misma.
- Se recomienda analizar el tiempo de cada una de las actividades del proceso de la fundición de tapas de alcantarillado, con la finalidad de establecer los cuellos de botella y establecer los correctivos necesario para reducir la subutilización de recursos humanos, materiales y financieros, así como también capacitar y concientizar al personal en el uso adecuado del tiempo para reducir el tiempo en suplementos y por ende contar con un tiempo estándar idóneo para la empresa
- En relación con la productividad se deben aprovechar de mejor manera todos los recursos que existe en la empresa de esta manera se llegaría a mejorar los índices de productividad en la Empresa Fundi Laser.

## BIBLIOGRAFÍA

**AITECO Consultores, SL. 2018.** Aiteco Consultores, SL. [En línea] 30 de MARZO de 2018. [Citado el: 21 de Noviembre de 2018.] <https://www.aiteco.com/author/aiteco-consultores/page/7/>.

**ALMAZAR, Cristian, BALLÉN, Hernandez y RAMOS, Bryan. 2017.** Propuesta de estandarización para la fundición de lingotes de aluminio en la Empresa Recuperadora de Metales Ruby C. [En línea] 2017. [Citado el: 20 de 11 de 2018.] <http://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/123456789/200/7/almanzarcorredo-r-cristianjose-2018.pdf>.

**CASTILLO, Juliana. 2016.** Propuesta de redistribuci[on de planta para la reducción de costos operacionales y aumento en la tasa de cumplimiento de órdenes de entrega en una empresametalúrgica. [En línea] 16 de enero de 2016. [Citado el: 19 de noviembre de 2018.] [http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/7983/Propuesta\\_redistribucion\\_planta.pdf?Sequence=1&isallowed=y](http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/7983/Propuesta_redistribucion_planta.pdf?Sequence=1&isallowed=y).

**CASTRO, Karen. 2014.** Prezi. [En línea] 4 de noviembre de 2014. [Citado el: 22 de enero de 2018.] <https://prezi.com/qyfkdexblznl/calculo-del-tiempo-estandar-medio-y-normal/>.

**CRUELLES, Jose Agustin. 2013.** Ingeniería Industrial: Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y mejora continua. 2013.

**ESCALANTE, Amparo y GONZÁLES, Jose. 2015.** Ingeniería Industrial Métodos y Tiempos con Manufactura Ágil. México, D.F : Alfaomega, 2015.

Estudio de tiempos y movimientos para el mejoramiento de la cosecha manual del café. **VELEZ Z., J.C. 1999.** 1, Bogota : Manizales : CENICAFE, 1999. 91 p. (Boletín Técnico No. 21), 1999, Vol. 1. 0120-047-X.

**Gutierrez, Pulido Humberto. 2016.** Calidad y Productividad. México : s.n., 2016. S.n.

**LASER, Fundi. 2015.** Misión. Ambato : s.n., 2015.

**LÓPEZ, Bryan. 2016.** Ingeniería Industrial Online.com. [En línea] 2016. [Citado el: 16 de noviembre de 2018.] <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/selecci%C3%B3n-del-trabajo-y-etapas-del-estudio-de-tiempos/>.

**LÓPEZ, Bryan Salazar. 2016.** Ingeniería Industrial Online.com. [En línea] 2016. [Citado el: enero de 23 de 2019.] <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/c%C3%A1lculo-del-n%C3%Bamero-de-observaciones/>.

Mejorar los estándares de tiempos y movimientos en los procesos de fundición de chatarra en la empresa andec s.a. **Pesantez, Victor. 2016.** GUAYAQUIL : s.n., 2016.

**NIEBEL, Benjamin W. 2009.** Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo. México : Mc Graw Hill, 2009.

**NIEBEL, Benjamín W. 1996.** Ingeniería industrial: métodos, tiempos y movimientos. S.l. : Alfaomega, 1996.

**NIEBEL, Benjamin y Freivalds, Andris. 2001.** Métodos , estándares y diseño de trabajo. México : Alfaomega, 2001.

**PALACIOS, Luis Carlos. 2016.** Ingeniería de métodos movimientos y tiempos. Bogota : ECOE EDICIONES, 2016.

**PANDO , Franklin y ZAPATÁN, Christian. 2012.** Análisis del proceso de fundición de aluminio y propuestasde mejoras en la eficiencia de producción de bases dentadasen la empresa PRESS FORJA S.A. [En línea] 2012. [Citado el: 20 de 11 de 2018.] <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2129>.

**PESANTEZ, Victor. 2016.** Mejorar los estándares de tiempos y movimientos en los procesos de fundición de chatarra en la empresa andec s.a. [En línea] 2016. [Citado el: 20 de 11 de 2018.]

