



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA  
INDOAMÉRICA**

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

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

**“ESTUDIO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS  
METÁLICAS Y LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA TEGMER DE  
LA CIUDAD DE RIOBAMBA”**

---

Trabajo de Titulación bajo la modalidad de Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial

**Autora:**

García Avalos Katy Elizabeth

**Tutor:**

Ing. Cruz Villacís Juan Serafín, Mg.

AMBATO – ECUADOR

2019

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

Yo, García Avalos Katy Elizabeth, declaro ser autora del Estudio Técnico, titulado **“ESTUDIO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Y LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA TEGMER DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”**, como requisito para optar al grado de “Ingeniero Industrial”, autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

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

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

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Ambato, a los 29 días del mes de Marzo de 2019, firmo conforme:

**Autor:** García Avalos Katy Elizabeth

**Firma:** .....

**Número de Cédula:** 060344567-7

**Dirección:** Avda. Milton Reyes y Rodríguez Soto

**Correo Electrónico:** construteg@hotmail.com

**Teléfono:** 032 306 243

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de grado: “**ESTUDIO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Y LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA TEGMER DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA**”, presentado por García Avalos Katy Elizabeth para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

### **CERTIFICO:**

Que dicho proyecto 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, Marzo de 2019.

---

**Ing. Cruz Villacís Juan Serafín, Mg.**

**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, Marzo del 2019

---

García Avalos Katy Elizabeth

C.I. 060344567-7

## **APROBACIÓN TRIBUNAL**

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizado su impresión y empastado, sobre el Tema: ESTUDIO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Y LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA TEGMER DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA, previo a la obtención del Título de Ingeniera Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la suspensión del trabajo de titulación.

Ambato, Marzo del 2019

---

Ing. Tierra Arévalo José Marcelo, Mg. M. SC.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

---

Ing. Cuenca Navarrete Leonardo Guillermo, Mg.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

---

Ing. Sánchez Almeida Edwin Leonardo, Mg.  
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

## **DEDICATORIA**

A Dios, por guiarme y darme fuerzas para salir adelante y culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres Telmo García y Mercedes Avalos por su apoyo incondicional, comprensión y amor porque más que mis papás han sido mis amigos y son ellos el motivo de que esto se pueda realizar.

A mis hermanos David, Paty y Cristy por estar siempre a mi lado y formar esta familia que me ha apoyado siempre y a la que amo tanto.

***Katy Elizabeth***

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres ya que sin ellos esto no sería posible; gracias por estar en los buenos y malos momentos apoyándome y siempre juntos como familia.

Un agradecimiento especial a mi tutor el Ingeniero Juan Cruz por su acompañamiento en el desarrollo del presente proyecto técnico y a los miembros del tribunal quienes me guiaron para la realización de mi tesis.

Gratitud especial a cada uno de los docentes de la Facultad de Ingeniería Industrial de la UTI; los llevare siempre en mi corazón.

*Gracias*

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

|                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| PORTADA.....                          | i     |
| AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR..... | ii    |
| APROBACIÓN DEL TUTOR.....             | iii   |
| DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....     | iv    |
| APROBACIÓN TRIBUNAL.....              | v     |
| DEDICATORIA.....                      | vi    |
| AGRADECIMIENTO .....                  | vii   |
| ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS .....    | viii  |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                | xii   |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS .....              | xiv   |
| ÍNDICE DE IMÁGENES .....              | xv    |
| ÍNDICE DE ANEXOS .....                | xvi   |
| RESUMEN .....                         | xvii  |
| ABSTRACT .....                        | xviii |

### CAPÍTULO I

#### INTRODUCCIÓN

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| PROBLEMATIZACIÓN .....      | 4  |
| ANTECEDENTES .....          | 5  |
| JUSTIFICACIÓN.....          | 9  |
| OBJETIVOS.....              | 10 |
| OBJETIVO GENERAL .....      | 10 |
| OBJETIVOS ESPECÍFICOS ..... | 10 |

### CAPÍTULO II

#### METODOLOGÍA

|                      |    |
|----------------------|----|
| ÁREA DE ESTUDIO..... | 11 |
|----------------------|----|



|   |    |
|---|----|
| ENFOQUE .....                           | 11 |
| DISEÑO DEL TRABAJO. ....                | 13 |
| PLAN DE RECOLECCIÓN DE LOS DATOS .....  | 15 |
| FUENTES DE INFORMACIÓN PRIMARIA .....   | 16 |
| FUENTES DE INFORMACIÓN SECUNDARIA ..... | 16 |
| RECOPIACIÓN DE DATOS .....              | 17 |
| POBLACIÓN Y MUESTRA .....               | 18 |
| HIPÓTESIS .....                         | 19 |
| SEÑALAMIENTO DE VARIABLES .....         | 19 |
| VARIABLE INDEPENDIENTE .....            | 19 |
| VARIABLE DEPENDIENTE .....              | 19 |

### **CAPÍTULO III**

#### **DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

|  |    |
|--|----|
| ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....                                | 20 |
| PROCESO PRODUCTIVO ACTUAL .....                                      | 21 |
| PROCESOS DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS .....               | 21 |
| PROCESO DE DISEÑO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS KG1 .....                 | 22 |
| PROCESO DE TRAZADO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS KG1 .....                | 24 |
| PROCESO DE CORTE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS KG1 .....                  | 25 |
| PROCESO DE ARMADO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS KG1 .....                 | 26 |
| PROCESO DE LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS KG1 ..... | 28 |
| PROCESO DE PINTURA DE ESTRUCTURAS METÁLICAS KG1 .....                | 30 |
| ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL .....                                      | 31 |
| ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL .....  | 31 |
| ORGANIGRAMA FUNCIONAL .....  | 31 |

|  |    |
|--|----|
| MAPA DE PROCESOS .....   | 32 |
| DESAGREGACIÓN DEL PROCESO .....  | 34 |
| LEVANTAMIENTO DE PROCESOS .....  | 34 |
| DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL PROCESO .....                                     | 35 |
| CARACTERIZACIÓN DE PROCESO DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS KG1 ..... | 36 |
| DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS .....  | 37 |
| DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS OPERATIVOS .....                               | 46 |
| ESTUDIO DE LOS TIEMPOS DE LA EMPRESA “TEGMER” .....                          | 57 |
| NÚMERO DE CICLOS A CRONOMETRAR .....   | 57 |
| VALORACIÓN BEDAUX.....   | 58 |
| SUPLEMENTOS SEGÚN LA OIT .....   | 58 |
| TIEMPOS DE LA EMPRESA TEGMER .....   | 63 |
| PRODUCTIVIDAD ACTUAL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA TEGMER.....     | 66 |
| COSTOS DE PRODUCCIÓN .....   | 66 |
| COSTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA .....   | 68 |
| INSUMOS.....   | 69 |
| COSTO DE COMERCIALIZACIÓN DE LAS ESTRUCTURAS METÁLICAS KG1 .....             | 69 |
| PRODUCTIVIDAD MULTIFACTORIAL.....  | 70 |

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

|  |    |
|--|----|
| INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS .....                     | 71 |
| ANÁLISIS DE LA CARACTERIZACIÓN DE PROCESOS.....            | 71 |
| ANÁLISIS DE LOS DIAGRAMAS DE PROCESOS .....                | 71 |
| ANÁLISIS DEL DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS OPERATIVOS .... | 73 |

|  |    |
|--|----|
| ANÁLISIS DE LOS TIEMPOS DE LA EMPRESA “TEGMER” ..... | 73 |
| CONTRASTE CON OTRAS INVESTIGACIONES .....            | 74 |
| VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....                   | 75 |

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

|                       |    |
|-----------------------|----|
| CONCLUSIONES .....    | 80 |
| RECOMENDACIONES ..... | 81 |
| BIBLIOGRAFÍA.....     | 82 |
| ANEXOS .....          | 84 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabla 1.</b> Operacionalización de la variable independiente .....                         | 13 |
| <b>Tabla 2.</b> Operacionalización de la variable dependiente: Productividad .....            | 13 |
| <b>Tabla 3.</b> Plan de Recolección de Información.....                                       | 15 |
| <b>Tabla 4.</b> Población y muestra .....   | 18 |
| <b>Tabla 5.</b> Descripción del Proceso de Diseño .....                                       | 24 |
| <b>Tabla 6.</b> Descripción del Proceso de Control de calidad de material.....                | 22 |
| <b>Tabla 7.</b> Descripción del Proceso de Trazado .....                                      | 25 |
| <b>Tabla 8.</b> Descripción del Proceso de Corte .....  | 26 |
| <b>Tabla 9.</b> Descripción del Proceso de Armado .....                                       | 28 |
| <b>Tabla 10.</b> Descripción del Proceso de Limpieza y preparación .....                      | 29 |
| <b>Tabla 11.</b> Descripción del Proceso de Pintura.....                                      | 30 |
| <b>Tabla 12.</b> Caracterización de Proceso de Fabricación de Estructuras Metálicas KG1 ..... | 36 |
| <b>Tabla 13.</b> Simbología diagramas de procesos .....                                       | 37 |
| <b>Tabla 14.</b> Proceso de Diseño .....  | 39 |
| <b>Tabla 15.</b> Proceso de Control de calidad de material .....                              | 38 |
| <b>Tabla 16.</b> Proceso de Trazado .....   | 40 |
| <b>Tabla 17.</b> Proceso de Corte.....  | 41 |
| <b>Tabla 18.</b> Proceso de Armado .....  | 42 |

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 19.</b> Proceso de Limpieza y Preparación .....                 | 44 |
| <b>Tabla 20.</b> Proceso de Pintura .....                                | 45 |
| <b>Tabla 21.</b> Simbología del diagrama de flujo .....                  | 46 |
| <b>Tabla 22.</b> Descripción y valoración de desempeño .....             | 58 |
| <b>Tabla 23.</b> Sistemas de suplementos para cálculos OIT .....         | 59 |
| <b>Tabla 24.</b> Actividades del proceso más suplementos .....           | 60 |
| <b>Tabla 25.</b> Tiempos de la empresa TEGMER .....                      | 63 |
| <b>Tabla 26.</b> Costos de Producción.....                               | 66 |
| <b>Tabla 27.</b> Costos de Producción Mano de Obra .....                 | 67 |
| <b>Tabla 28.</b> Costo de energía eléctrica .....                        | 68 |
| <b>Tabla 29.</b> Insumos .....   | 69 |
| <b>Tabla 30.</b> Resumen Productividad Laboral .....                     | 76 |
| <b>Tabla 31.</b> Tiempo Estándar de cada actividad.....                  | 77 |
| <b>Tabla 32.</b> Grado de relación según coeficiente de correlación..... | 77 |
| <b>Tabla 33.</b> Estadísticos descriptivos .....                         | 78 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|   |    |
|---|----|
| <b>Gráfico 1.</b> Árbol de problemas .....                                  | 4  |
| <b>Gráfico 2.</b> Procesos de fabricación de estructuras metálicas KG1..... | 21 |
| <b>Gráfico 3.</b> Organigrama Estructural.....                              | 31 |
| <b>Gráfico 4.</b> Organigrama Funcional .....                               | 32 |
| <b>Gráfico 5.</b> Mapa de Procesos.....                                     | 33 |
| <b>Gráfico 6.</b> Caracterización de Procesos.....                          | 33 |
| <b>Gráfico 7.</b> Desegregación de procesos .....                           | 34 |
| <b>Gráfico 8.</b> Mapa de Procesos.....                                     | 34 |
| <b>Gráfico 9.</b> Diagrama Flujo de Procesos de Diseño .....                | 48 |
| <b>Gráfico 10.</b> Diagrama Flujo de Procesos de Control de Calidad.....    | 47 |
| <b>Gráfico 11.</b> Diagrama Flujo de Procesos de Trazado.....               | 49 |
| <b>Gráfico 12.</b> Diagrama Flujo de Procesos de Corte.....                 | 50 |
| <b>Gráfico 13.</b> Diagrama Flujo de Procesos de Armado.....                | 51 |
| <b>Gráfico 14.</b> Diagrama Flujo de Procesos de Armado.....                | 52 |
| <b>Gráfico 15.</b> Diagrama Flujo de Procesos de Armado.....                | 53 |
| <b>Gráfico 16.</b> Diagrama Flujo de Procesos de Armado.....                | 54 |
| <b>Gráfico 17.</b> Diagrama Flujo de Limpieza y Preparación .....           | 55 |
| <b>Gráfico 18.</b> Diagrama Flujo de Procesos de Pintura .....              | 56 |
| <b>Gráfico 19.</b> Tiempo estándar vs Productividad por actividad .....     | 78 |

## ÍNDICE DE IMÁGENES

|  |     |
|--|-----|
| <b>Imagen 1.</b> Procesos de fabricación de estructuras metálicas KG1 .....  | 24  |
| <b>Imagen 2.</b> Procesos de fabricación de estructuras metálicas KG1 .....  | 25  |
| <b>Imagen 3.</b> Procesos de fabricación de estructuras metálicas KG1 .....  | 26  |
| <b>Imagen 4.</b> Procesos de fabricación de estructuras metálicas KG1 .....  | 275 |
| <b>Imagen 5.</b> Procesos de fabricación de estructuras metálicas KG1 .....  | 27  |
| <b>Imagen 6.</b> Procesos de fabricación de estructuras metálicas KG1 .....  | 28  |
| <b>Imagen 7.</b> Procesos de fabricación de estructuras metálicas KG1 .....  | 29  |
| <b>Imagen 8.</b> Procesos de fabricación de estructuras metálicas KG1 .....  | 28  |
| <b>Imagen 9.</b> Procesos de fabricación de estructuras metálicas KG1 .....  | 24  |
| <b>Imagen 10.</b> Procesos de fabricación de estructuras metálicas KG1 ..... | 30  |

## ÍNDICE DE ANEXOS

|  |     |
|--|-----|
| <b>Anexo 1.</b> Estructuras metálicas tipo KG1 .....                     | 86  |
| <b>Anexo 2.</b> Diseño de estructura metálica tipo KG1 .....             | 89  |
| <b>Anexo 3.</b> Diseño de estructura metálica tipo KG1 .....             | 90  |
| <b>Anexo 4.</b> Acero de refuerzo $FY=4200 \text{ Kg/cm}^2$ .....        | 909 |
| <b>Anexo 5.</b> Construcción de cadenas $F''C=210 \text{ KG/CM}^2$ ..... | 919 |
| <b>Anexo 6.</b> Acero estructural A-36 .....                             | 90  |
| <b>Anexo 7.</b> Pórticos de estructura KG1 .....                         | 90  |
| <b>Anexo 8.</b> Cubierta de steel panel $E=0.45$ .....                   | 92  |
| <b>Anexo 9.</b> Canales bajantes y accesorios .....                      | 92  |
| <b>Anexo 10.</b> Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 040 .....       | 92  |
| <b>Anexo 11.</b> Código de soldadura estructural— Acero: AWS D1.1 .....  | 94  |



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

**TEMA: “ESTUDIO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Y LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA TEGMER DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”**

**AUTOR:** García Avalos Katy Elizabeth

**TUTOR:** Ing. Cruz Villacís Juan Serafín, Mg.

**RESUMEN**

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo estudiar el proceso de fabricación de estructuras metálicas y la productividad de la empresa TEGMER; con la intención de determinar la relación existente entre su proceso y su productividad; uno de los problemas detectados fue el inadecuado manejo de los procesos de producción. Se aplicó una metodología de observación con el estudio de métodos y medición del trabajo como técnica de investigación, además se implementó flujogramas, diagramas, integrando de forma activa a los trabajadores de la empresa. La producción esperada al mes fue de una estructura metálica, trabajando ocho horas diarias y los cinco días de la semana. A través de la técnica de cronometraje se estableció el tiempo promedio de cada actividad, obteniendo un valor de 2078,57 min. Con la valoración de BEDAUX se obtuvo un tiempo normal de 2277,05 min.; y finalmente mediante el análisis de trabajo se estableció un tiempo estándar de 2541,23 min para producir 248 kg de acero. Para el cálculo de la productividad, se consideró una estructura como promedio de fabricación mensual y un total de 30.000 USD en el precio de venta al público. A través de estos datos se obtuvo 2.08 como valor de productividad multifactorial, indicando que la producción origina unos ingresos mayores a los costes. La investigación concluye en la relación entre las variables, conforme con los resultados obtenidos, se determinó que el estudio del proceso de fabricación de estructuras metálicas tiene incidencia en la productividad de la empresa TEGMER; finalmente como recomendación se planteó la implementación de los tiempos que se han desarrollado en el presente documento, de manera que el desempeño del proceso de fabricación de estructuras metálicas pueda optimizarse

**DESCRIPTORES:** estructuras metálicas, procesos de fabricación, productividad, técnica.

**INDOAMERICA TECHNOLOGICAL UNIVERSITY  
FACULTY OF INGENIERING AND INFORMATION'S  
TECHNOLOGIES  
INDUSTRIAL INGENIERING CAREER**

**THEME: “STUDY OF METAL STUCTURES MANUFACTURING  
PROCESS AND THE TEGMER FACTORY’S PRODUCTIVENESS IN THE  
CITY OF RIOBAMBA”**

**AUTHOR:** García Avalos Katy Elizabeth

**TUTOR:** Ing. Cruz Villacís Juan Serafín, Mg.

**ABSTRACT**

The present research aims to analyze the process of metal structures and the TEGMER Factory’s productiveness in order to determine the relation between the process and the productiveness. One of the detected problems was the inadequate management of the production process. The observation technique was used as well as the methods studies and the labor measurement as a research technique. Also some flow diagrams integrating all the workers from the factory in an active way. The expected production was a metal structure at the end of the month, working eight daily hours five days a week. Through the timing technique, the average time for each activity was stablished, obtaining an average of 2078,57 min. Through the BEDAUX system it was possible to get a normal time of 2277,05 min.; finally, through the labor analysis, it was possible to stablish an average time of 2541,23 min to produce 248 kg of steel. In order to calculate the productiveness, it was considered a structure as an average of the monthly manufacturing and the total of \$30. 000 as the final price for the public. Through this data, it was possible to get 2,08 as a multifactorial productiveness showing that the production produces higher incomes. The research concludes with the relation between the variables, according to the obtained results. It was determined that the study of the metal structures manufacturing process influences in the productiveness in the TEGMER Factory. Finally, it was recommended the implementation of the times mentioned in this document so that the metal structures manufacturing process can be optimized.

**KEYWORDS:** manufacturing process, metal structures, productiveness, technique.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

### **Tema:**

“Estudio del proceso de fabricación de estructuras metálicas y la productividad de la empresa TEGMER de la ciudad de Riobamba”

### **Introducción.**

El pilar fundamental que origina una mayor productividad es la aplicación de métodos, el estudio de tiempos, y el mejoramiento continuo en la empresa siguiendo normas y optimizando procesos lo que la mayoría de empresas pequeñas desconoce.

A nivel mundial existen empresas y especialmente talleres artesanales dedicados a la producción de estructuras metálicas. Comúnmente este tipo de fabricantes pertenecen al sector metalmecánico y elaboran estructuras en base a pedidos de sus clientes. Por lo tanto la planificación de la producción se adapta a las necesidades de fabricación de un determinado lote, lo que hace muy difícil la existencia de estándares para el desarrollo de los procesos de construcción de estructuras metálicas. (Banco de proyectos, 2007)

Por esta razón varios parámetros de relevancia como la calidad, productividad, rentabilidad y aprovechamiento de los recursos, que dependen de los procesos de producción para la construcción de estructuras metálicas, presentan niveles en función del grado de organización de cada fabricante. De igual manera los procesos de producción varían de un productor a otro, pero se puede establecer que en general

involucran actividades relacionadas con la metalmecánica, entre las cuales se consideran de carácter general los procesos de corte, moldeado, armado, soldadura, pintura y elaboración de accesorios, pudiendo inclusive brindarse el servicio de instalación. (Villaseñor, 1990)

La provincia de Chimborazo cuenta con un sinnúmero de fabricantes de estructuras metálicas entre ellos están los artesanos calificados. Sin embargo, presentan dificultades en la organización de la producción porque los procesos no son eficientes, debido a varios factores como la variedad de estructuras metálicas, la deficiente capacitación del personal de labores, la carencia de estándares e indicadores de medición de los procesos, la escasa disponibilidad de máquinas de última tecnología, el desorden en las áreas de producción, el desabastecimiento de materia prima, entre otros. (Palacios, 2017)

Bajo este panorama no se dispone de estudios técnicos referentes a los niveles de productividad, calidad y optimización de los recursos de los fabricantes de estructuras metálicas. Se conoce por entrevistas realizadas a los propietarios de dichas fábricas que el margen de utilidad sobre costos bordea el 40%, pero están conscientes de que se podrían bajar los costos de producción y el precio de venta con un mejor aprovechamiento de los recursos materiales, mano de obra, máquinas e implementando métodos de trabajo adaptados a la situación particular de cada planta. Con lo que se podría abarcan un mayor segmento de la demanda haciendo que la rentabilidad global de los productores se incremente y considerando además que la producción de las estructuras metálicas y el requerimiento de las mismas presentan una tendencia creciente a nivel nacional.