**Pulido, H. 2010.** Calidad Total y productividad. México : mcgraw-Hill, 2010.

**PULLOPAXI, Telman. 2009.** optimización de los métodos y tiempos de trabajo en los procesos de laminación del tren2 de la empresa novacer s.a. [en línea] 10 de febrero de 2009. [citado el: 19 de noviembre de 2018.] [Http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1735/1/85T00137.pdf](http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1735/1/85T00137.pdf).

**RUIZ, Jose Agustín Cruelles. 2013.** Mejora de métodos y tiempos de fabricación . S.l. : S.A Marcombo., 2013.

**SANCHEZ. 2015.** Arde el Desarrollo. El Ambateño. 2015.

**ANEXOS**

En el anexo 1 se detalla la elección de los suplementos en base a la tabla 19.

| Elección de los suplementos |  |  |                |                            |                                |
|-----------------------------|--|--|----------------|----------------------------|--------------------------------|
| Nº                          | ACTIVIDADES                                | ELECCIÓN DEL FACTOR  | suplemento (%) | valor total suplemento (%) | valor del suplemento en número |
| 1                           | Se desembarca el material a fundir         | Uso de la fuerza o energía muscular (levantar o empujar) - 20lb + supl           | 5              | 5                          | 0.05                           |
| 2                           | Clasificar el material a fundir            | Suplemento por fatiga básica   | 6              | 6                          | 0.06                           |
| 3                           | Se pesa el material a fundir               | Suplemento por monotonía (nivel medio)+suplemento por posición anormal(agachado) | 3              | 3                          | 0.03                           |
| 4                           | Llevar la arena al área de fundición       | Suplemento por fatiga básica   | 6              | 28                         | 0.28                           |
| 4                           | Mezclar la arena con agua                  | Suplemento por posición anormal, incomoda (agachado)                             | 2              |                            |                                |
| 4                           | Revolver la arena hasta que este homogénea | Suplemento por posición anormal, incomoda (agachado)                             | 2              |                            |                                |
| 4                           | Poner la arena al molino                   | Suplemento por posición anormal, incomoda (agachado)                             | 2              |                            |                                |
| 4                           | Moler la arena                             | Suplemento por estar de pie  | 2              |                            |                                |
| 4                           | Cernir la arena                            | Suplemento por estar de pie  | 2              |                            |                                |
| 4                           | Verificar que la arena este preparada      | Suplemento por estar de pie  | 2              |                            |                                |
| 4                           | Llevar la arena cerca del modelo           | Suplemento por estar de pie, uso de las fuerzas (40lb)                           | 10             |                            |                                |

|   |  |  |   |    |      |
|---|--|--|---|----|------|
| 5 | Se coloca el modelo a realizarse en la parte inferior de la caja sobre una superficie plana  | Suplemento por estar de pie                                      | 2 | 36 | 0.36 |
| 5 | Se coloca una ligera capa de polvo separador   | Suplemento por estar de pie                                      | 2 |    |      |
| 5 | Se coloca arena de moldeo y se compacta alrededor del modelo.                                | Suplemento por posición anormal, incomoda (agachado)             | 2 |    |      |
| 5 | Se gira la parte inferior de la caja de moldeo y se coloca la parte superior                 | Suplemento por uso de la fuerza o energía muscular (levantar-lb) | 8 |    |      |
| 5 | Se coloca una ligera capa de polvo separador.  | Suplemento por estar de pie                                      | 2 |    |      |
| 5 | Se coloca los bebederos y respiraderos en su posición  | Suplemento por posición anormal, incomoda (agachado)             | 2 |    |      |
| 5 | Se verifica que os bebederos y respiraderos estén bien colocados                             | Suplemento por posición anormal, incomoda (agachado)             | 2 |    |      |
| 5 | Se compacta la arena alrededor del modelo, bebederos y respiraderos                          | Suplemento por posición anormal, incomoda (agachado)             | 2 |    |      |
| 5 | Se retira la parte superior de la caja y se remueve el modelo, los bebederos y respiraderos. | Suplemento por posición anormal, incomoda (agachado)             | 2 |    |      |
| 5 | Se coloca la parte superior de la caja sobre la parte inferior de la misma.                  | Suplemento por uso de la fuerza o energía muscular (levantar)    | 8 |    |      |
| 5 | Se coloca arena de moldeo alrededor de todas las cajas de moldeo                             | Suplemento por estar de pie                                      | 2 |    |      |
| 5 | Se coloca pesos sobre las cajas de moldeo  | Suplemento por estar de pie                                      | 2 |    |      |
| 6 | Se enciende el horno   | Suplemento por estar de pie                                      | 2 | 18 | 0.18 |
| 6 | Se transporta el material a fundir desde la pesa hacia el horno                              | Suplemento por fatiga basica                                     | 6 |    |      |
| 6 | Se coloca los materiales a fundir en el horno  | Suplemento por fatiga basica                                     | 6 |    |      |
| 6 | Se coloca aditivos a la colada   | Suplemento por estar de pie                                      | 2 |    |      |
| 6 | Se espera a que el material este totalmente fundido  | Suplemento por estar de pie                                      | 2 |    |      |