La empresa TEGMER de la ciudad de Riobamba es una empresa privada de carácter industrial metalmecánica, por tratarse de una empresa dedicada a la construcción de estructuras metálicas, actualmente cuenta con una capacidad instalada para producir todo tipo de estructuras con la maquinaria, herramientas y espacio físico disponible.

La empresa contrata a través del portal de compras públicas, la mayoría de contrataciones se han ganado mediante subasta inversa electrónica ya que la empresa cuenta con la experiencia y maquinaria necesaria para reunir los requisitos y concursar en estos procesos de contratación pública.

Los procesos para la fabricación de estructuras metálicas en la empresa TEGMER son entre otros: diseño, corte, doblado, limpieza, soldadura, pintura, armado y acabados, los mismos que no se encuentran definidos, estandarizados y no poseen ningún tipo de control de producción en este caso se tomara en cuenta a la producción de estructuras metálicas de un solo tipo las mismas que se denominarán KG1 ; este tipo de estructura está formada por 9 pórticos con correas G de 125x50x15x2 y ángulo de 40x40x3 y techo con planchas Galvalumen además consta con dos canales recolectores de agua lluvia. Entran 48 ángulos de 40x40x3 en cada columna y 200 ángulos en cada cercha; cuyo marco es de canal "U" de 200x50x3mm

**PROBLEMATIZACIÓN**  
**Árbol de problemas**

4

**EFFECTOS**

Baja productividad

Desperdicio de materia prima

Incumplimiento de pedidos e insatisfacción del cliente

**PROBLEMA CENTRAL**

Retrasos en la entrega de estructuras metálicas KG1

**CAUSAS**

El proceso de fabricación de estructuras metálicas KG1 actualmente no se encuentra estandarizado

Inadecuado control de recursos

Ausencia de control mediante fichas técnicas y tiempos en procesos.

Gráfico 1. Árbol de problemas  
Elaborado por: García, 2018.

## **Antecedentes**

El sector manufacturero metalmecánico comprende varios segmentos productivos y la fabricación de estructuras metálicas es uno de ellos, que involucra procesos como corte, formado, soldadura, limpieza y pintura; para lo cual debemos empezar conociendo que un proceso es una secuencia de pasos y operaciones que transforma un conjunto de entradas o insumos en salidas o producto terminado; en este caso el material para la construcción de estructuras metálicas donde se involucra tanto a los trabajadores como empleadores de la empresa.

De entre el material investigativo afín al tema se citarán los siguientes casos:

Según Quillupangui, D. (2014). Estandarización de los Procesos de Fabricación Rosero-Metalmecánica. (Proyecto de Titulación en Tecnólogo). Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador. El estudio analiza la situación de la mencionada fábrica en referencia al manejo de documentación y propone la utilización de planos, diagramas de proceso e instrucciones de trabajo para el desarrollo de las actividades productivas; y será lo que se implementara en el presente estudio técnico para mejorar la calidad de los productos de fabricación de estructuras metálicas en la empresa TEGMER eliminando todos los procesos que no generen valor.

Del mismo se pueden dar a conocer las conclusiones de mayor relevancia:

- La utilización de normas y estándares de calidad dentro de las pequeñas empresas ayudan notablemente a mejorar sus procesos productivos.
- La estandarización es muy necesaria cuando se va a realizar producción repetitiva ya que con ello se logra conocer en donde se presenta el cuello de botella, el punto débil de producción para luego mejorarlo.

A decir de Narváez, S. (2009) Actualización e Implementación del Sistema de Evaluación de Productividad de la Empresa Ecuatran S.A. (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. El trabajo realiza un análisis de los tiempos estándares manejados en la producción por áreas de trabajo y propone un sistema de evaluación de la productividad mediante la utilización de registros de producción, manejo de estándares para las actividades y capacidades de producción; lo que también se aplicara en el presente proyecto técnico para realizar un análisis de la situación actual de la empresa TEGMER.

Las conclusiones de trascendencia para el presente proyecto técnico son las siguientes:

- La variación del tiempo estándar para algunas actividades se puede atribuir a ingreso de personal nuevo ya que no cuentan con la misma experiencia del personal que se encuentra laborando permanentemente en la empresa TEGMER ocasionando cambios en métodos de fabricación o mala utilización de maquinaria creando averías o destruyendo el equipo de trabajo.
- Se debe realizar auditorías de tiempos y movimientos para la correcta aplicación de estándares, estas pueden ser periódicas o cuando exista cambio de personal, de maquinaria, adecuaciones de puestos de trabajo; esto se lo realizara por medio de la técnica de cronometraje para la empresa TEGMER.
- Los factores internos y externos que provocan que los tiempos se desperdicien y la producción tenga que incluirlos deben ser no solo sugeridos sino corregidos, pues es evidente que éste factor provoca las alteraciones en los cronogramas y tiempos de trabajo dando como consecuencia el retraso e incumplimiento de pedidos en la empresa.



Crear una cultura organizacional es muy importante ya que se debe integrar de forma activa a los trabajadores de la empresa en continuos procesos de mejora por medio de pequeños aportes creando una eficiencia en las operaciones para lo cual se debe realizar capacitaciones para sostener el sistema propuesto, debido a que este se sustenta en la comprensión y la colaboración en todas las fases del proceso, tanto del personal operativo como del administrativo, a fin de obtener los resultados más óptimos para la producción.

(Valencia Vela, 2016). “Reingeniería de los procesos de soldadura para incrementar la productividad en la construcción de concretaras para la obra civil de la empresa SECONSTRU”. Trabajo de titulación bajo la modalidad de propuesta metodológica de la facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Tecnológica Indoamérica; en donde el autor concluyo:

- (Valencia Vela, 2016): “Se determinó el proceso actual de producción de concretaras de SECONSTRU en donde se resumen actividades de operación, actividades de transporte, actividades de inspección y actividades de almacenamiento. Por tanto en base a los datos obtenidos y aplicación de los respectivos instrumentos de investigación se prioriza el proceso de soldadura y el control del mismo”. En el presente proyecto técnico se determinara de igual forma las actividades que se encuentran inmersas en el proceso de construcción de estructuras metálicas.

Además recomendó

- (Valencia Vela, 2016): “Se recomienda revisar las actividades de transporte para de alguna manera optimizarlas y enfatizar en las actividades de inspección y control del proceso de soldadura; del cual depende la durabilidad y la calidad de la concretera fabricada por “SECONSTRU”. El mismo que es de vital importancia para la empresa TEGMER ya que la soldadura en la construcción de estructuras metálicas es una operación indispensable para la calidad de las mismas.

El aporte del tema citado va en función de la metodología del mejoramiento continuo del proceso de fabricación de estructuras metálicas y muy puntualmente el de soldadura que al momento de ensamblar una estructura metálica es uno de los parámetros de mayor importancia ya que la calidad en uniones soldadas en estructuras metálicas se establece de acuerdo a la norma AWS D1.1 ( Ver en anexo) o a su vez por criterios de la empresa ; si este parámetro de la soldadura falla al momento de instalar una estructura metálica no solo afectaría económicamente a la empresa sino también puede llevar consigo la pérdida de vidas humanas; para lo cual se debe tener personal calificado para este proceso y realizar un control de soldadura ; una opción puede ser por el método de tintas penetrantes .

## Justificación

La **importancia** de realizar el presente proyecto técnico radica en que se podrá valorar técnicamente la actual ejecución del proceso productivo para optimizar la utilización de recursos y establecer estándares de rendimiento respecto a las actividades que se realizan en la empresa TEGMER implementando técnicas de mejora que van a ayudar a mejorar la productividad de la misma y a encaminar a próximos estudios que se realicen para la mejora de esta empresa.

El **impacto** que el presente trabajo tendrá a corto plazo es que permitirá estabilizar la rentabilidad y posicionar a la empresa como una organización de prestigio que cumple estrictamente con la programación de producción establecida, con lo cual se podrá proyectar la rentabilidad posterior con bastante acierto mejorando su gestión económica; productiva y expansión empresarial.

La **utilidad** teórica reside en una investigación de gran significancia para la empresa TEGMER, en vista de que no se han desarrollado estudios previos relacionados con el presente contexto investigativo; por tal motivo se expondrá información actualizada y de mucha trascendencia para dar lugar a mejoras en la productividad.

Del estudio se pretende **beneficiar** directamente a los trabajadores y a la empresa en general, procurando hacer más eficientes a los procesos para tener un control de los recursos y por consiguiente elevar la capacidad real de producción.

Finalmente, este proyecto es **factible** porque se cuenta con la colaboración de los propietarios de TEGMER quienes han decidido apoyar plenamente el presente estudio brindando la información requerida en el momento oportuno. Desde el punto de vista económico el estudio no representa un egreso de consideración por lo que puede ser cubierto por el autor del presente trabajo. Además, técnicamente existe la factibilidad de realización porque se dispone de los conocimientos de Ingeniería Industrial que son perfectamente aplicables a la problemática actual.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Estudiar el proceso de fabricación de estructuras metálicas y la productividad de la empresa TEGMER de la ciudad de Riobamba.

### **Objetivos Específicos**

- Determinar la situación actual de la empresa TEGMER de la ciudad de Riobamba.
- Determinar la productividad actual de la empresa TEGMER de la ciudad de Riobamba.
- Determinar la correlación de variables mediante el método de Pearson.

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

#### Área de estudio

**Dominio:** Tecnología y Sociedad

**Línea de Investigación:** Empresarial y Productividad

**Campo:** Ingeniería Industrial

**Área:** Proceso de fabricación

**Aspecto:** Productividad

**Objeto de estudio:** Proceso de fabricación y productividad

**Periodo de análisis:** Año 2018

#### Enfoque

El presente estudio técnico es de tipo cuantitativo y cualitativo.

Cuantitativo, por la recopilación de la información existente en el área de producción de la empresa TEGMER, así; tiempos, recorrido, insumos, materiales, mano de obra, energía; entre otros, para con estos datos poder calcular la productividad.

Cualitativo, porque se procura conocer las actividades del proceso de fabricación de estructuras metálicas que actualmente se lo realiza en la empresa TEGMER, para verificar la realidad actual de la empresa implementando estándares y recomendando normas como la AWS (American Welding Society) con el código de calificación de soldadura AWS D1.1 2010; cuya información da los parámetros necesarios para el diseño, calificación y fabricación de soldaduras ejecutadas en aceros aptos para estructuras mismos que servirán mejorar la calidad de producción.

## **Justificación de la metodología**

**Investigación descriptiva**, describiendo el desarrollo y aplicación de las variables del estudio técnico, buscando las causas que provocan el problema de estudio y que afectan directamente al proceso de fabricación de estructuras metálicas y a la productividad de la empresa TEGMER.

**Investigación correlacional o asociación de variables**, Se estableció el grado de relación o asociación de la variable independiente (Proceso de fabricación de estructuras metálicas) y la variable dependiente (Productividad) evidenciando su relación directa para la solución del problema en la empresa.

**Investigación de campo**, se observó las actividades del proceso de fabricación de estructuras metálicas, el entorno en donde se desarrollan las mismas y el funcionamiento y aplicación de los diversos equipos y herramientas en contacto directo entre el investigador y la realidad existente en ese momento; para recopilar la información y sustentar los objetivos planteados en el presente estudio.

**Investigación documental – bibliográfica**, ya que con la misma se obtuvo información de la empresa, así como también información científica de libros, normas, registros técnicos, estándares de Ingeniería que ayudaron a respaldar los objetivos del estudio técnico mediante esta información y lineamientos técnicos.

## Diseño del trabajo.

Tabla 1. Operacionalización de la variable independiente: Proceso de fabricación

| Conceptualización   | Dimensiones  | Indicadores   | Interrogantes de la Investigación  | Técnicas de investigación.  | Instrumentos de investigación.  |
|---|--|---|--|---|---|
| Es el conjunto de operaciones secuenciales que se realizan en la fabricación de estructuras metálicas KG1 siguiendo ciertos estándares y métodos de trabajo para la obtención de un producto final mediante transformación de la materia prima. | Operaciones secuenciales<br><br>Estándares y Métodos de Trabajo ,Materia Prima | Operación de transporte<br>Operación de demora<br>Operación de almacenamiento<br>Operación de Inspección<br><br>Tiempo Estándar<br>Técnicas de trabajo<br>cantidad de materia prima utilizada/cantidad de materia prima planificada | ¿Considera usted que las actividades de los procesos que actualmente se aplican en la fabricación de estructuras metálicas son los más adecuados?<br><br>¿Se dispone del cálculo de tiempo estándar de producción en la empresa? | Técnica:<br>Observación<br>Cronometraje,<br>Documentación<br><br>Norma Técnica<br>NEC-SE-AC –<br>Especificaciones<br>de soldadura | Instrumentos:<br>Flujogramas,<br>diagramas de operación,<br>cálculo del tiempo normal y tiempo estándar |

Elaborado por: García, 2018.

Tabla 2. Operacionalización de la variable dependiente: Productividad

| Conceptualización   | Dimensiones | Indicadores  | Interrogantes de la Investigación  | Técnicas de investigación                            | Instrumentos de investigación                               |
|---|-------------|--|--|--|---|
| Es la relación entre la cantidad de productos o servicios que se obtienen de un proceso, y los recursos o insumos utilizados para el efecto, es una medida de la optimización de los recursos | Productos   | Número y tipo de estructuras metálicas producidas                | ¿Considera usted que las máquinas y herramientas disponibles en la empresa son suficientes?<br>¿Qué cantidad de productos terminados se obtienen mensualmente? | Técnica:<br>Observación, cronometraje, documentación | Instrumento:<br>Datos de producción de la empresa<br>TEGMER |
|   | Recursos    | Materia prima.<br>Mano de obra.<br>Consumo de energía eléctrica. | ¿Cómo se podría incrementar la productividad de la empresa?  | Técnica:<br>Observación, cronometraje, documentación | Instrumento:<br>Registros y fichas técnicas                 |

Elaborado por: García, 2018.



## Plan de recolección de los datos

Para recolectar la información para el presente estudio se siguen los siguientes pasos:

- Definición de los sujetos: Personas u objetos a ser investigados
- Selección de técnicas que se deben emplear en el proceso de recolección de la información:

Tabla 3. Plan de Recolección de Información

| Preguntas Básicas             | Explicación  |
|-------------------------------|--|
| 1. ¿Para qué?                 | Determinar la situación actual del proceso de fabricación de estructuras metálicas KG1 y la productividad de la empresa TEGMER |
| 2. ¿De qué persona u objetos? | Procesos de fabricación de estructuras metálicas KG1   |
| 3. ¿Sobre qué aspectos?       | Proceso de fabricación de estructuras metálicas KG1 y productividad  |
| 4. ¿Quiénes?                  | Investigador (Katy García)   |
| 5. ¿Cuándo?                   | Año 2018   |
| 6. ¿Dónde?                    | Empresa TEGMER   |
| 7. ¿Cuántas veces?            | Las veces necesarias para sustentar los objetivos del estudio.   |
| 8. ¿De qué técnicas?          | Observación, Cronometraje, Documentación   |
| 9. ¿Con qué?                  | Cálculo del tiempo normal y tiempo estándar, flujogramas, registros, fichas técnicas, cálculo de la productividad.             |
| 10. ¿En qué situación?        | En condiciones normales de producción  |

Elaborado por: García, 2018.

Como técnicas de Investigación en el presente estudio, se aplica la observación directa y el cronometraje en el área de producción de TEGMER.

Como instrumentos para el análisis de métodos y procesos se usa diagramas, aplicando la simbología ASME y ANSI.

Diagrama de flujo (ANSI).

Diagrama de recorrido.

Diagrama de procesos (ASME).

Para realizar el cálculo de la productividad se utiliza como instrumentos los reportes de producción, las cartas de pago de energía eléctrica, los roles de pago al personal de TEGMER, la lista de materiales e insumos con sus respectivos costos; para proceder a la aplicación de las fórmulas de productividad monofactorial y multifactorial.

### **Fuentes de información primaria**

Se aplica la técnica de observación con instrumentos como: Matriz de caracterización de procesos, flujogramas, registros, fichas técnicas, datos históricos de producción y el levantamiento de información de campo.

### **Fuentes de información secundaria**

Investigación bibliográfica documental en referencia a los diferentes documentos, libros, folletos, manuales, normas, revistas, con información sobre estructuras, producción e Ingeniería Industrial aplicables para el presente estudio técnico.

## **Recopilación de datos**

Los datos recogidos (en campo) sufren transformación siguiendo algunos procedimientos:

- Revisión crítica de la información recogida, que se refiere a la limpieza de la información con defectos: Actividades y tiempos del proceso de fabricación de estructuras metálicas, datos históricos de producción, costo de la materia prima, costo de la mano de obra, costo de energía eléctrica.
- Recepción de la información recolectada, en algunos casos de manera individual para corregir fallas.
- Tabulación mediante tablas según variables de estudio: tablas de una sola variable, tablas con cruce de variables, etc.
- Procesamiento de la información: Diagramas de flujo del proceso identificando tiempos y actividades del procesos, matrices de cálculo del valor agregado y costo del proceso, fórmulas para el cálculo de la productividad
- Estudio estadístico con los datos de tiempos de ciclo y de valor agregado del proceso para la comprobación de la hipótesis.

Se desarrollarán procedimientos para la fabricación de estructuras metálicas para que el personal se instruya y tenga como referencia en caso de cualquier duda acerca del proceso, también estos procedimientos ayudarán a la inducción del personal nuevo que ingrese a la empresa.

Una vez identificado los subprocesos que se realizan dentro del proceso de fabricación de estructuras metálicas, se deben establecer los documentos y registros de control del proceso y subprocesos, fichas técnicas y un control diario de producción.

## Población y muestra

**Población:** La población utilizada para el presente estudio técnico será el personal que labora actualmente en la empresa TEGMER en el área de producción para la fabricación de estructuras metálicas KG1; a continuación se detalla en la tabla 1.

**Tabla 4.** Población y muestra

| <b>POBLACION TEGMER</b>    |           |
|----------------------------|-----------|
| <b>NÚMERO DE OPERARIOS</b> | <b>N°</b> |
| Jefe de producción         | 1         |
| Supervisor                 | 1         |
| Operarios                  | 4         |
| <b>TOTAL</b>               | <b>6</b>  |

Elaborado por: García, 2018.

**MUESTRA:** Debido a que la población no es un universo tan amplio y solo consta de pocas personas no se hace uso de la fórmula de la muestra, por lo tanto el presente proyecto técnico se desarrollara con la muestra total de la Tabla 4 perteneciente a 6 personas quienes son las que laboran actualmente en la empresa TEGMER.

## **Hipótesis**

El estudio del proceso de fabricación de estructuras metálicas incide en la productividad de la empresa TEGMER de la ciudad de Riobamba.

**H<sub>0</sub>** = El estudio del proceso de fabricación de estructuras metálicas no tiene incidencia en la productividad de la empresa TEGMER de la ciudad de Riobamba.

**H<sub>1</sub>** = El estudio del proceso de fabricación de estructuras metálicas tiene incidencia en la productividad de la empresa TEGMER de la ciudad de Riobamba.

## **Señalamiento de Variables**

### **Variable Independiente**

Proceso de fabricación de estructuras metálicas

### **Variable Dependiente**

Productividad

## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

TEGMER es una empresa que construye estructuras metálicas, se encuentra ubicada en la ciudad de Riobamba; con más de 20 años de trayectoria, tuvo sus inicios en el año 1999, la empresa fue creada por el Sr Telmo García y su esposa, emprendieron un pequeño negocio familiar. Sus productos finales están destinados, básicamente, al mercado chimboracense.

Conscientes de la necesidad de acrecentar la producción para satisfacer a los consumidores locales, en el año 2013 la empresa adquirió maquinaria idónea para mejorar el producto final. En vista de su acrecentamiento en el mercado durante el 2015 la empresa contrato a dos operarios para optimizar su producción. Y en el año 2016 presenta su nuevo logo, posibilitando su reconocimiento en el mercado.