|    |  |   |   |    |      |   |      |
|----|--|---|---|----|------|---|------|
| 7  | Se toma una muestra de la fundición  | Suplemento por estar de pie+ posicion anormal (agacharse)                               | 4 | 11 | 0.11 |   |      |
| 7  | Se verifica que la colada con la termocupúla                                   | Suplemento por estar de pie+ atencion requerida (trabajomuy fino)                       | 7 |    |      |   |      |
| 8  | Se precalienta la cuchara  | Suplemento por estar de pie   | 2 | 2  | 0.02 |   |      |
| 9  | Se transporta la cuchara desde el área de precalentado hacia el horno          | Suplemento por estar de pie   | 2 | 10 | 0.10 |   |      |
| 9  | Se vierte la colada en la cuchara  | Suplemento por tedio: Tedioso   | 2 |    |      |   |      |
| 9  | Se coloca aditivo a la colada para retirar la escoria                          | Suplemento por estar de pie   | 2 |    |      |   |      |
| 9  | Se trasporta la cuchara desde el horno hacia los moldes                        | Suplemento por estar de pie   | 2 |    |      |   |      |
| 9  | Se vierte la colada en los moldes  | Suplemento por tedio: Tedioso   | 2 | 12 | 0.12 |   |      |
| 10 | Se espera que la colada se enfríe en los moldes                                | Suplemento por estar de pie   | 2 |    |      | 2 | 0.02 |
| 11 | Se retira los soportes de los moldes   | Suplemento por posición anormal, incomoda (agachado)                                    | 2 |    |      |   |      |
| 11 | Se retira las piezas fundidas de los moldes                                    | Suplemento por posición anormal, incomoda (agachado),peso levantamiento en libras(25lb) | 6 |    |      |   |      |
| 11 | Se verifica que las piezas fundidas se encuentren en buen estado               | Suplemento por posición anormal, incomoda (agachado)                                    | 2 | 16 | 0.16 |   |      |
| 11 | Se retira la arena que está en las piezas                                      | Suplemento por posición anormal, incomoda (agachado)                                    | 2 |    |      |   |      |
| 12 | Se transporta la piezas desde el área de fundición hacia el área de mecanizado | Uso de la fuerza o energía muscular (levantar o empujar) - 25lb                         | 4 |    |      |   |      |
| 12 | Se coloca la parte a mecanizar de la tapa de alcantarilla en el tomo           | Uso de la fuerza o energía muscular (levantar o empujar) - 25lb                         | 4 |    |      |   |      |
| 12 | Se realiza el torneado de la parte de la tapa de alcantarilla                  | Uso de la fuerza o energía muscular (levantar o empujar) - 25lb                         | 4 | 16 | 0.16 |   |      |
| 12 | Se desmonta la parte de la tapa de alcantarilla                                | Uso de la fuerza o energía muscular (levantar o empujar) - 25lb                         | 4 |    |      |   |      |

|    |   |   |   |    |      |
|----|---|---|---|----|------|
| 13 | Se unen las dos partes de la tapa de alcantarilla           | Uso de la fuerza o energía muscular (levantar o empujar) - 25lb | 4 | 18 | 0.18 |
| 13 | Se traza y puntea las partes de la tapa                     | Uso de la fuerza o energía muscular (levantar o empujar) - 25lb | 4 |    |      |
| 13 | Se transporta la parte a perforarse al taladro de pedestal  | Uso de la fuerza o energía muscular (levantar o empujar) - 25lb | 4 |    |      |
| 13 | Se perfora la parte de la tapa de alcantarilla              | Suplemento por estar de pie                                     | 2 |    |      |
| 13 | Se unen las dos partes de la tapa de alcantarilla           | Suplemento por posición anormal, incomoda (agachado)            | 2 |    |      |
| 13 | Se coloca un pasador entre las dos partes y se suelda       | Suplemento por posición anormal, incomoda (agachado)            | 2 | 12 | 0.12 |
| 14 | Se pule la parte soldada de la tapa                         | Suplemento por posición anormal, incomoda (agachado)            | 2 |    |      |
| 14 | Se transportan las tapas de alcantarilla al área de pintado | Uso de la fuerza o energía muscular (levantar o empujar) - 25lb | 4 |    |      |
| 14 | Se lija la parte superior de la tapa                        | Suplemento por estar de pie                                     | 2 |    |      |
| 14 | Se pinta la tapa con pintura hidrosoluble                   | Suplemento por estar de pie                                     | 2 |    |      |
| 14 | Se espera que se seque la pintura                           | Suplemento por estar de pie                                     | 2 | 4  | 0.04 |
| 15 | Se verifica la calidad de la tapa                           | Suplemento por estar de pie                                     | 2 |    |      |
| 15 | Se almacena las tapas de alcantarillado                     | Suplemento por estar de pie                                     | 2 |    |      |