La empresa TEGMER desarrolla diferentes procesos de producción para la fabricación de estructuras metálicas; entre ellos, trazado, corte, armado, limpieza, preparación y pintura. Sin embargo, la desorganización en los mismos, en instancias, ha ocasionado ciertos retrasos en cuanto a entregas se refiere.

Conforme con los datos proporcionados por el propietario de TEGMER, Sr. Telmo García, indica que en ciertas ocasiones la producción origina menos ingresos que costes (productividad); por lo que es importante dinamizar los procesos productivos de la organización a fin de que la empresa mejore su rendimiento.

## **Análisis de los procesos productivos de la empresa.**

### **Proceso productivo actual**

TEGMER, maneja su producción generalmente bajo pedido. Estas fabricaciones, usualmente están direccionadas para proyectos de construcción en la región o en diferentes ciudades del país ya que se maneja sus contrataciones por medio del portal de compras públicas. En tal sentido, la empresa desarrolla sus actividades conforme a las demandas de sus clientes, por lo que la producción puede ser alta, mediana o baja. En cuanto a las especificaciones técnicas y de calidad del producto final, están determinadas por los clientes, es así que el proceso de fabricación puede diferir de un producto a otro.

En el presente estudio técnico se tomara en cuenta a las estructuras metálicas de un solo tipo; mismas que se denominaran KG1. Ver Anexo 1.

### **Procesos de Fabricación de Estructuras Metálicas KG1**

Conforme con el proceso productivo de TEGMER, se desarrolla siete operaciones, dentro de las cuales converge todo el proceso de producción, como se puede observar en la Gráfico 2.

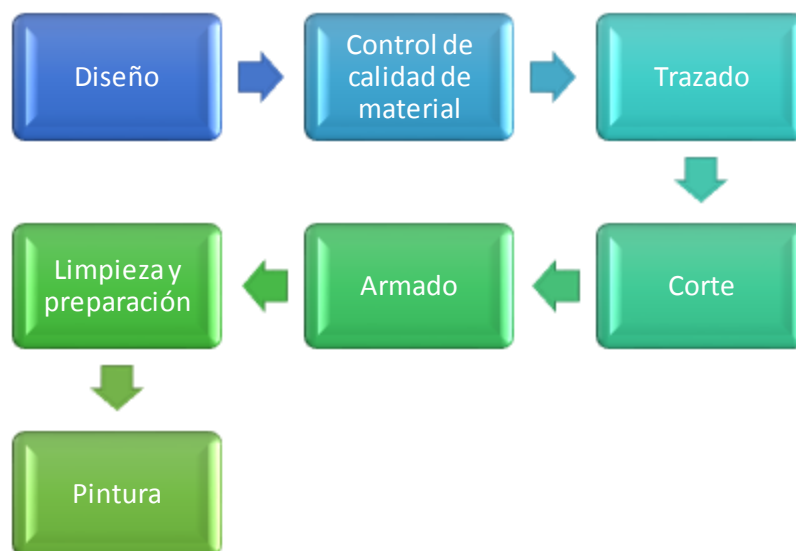


Gráfico 2. Procesos de fabricación de estructuras metálicas KG1  
Elaborado por: García, 2018.

## Proceso de Diseño de Estructuras Metálicas KG1

En este proceso se da lugar al diseño de planos constructivos, en donde se estima una representación gráfica de la estructura a desarrollarse; Además se estipula los materiales y el proceso de fabricación del mismo; Finalmente para el diseño de la estructura metálica debe cumplir con las normativas INEC 040 y AWS D1.1 2010. Para ello se hace uso del software AutoCAD, Zap 2000; a continuación se anexa un diseño de la estructura KG1 Ver Imagen 1



Imagen 1. Proceso de diseño de fabricación de estructuras metálicas KG1

En la Tabla 5 se puede observar el análisis del proceso de diseño

Tabla 5. Descripción del Proceso de Diseño

| <b>Proceso de Control de calidad de material</b> |                                  |
|--|----------------------------------|
| <b>Objetivo</b>                                  | Diseño de la estructura metálica |
| <b>Maquinaria</b>                                | Software AutoCAD , Zap 2000      |
| <b>Método de Trabajo</b>                         | Manual Automático                |
| <b>Mano de Obra</b>                              | Ingeniero civil                  |
| <b>Materia Prima</b>                             | Computadora                      |

Elaborado por: García, 2018.



## **Control de Calidad de Material De Estructuras Metálicas KG1**

Este proceso está relacionado básicamente con la verificación para que la materia prima sea evaluada y verificados por entes para dar lugar al cumplimiento de las especificaciones técnicas a través de normativas como INEN 037 “Soldadura de estructuras de acero” y (AWS American Welding Society) con el código de calificación de soldadura AWS D1.1 2010 Structural Welding Code Steel; cuya información da los parámetros necesarios para el diseño, calificación y fabricación de soldaduras ejecutadas en aceros aptos para estructuras KG1. A más de ello, a través del control de calidad es posible determinar la resistencia adecuada de la materia prima, así como su estabilidad física. Por tanto, se verifica que las empresas en donde se adquiere el material entreguen productos con los debidos certificados de calidad. Una vez realizada esta actividad, se verifica datos de documentos, es decir orden de compra y factura; se recibe el producto y el ingeniero encargado revisa la orden de compra, así como los materiales defectuosos; es decir deformidades en perfiles o planchas metálicas ocasionadas por su transporte, fabricación, almacén, efectos térmicos, entre otros. Y finalmente se almacenan los materiales, ver Imagen 2.



Imagen 2. Procesos de fabricación de estructuras metálicas KG1

En la Tabla 5 se puede observar el análisis del proceso de control de calidad

Tabla 6. Descripción del Proceso de Control de calidad de material

| <b>Proceso de Control de calidad de material</b> |  |
|--|--|
| <b>Objetivo</b>                                  | Control de Calidad   |
| <b>Maquinaria</b>                                | Instrumento de medición  |
| <b>Método de Trabajo</b>                         | Importante el conocimiento de una persona hacer de control de calidad. |
| <b>Mano de Obra</b>                              | Ingeniero industrial/civil   |
| <b>Materia Prima</b>                             | Perfiles metálicos<br>Láminas de acero<br>Ángulos                      |

Elaborado por: García, 2018.

### **Proceso de Trazado de Estructuras Metálicas KG1**

En este proceso se reproduce sobre una superficie metálica las medidas necesarias de la estructura metálica para dar lugar a los siguientes procesos de fabricación. Este trazo se efectúa en base a las estimaciones de los planos, ver Imagen 3.



Imagen 3. Procesos de fabricación de estructuras metálicas KG1

En esta parte del proceso, el trazador también prepara las piezas a utilizarse en la soldadura, como es el caso de cortes especiales como ángulos, perfiles u o planchas de acero, ver Imagen 4.



Imagen 4. Procesos de fabricación de estructuras metálicas KG1

En la Tabla 7 se puede observar el análisis del proceso de trazado

Tabla 5. Descripción del Proceso de Trazado

| <b>Proceso de Trazado</b> |  |
|---------------------------|--|
| <b>Objetivo</b>           | Trazar   |
| <b>Maquinaria</b>         | Nivel.<br>Flexómetro<br>Escuadra                             |
| <b>Método de Trabajo</b>  | Manual<br>Automático   |
| <b>Mano de Obra</b>       | Trazador   |
| <b>Materia Prima</b>      | Perfiles metálicos<br>Puntas de señalar<br>Planchas de acero |

Elaborado por: García, 2018.

### **Proceso de corte de Estructuras Metálicas KG1**

El proceso de corte se desarrolla de manera perpendicular a la superficie del objeto, a través de un instrumento con arco de plasma, impidiendo el recalentamiento en una sola zona del material, para ello, la llama debe ser controlada, del mismo modo

debe existir un control óptimo de la salida de gas. Para su respectiva habilitación, se aísla los sobrantes y defectos producidos por el proceso de corte que usualmente se dan, por lo general aquello se evidencia en los bordes del material, ver Imagen 5.



Imagen 5. Procesos de fabricación de estructuras metálicas KG1

En la Tabla 8 se puede observar el análisis del proceso de corte

Tabla 6. Descripción del Proceso de Corte

| Proceso de Corte         |                                     |
|--------------------------|-------------------------------------|
| <b>Objetivo</b>          | Cortar                              |
| <b>Maquinaria</b>        | Equipos de corte con arco de plasma |
| <b>Método de Trabajo</b> | Semi-Automático                     |
| <b>Mano de Obra</b>      | Cortador                            |
| <b>Materia Prima</b>     | Perfil metálico                     |

Elaborado por: García, 2018.

### **Proceso de Armado de Estructuras Metálicas KG1**

Constituye una de las etapas más importantes dentro del proceso de fabricación de las estructuras metálicas KG1. Tiene como propósito el ensamblaje de componente elaborados conforme a la posición relativa que se obtendrá al momento de realizar

las uniones definitivas de las vigas de la estructura metálica. El proceso de armado depende mucho de las uniones que se tienen previsto para la estructura metálica.

En este proceso la uniones se realiza comúnmente mediante la soldadura con electrodos AGA 6011 o a su vez AGA 7018, ver Imagen 6.



Imagen 6. Procesos de fabricación de estructuras metálicas KG1

En tanto, también es importante determinar aquellas piezas que se fijaran a través de soldadura, para ello, se debe determinar los aspectos que garanticen la inmovilidad de los materiales durante el soldeo, ver Imagen 7



Imagen 7. Procesos de fabricación de estructuras metálicas KG1

En la Tabla 9 se puede observar el análisis del proceso de armado.

Tabla 7. Descripción del Proceso de Armado

| <b>Proceso de Armado</b> |  |
|--------------------------|--|
| <b>Objetivo</b>          | Armar                                    |
| <b>Maquinaria</b>        | Soldadora                                |
| <b>Método de Trabajo</b> | Semi-Automático                          |
| <b>Mano de Obra</b>      | Soldador                                 |
| <b>Materia Prima</b>     | Superficie metálica<br>Piezas elaboradas |

Elaborado por: García, 2018.

### **Proceso de limpieza y preparación de Estructuras Metálicas KG1**

Este proceso empieza con la preparación de la superficie, para ello, antes de pintar se debe eliminar la grasa, aceite, polvo o cualquier otro tipo de contaminante que se encuentre en la superficie metálica, para ello se hace uso de instrumentos como disolvente y una limpieza con soplete para proceder a fondear el material y luego pintar ya que el fondo ayuda a que no exista corrosión en el acero. Ver Imagen 8.



Imagen 8. Procesos de fabricación de estructuras metálicas KG1

A más de ello, se debe determinar el tipo de conexión o uniones de la estructura metálica, pudiendo ser una conexión rígida o articulada, depende del plano

estructural. Siendo así, se puede desarrollar juntas a través de soldadura o empernados, dependiendo del diseño seleccionado, ver Imagen 9.



Imagen 9. Procesos de fabricación de estructuras metálicas KG1

En la Tabla 10 se puede observar el análisis del proceso de corte

Tabla 8. Descripción del Proceso de Limpieza y preparación

| <b>Proceso de Limpieza y preparación</b> |   |
|--|---|
| <b>Objetivo</b>                          | Limpiar y preparar  |
| <b>Maquinaria</b>                        | Soplete<br>Soldador   |
| <b>Método de Trabajo</b>                 | Semi-Automático   |
| <b>Mano de Obra</b>                      | Limpiador<br>Preparador   |
| <b>Materia Prima</b>                     | Superficie metálica<br>Disolvente<br>Ángulos<br>Barras de conexión<br>Nervaduras de refuerzo. |

Elaborado por: García, 2018.

## Proceso de Pintura de Estructuras Metálicas KG1

Cumpliendo con los requerimientos de preparación superficial, se inicia el proceso del sistema de pintado. Se debe verificar las condiciones del lugar en donde se desarrollará el pintado del producto; previo a la fase de pintura, la estructura debe ser removida de cualquier tipo de grasas o aceites a través del uso de solventes o detergentes industriales. Y en la aplicación de la pintura, ésta se filtra con una malla, con el propósito de separar algún tipo de impureza que pueda alterar el revestimiento de la estructura, ver Imagen 10.



Imagen 10. Procesos de fabricación de estructuras metálicas KG1

En la Tabla 11 se puede observar el análisis del proceso de pintura.

Tabla 9. Descripción del Proceso de Pintura

| <b>Proceso de Limpieza y preparación de juntas</b> |   |
|--|---|
| <b>Objetivo</b>                                    | Pintar                                  |
| <b>Maquinaria</b>                                  | Soplete                                 |
| <b>Método de Trabajo</b>                           | Semi-Automático                         |
| <b>Mano de Obra</b>                                | Pintor                                  |
| <b>Materia Prima</b>                               | Superficie metálica<br>Pintura<br>Malla |

Elaborado por: García, 2018.



## ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Para ello se realizará un organigrama funcional y estructural de la organización. El objetivo principal de los organigramas es dar a conocer la distribución funcional para el trabajo. La estructura organizacional es el plano en donde los sistemas funcionales de una organización crecen y se interrelacionan bajo una estructura adecuada de un plan lógico de disciplina para cada uno de sus colaboradores.

### Organigrama Estructural

El organigrama estructura de la empresa TEGMER está delimitado en la Gráfico 3.

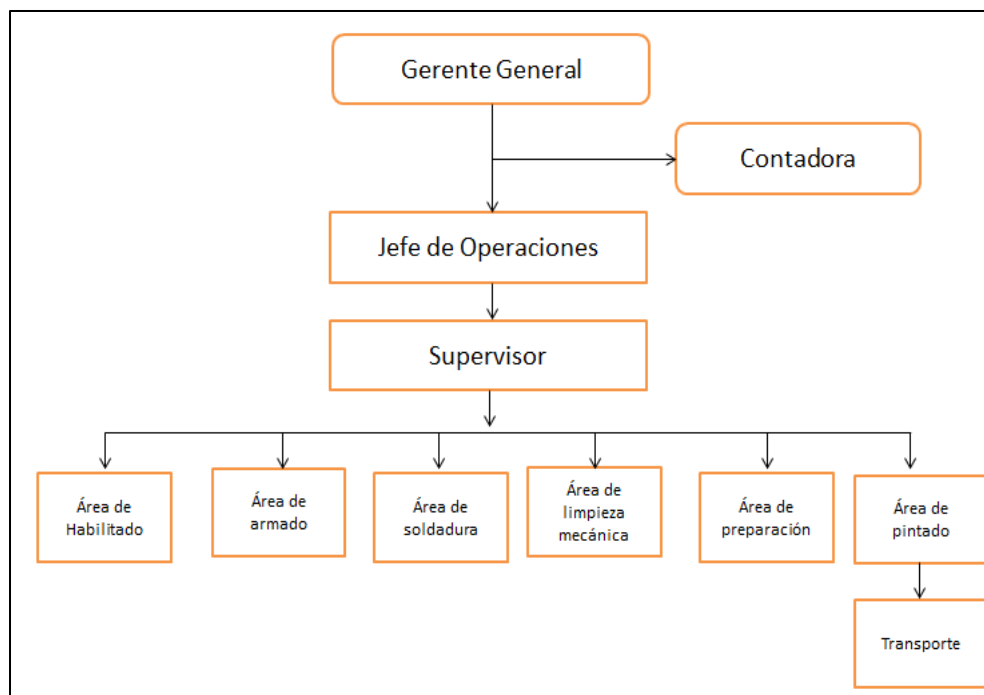


Gráfico 3. Organigrama Estructural  
Elaborado por: García, 2018.

### Organigrama Funcional

El organigrama funcional de la empresa figura como el producto de la continua evolución y progreso de la empresa. A través de éste, es posible la regulación de sistemas de trabajo claros, permite el establecimiento de las funciones de cada trabajador y mejora la toma de decisiones en la misma.

En las organizaciones, en donde existe un organigrama funcional, los trabajadores tienen sus tareas muy bien delimitadas, aquello optimiza la determinación de las responsabilidades.

A continuación, en el presente organigrama se describe de manera breve las funciones que deben cumplir el personal de la empresa TEGMER, ver Gráfico 4.

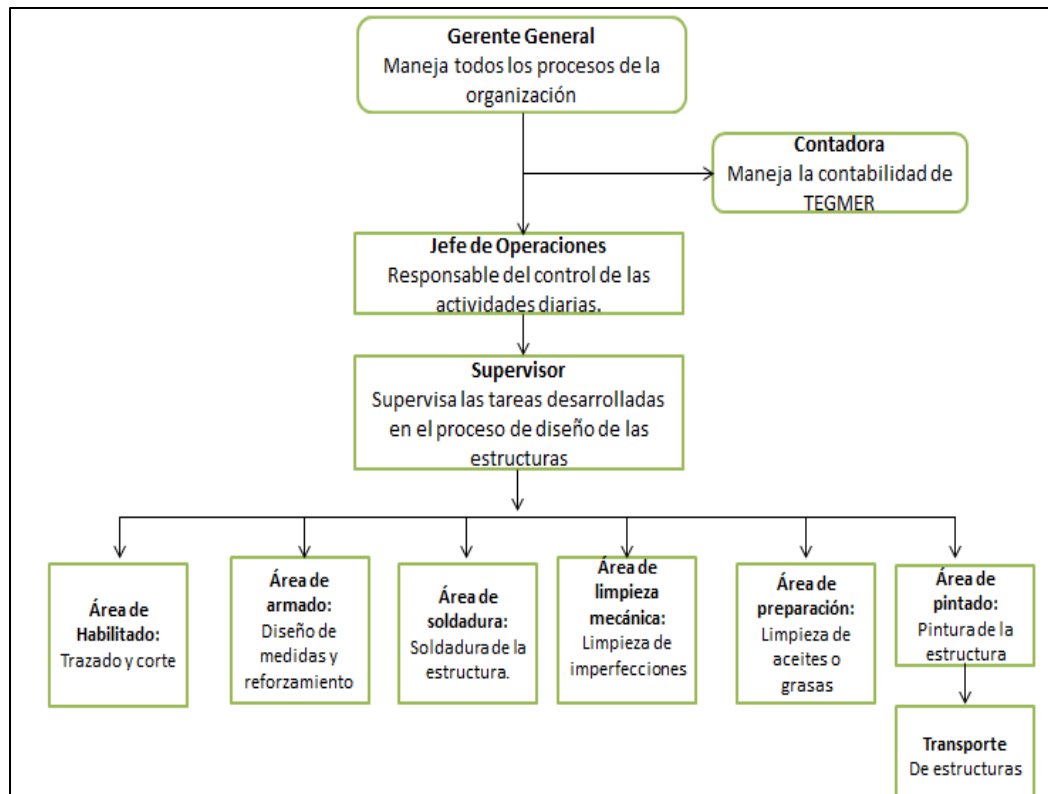


Gráfico 4. Organigrama Funcional  
Elaborado por: García, 2018.

### Mapa de procesos

La elaboración del mapa de procesos de la empresa TEGMER, permite establecer de manera idónea los procesos de gerencia, de apoyo, el proceso central de la fabricación, estos últimos definen el desarrollo del trabajo de investigación.

Para el establecimiento de una gestión fundamentada en los procesos de la empresa, se debe imperativamente identificar y analizar los procesos que integrarán en cada uno de los condicionantes de éste: Estratégicos, operativos, y de apoyo.

El objetivo de este mapa es el de conocer de manera puntual, detallada y exhaustiva, el funcionamiento de los procesos y de las actividades en lo que la organización está inmiscuida, ver Gráfico 5.

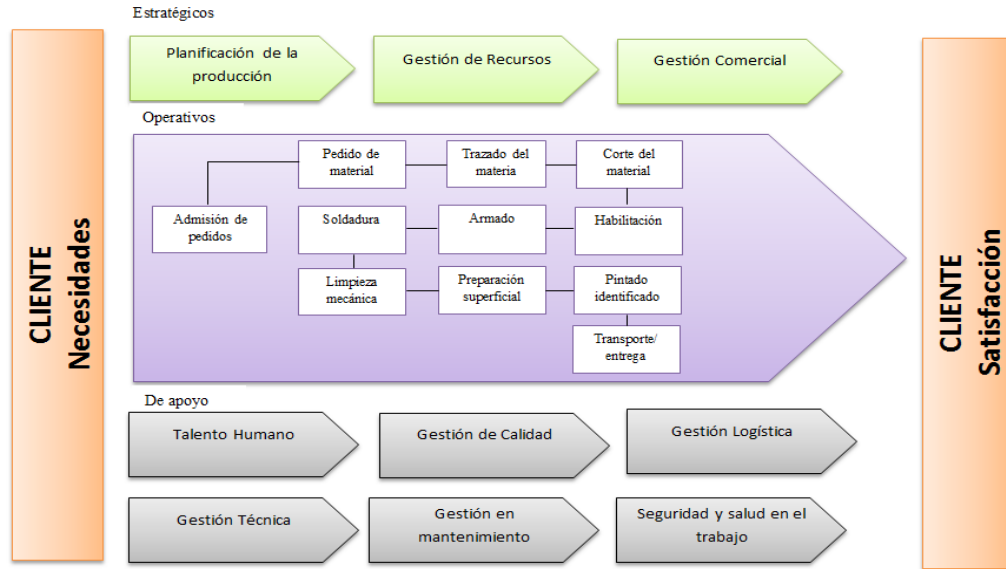


Gráfico 5. Mapa de Procesos  
Elaborado por: García, 2018.

### Caracterización de los procesos

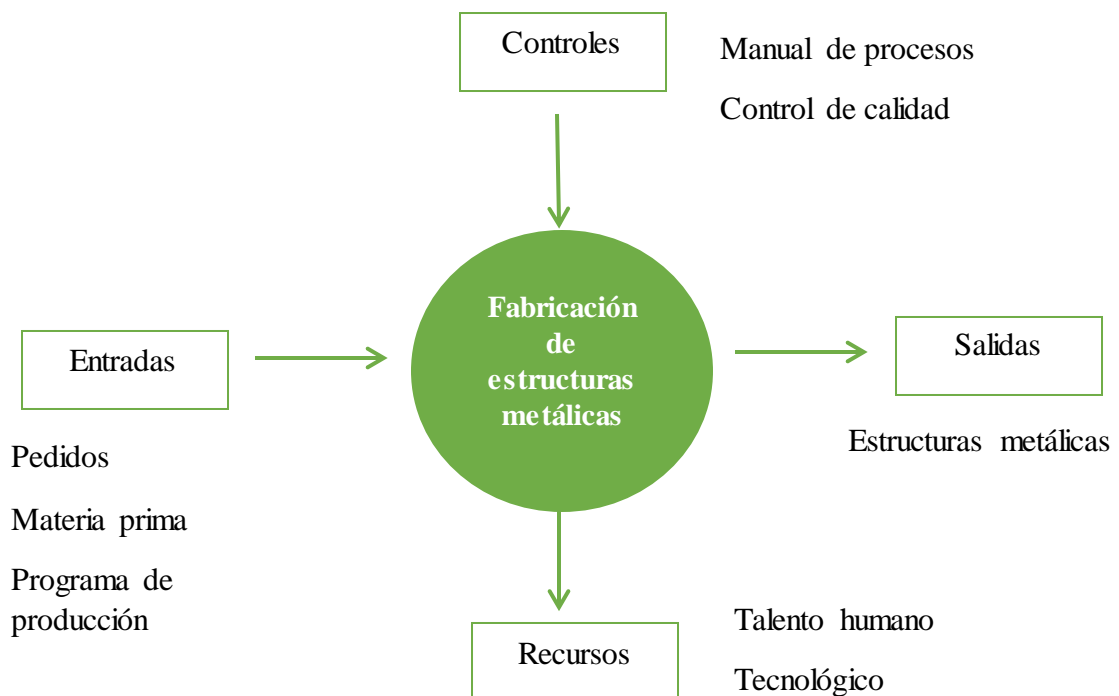


Gráfico 6. Caracterización de Procesos  
Elaborado por: García, 2018.

## Desagregación del proceso

Al efectuar la desagregación de los procesos del elemento principal de producción, se puede observar óptimamente la cadena de valor. Ver Gráfico 7.



Gráfico 7. Desagregación de procesos  
Elaborado por: García, 2018.

## Levantamiento de procesos

El levantamiento de procesos, se realiza en instituciones que ya están conformadas y que ejercen sus funciones como tal. No obstante, es usual encontrar empresas que realizan sus tareas en base a un conocimiento empírico y por ende los procesos no serán desarrollados óptimamente repercutiendo en gran medida en el producto final. Es así que, el levantamiento de procesos, es la manera de dar a conocer las actividades que se desarrollaban antes de forma empírica, por lo que resulta más simple determinar los procesos, en vista de que se cuenta con información sobre la manera de desarrollar las funciones.

Para el levantamiento de procesos se ha considerado los siguientes aspectos:

### Identificación de los usuarios de los procesos y sus necesidades



Gráfico 8. Mapa de Procesos  
Elaborado por: García, 2018.

## **Descripción y análisis del proceso**

Identificación del objetivo del proceso

- Diseñar un proceso de fabricación de estructuras de la empresa de metalmecánica TEGMER

Identificación de los responsables del proceso

Para el desarrollo de los procesos, se tomará en consideración:

- Gerente General
- Jefe de Operaciones
- Investigadora del presente trabajo.

Identificación de los procedimientos y actividades


Para ello se ha tomado en consideración las funciones estandarizadas que ejecuta la organización; no obstante debido a que las acciones que se desarrollan en TEGMER se realizan de forma empírica, es imprescindible el establecimiento de un proceso regulado, de tal manera que el producto final cumpla con los requerimientos del cliente.

- Control de calidad de material
- Trazado
- Diseño de planos
- Corte
- Armado
- Limpieza y preparación
- Pintura

La caracterización de procesos permite identificar las características y los elementos que forman parte de un proceso productivo. Ver Tabla 12.

## Caracterización de Proceso de Fabricación de Estructuras Metálicas KG1

Tabla 10. Caracterización de Proceso de Fabricación de Estructuras Metálicas KG1






|   |                          |  |  |  |   |  |
|---|--------------------------|--|--|--|---|--|
|    |                          | <b>CARACTERIZACIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS</b> |  |  | Código= PO-PD 01<br>Versión N= 1.0                                  |  |
| Fecha de edición:<br>12/12/2017   |                          |  |  |  |   |  |
|   |                          | <b>Responsable del proceso:</b>  |  | <b>Gerente</b>                         |   |  |
|   |                          | <b>Participantes</b>   |  | <b>Operarios</b>                       |   |  |
| <b>Objetivo</b>   |                          | Caracterizar el Proceso de Fabricación de Estructuras Metálicas            |  |  |   |  |
| <b>CONTROLES</b>  |                          |  |  |  |   |  |
| <b>Formación documentada: Documentos</b>  |                          |  | <b>Reglas</b>                            |  | <b>Información Documentada: Requisitos</b>                          |  |
| Ficha de pedido   |                          |  | Control de cumplimiento o % de ejecución |  | Registros de pedido de material<br>Registros de entrega de material |  |
| <b>Requisito de Norma</b>   |                          |  |  |  |   |  |
| ISO 9001-2015 Literal   |                          |  |  |  |   |  |
| <b>Entradas</b>   |                          |  | <b>Subprocesos - Actividades</b>         |  | <b>Salidas</b>  |  |
| <b>Proveedor/ Proceso Anterior</b>  | <b>Entradas</b>          |  |  |  | <b>Salidas</b>  | <b>Fase Interesada Cliente/Proceso</b> |
|   | Láminas de acero         | 1. Solicitar pedido  |  |  |   |  |
|   | Insumos                  | 2. Revisar requerimiento   |  |  |   |  |
|   |                          | 3. Aceptar requerimiento   |  |  |   |  |
|   |                          | 4. Revisar bodegas de materia prima e insumos                              |  |  |   |  |
|   |                          | 5. Despachar material  |  |  |   |  |
|   |                          | 6. Receptar material   |  |  |   |  |
|   |                          | 7. Control de calidad de material  |  |  |   |  |
|   |                          | 8. Trazar  |  |  |   |  |
|   |                          | 9. Cortar  |  |  |   |  |
|   |                          | 10. Armar  |  |  |   |  |
|   |                          | 11. Limpiar y Preparar   |  |  |   |  |
|   |                          | 12. Pintar   |  |  |   |  |
|   |                          | 14. Almacenar  |  | Estructura metálica                    | Cliente   |  |
| <b>RECURSOS</b>   |                          |  |  |  |   |  |
| <b>Máquinas y Equipos</b>   |                          | <b>Materiales y herramientas</b>   | <b>Infraestructura</b>                   |  | <b>Servicios Básicos</b>  | <b>Financiero</b>                      |
| Enderezador<br>Equipos automáticos de trazado y perforado.<br>Equipos de corte con arco de plasma.<br>Soldadora.<br>Soplete |                          | Puntas de señalar.<br>Chapas metálicas<br>Piezas elaboradas                | Edificio                                 |  | Agua, energía eléctrica   | Efectivo                               |
| <b>INDICADORES</b>  |                          |  |  |  |   |  |
| <b>RIESGOS / OPORTUNIDADES</b>  |                          |  |  |  |   |  |
| <b>Riesgos/Oportunidad</b>  | <b>Control Existente</b> | <b>Probabilidad</b>  | <b>Impacto</b>                           | <b>Calificación Riesgo/Oportunidad</b> | <b>Nivel Riesgo/Oportunidad</b>                                     | <b>Prioridad</b>                       |
| Rotación de personal  | SI                       | 0  | 1  | 0.5                                    | Bajo  |  |
| <b>Acciones</b>   | <b>Tipo de Acción</b>    | <b>Responsable</b>   | <b>Plazo</b>                             | <b>Cumplimiento SI/NO Evaluación</b>   | <b>Nivel Riesgo/Oportunidad Evaluación semestral</b>                | <b>Estado Semestral</b>                |
| Empoderamiento del trabajador   | Disminuir                | Gerente  | Semestral                                | 2                                      | 2   |  |
| <b>HISTORIAL DE CAMBIOS</b>   |                          |  |  |  |   |  |
| <b>Elaborado por</b>  | <b>Revisado por:</b>     | <b>Aprobado por</b>  | <b>Fecha de edición</b>                  | <b>Versión N°</b>                      | <b>Razón de cambio</b>  |  |
| Katy García   | Tlgo. Telmo García       | Ing. Juan Cruz   | 12/10/2018                               | 1.0                                    |   |  |

Elaborado por: García, 2018.

## Diagrama de flujo de procesos

Compone un tipo de diagrama en el cual es posible dar lugar a la ilustración de las relaciones entre los principales procesos de una planta industrial. Uno de los propósitos del diagrama es la documentación del proceso con la intención de lograr una óptima y mayor en la comprensión y las tareas que se deben efectuar. A más de ello, permite estandarizar un proceso, para alcanzar la eficiencia desea, así también, pretende demostrar los pasos innecesarios, cuellos de botella, entre otras deficiencias. Para el desarrollo del flujo de los procesos de la empresa TEGMER, se considera la simbología de diagramas de procesos estimado por (Palacios, 2016) quien señala que éste es un conjunto de lenguajes y símbolos instaurados por la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME) y que hoy por hoy son empleados para su fácil comprensión. En la Tabla 13 se puede determinar la simbología de ASME

Tabla 11. Simbología diagramas de procesos

| Operador  | Símbolo   |
|---|---|
| <b>Operación:</b> Indica las fases de proceso   |  |
| <b>Inspección:</b> Verificación de calidad y/o cantidad.  |  |
| <b>Desplazamiento o transporte:</b><br>Movimiento de empleados, material o equipos de un lado a otro  |  |
| <b>Depósito provisional o espera:</b> Indica demora en el desarrollo de los hechos  |  |
| <b>Almacenamiento permanente:</b><br>Indica depósito de un documento o información dentro de un archivo u otro objeto cualquiera en un almacén. |  |

Elaborado por: García, 2018.

De acuerdo con el gráfico 1, en la empresa “TEGMER”, es necesario determinar los diagramas de flujo de proceso de control de calidad, diseño, trazado, corte, armado, limpieza y preparación, finalmente el proceso de pintura. De tal forma que permita el establecimiento de las actividades y operaciones que el trabajador debería desarrollar. Por ello, los diferentes diagramas de procesos se estipulan en las Tablas 14-15-16-17-18-19-20.


Tabla 14. Proceso de Diseño

|  |      | DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS |                   |                                  |             |                 |                         |
|---|------|-------------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------|-----------------|-------------------------|
|   |      | Tarea                         | Proceso de Diseño |                                  |             |                 |                         |
|   |      | El diagrama comienza en:      |                   | Análisis de los planos           |             |                 |                         |
| Nº  | 1    | El diagrama termina en:       |                   | Revisión y aprobación del diseño |             |                 |                         |
| Pág   | 1    | Elaborado por:                |                   | Katy García A.                   |             |                 |                         |
| Hombre:   | x    | Revisado por:                 |                   | Tlgo. Telmo García               |             |                 |                         |
| Material:   |      | Aprobado por:                 |                   | Ing. Juan Cruz                   |             |                 |                         |
| RESUMEN   |      |                               |                   |                                  |             |                 |                         |
| Actividad   |      | Actual                        | PROPUESTA         |                                  |             |                 |                         |
|   |      | Nº                            | Tiempo            | Nº                               | Tiempo      |                 |                         |
| Operación   | ○    | 3                             | 570 min           |                                  |             |                 |                         |
| Transporte  | ⇒    |                               |                   |                                  |             |                 |                         |
| Espera  | D    |                               |                   |                                  |             |                 |                         |
| Inspección  | □    | 1                             | 30 min            |                                  |             |                 |                         |
| Almacenamiento  | ▽    |                               |                   |                                  |             |                 |                         |
| Total   |      | 5                             | 600 min           |                                  |             |                 |                         |
| Distancia (metros)  |      | 0 m.                          |                   |                                  |             |                 |                         |
| Tiempo (min)  |      | 600 min                       |                   |                                  |             |                 |                         |
| ANÁLISIS  |      |                               |                   |                                  |             |                 |                         |
| Descripción   | Dist | Tiempo (min)                  | ○<br>Operación    | ⇒<br>Transporte                  | D<br>Espera | □<br>Inspección | ▽<br>Almacena<br>miento |
| Análisis de los planos  |      | 120 min                       | ●                 | ⇒                                | D           | □               | ▽                       |
| Diseño del esquema de los planos  |      | 150 min                       | ●                 | ⇒                                | D           | □               | ▽                       |
| Diseño en plataformas web   |      | 300 min                       | ●                 | ⇒                                | D           | □               | ▽                       |
| Revisión y aprobación del diseño  |      | 30 min                        | ○                 | ⇒                                | D           | ■               | ▽                       |

Elaborado por: García, 2018.




Tabla 15. Proceso de Control de calidad de material

|  |       | DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS |   |                            |             |                 |                         |
|---|-------|-------------------------------|---|----------------------------|-------------|-----------------|-------------------------|
|   |       | Tarea                         | Proceso de Control de calidad de material |                            |             |                 |                         |
|   |       | El diagrama comienza en:      |   | Pedido de material         |             |                 |                         |
| Nº  | 1     | El diagrama termina en:       |   | Almacenamiento de material |             |                 |                         |
| Pág   | 1     | Elaborado por:                |   | Katy García A.             |             |                 |                         |
| Hombre:   | x     | Revisado por:                 |   | Tlgo. Telmo García         |             |                 |                         |
| Material:   |       | Aprobado por:                 |   | Ing. Juan Cruz             |             |                 |                         |
| RESUMEN   |       |                               |   |                            |             |                 |                         |
| Actividad   |       | Actual                        | PROPUESTA                                 |                            |             |                 |                         |
|   |       | Nº                            | Tiempo                                    | Nº                         | Tiempo      |                 |                         |
| Operación   | ○     | 5                             | 175 min                                   |                            |             |                 |                         |
| Transporte  | ➡     | 1                             | 50 min                                    |                            |             |                 |                         |
| Espera  | D     |                               |   |                            |             |                 |                         |
| Inspección  | □     |                               |   |                            |             |                 |                         |
| Almacenamiento  | ▽     | 1                             | 30 min                                    |                            |             |                 |                         |
| Total   |       | 7                             | 255 min                                   |                            |             |                 |                         |
| Distancia (metros)  |       | 135 m.                        |   |                            |             |                 |                         |
| Tiempo (min)  |       | 235 min                       |   |                            |             |                 |                         |
| ANÁLISIS  |       |                               |   |                            |             |                 |                         |
| Descripción   | Dist  | Tiempo (min)                  | ○<br>Operación                            | ➡<br>Transporte            | D<br>Espera | □<br>Inspección | ▽<br>Almacena<br>miento |
| Pedido del material.  |       | 30 min                        | ●   | ➡                          | D           | □               | ▽                       |
| Transporte del material   | 120 m | 50 min.                       |   | ➡                          | D           | □               | ▽                       |
| Recepción del material  |       | 50 min                        | ●   |                            |             |                 |                         |
| Verificación de orden de compra y facturas.                                       |       | 45 min                        | ●   | ➡                          | D           | □               | ▽                       |
| Verificación de las especificaciones técnicas del material.                       |       | 10 min                        | ●   | ➡                          | D           | □               | ▽                       |
| Revisión de los materiales defectuosos  |       | 40 min                        | ●   | ➡                          | D           | □               | ▽                       |
| Almacenamiento del material   | 15 m  | 30 min                        | ○   | ➡                          | D           | □               | ▽                       |


Elaborado por: García, 2018.

Tabla 12. Proceso de Trazado

|  |      | DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS |                    |  |             |                 |                     |
|---|------|-------------------------------|--------------------|--|-------------|-----------------|---------------------|
|   |      | Tarea                         | Proceso de Trazado |  |             |                 |                     |
|   |      | El diagrama comienza en:      |                    | Trazo de cotas en la superficie metálica |             |                 |                     |
| N°  | 1    | El diagrama termina en:       |                    | Control de los trazos                    |             |                 |                     |
| Pág   | 1    | Elaborado por:                |                    | Katy García A.                           |             |                 |                     |
| Hombre:   | x    | Revisado por:                 |                    | Tlgo. Telmo García                       |             |                 |                     |
| Material:   |      | Aprobado por:                 |                    | Ing. Juan Cruz                           |             |                 |                     |
| RESUMEN   |      |                               |                    |  |             |                 |                     |
| Actividad   |      | Actual                        | PROPUESTA          |  |             |                 |                     |
|   |      | N°                            | Tiempo             | N°                                       | Tiempo      |                 |                     |
| Operación   | ○    | 3                             | 355 min            |  |             |                 |                     |
| Transporte  | ⇒    | 1                             | 30 min             |  |             |                 |                     |
| Espera  | D    |                               |                    |  |             |                 |                     |
| Inspección  | □    | 1                             | 15 min             |  |             |                 |                     |
| Almacenamiento  | ▽    |                               |                    |  |             |                 |                     |
| Total   |      | 5                             | 400 min            |  |             |                 |                     |
| Distancia (metros)  |      | 10 m.                         |                    |  |             |                 |                     |
| Tiempo (min)  |      | 400 min                       |                    |  |             |                 |                     |
| ANÁLISIS  |      |                               |                    |  |             |                 |                     |
| Descripción   | Dist | Tiempo (min)                  | ○<br>Operación     | ⇒<br>Transporte                          | D<br>Espera | □<br>Inspección | ▽<br>Almacenamiento |
| Trazar cotas en la superficie metálica  |      | 55 min                        | ●                  | ⇒  | D           | □               | ▽                   |
| Preparar las piezas para efectos de soldadura                                     |      | 120 min                       | ●                  | ⇒  | D           | □               | ▽                   |
| Transportar los perfiles a la maquinaria de perforado                             | 10 m | 30 min                        | ○                  | ⇒  | D           | □               | ▽                   |
| Perforar el acople de las juntas  |      | 180 min                       | ●                  | ⇒  | D           | □               | ▽                   |
| Control de los trazos   |      | 15 min                        | ○                  | ⇒  | D           | ■               | ▽                   |


Elaborado por: García, 2018.


Tabla 13. Proceso de Corte

|  |      | DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS |                  |                        |             |                 |                     |
|---|------|-------------------------------|------------------|------------------------|-------------|-----------------|---------------------|
|   |      | Tarea                         | Proceso de Corte |                        |             |                 |                     |
|   |      | El diagrama comienza en:      |                  | Transporte de material |             |                 |                     |
| Nº  | 1    | El diagrama termina en:       |                  | Inspección de cortes   |             |                 |                     |
| Pág   | 1    | Elaborado por:                |                  | Katy García A.         |             |                 |                     |
| Hombre:   | x    | Revisado por:                 |                  | Tlgo. Telmo García     |             |                 |                     |
| Material:   |      | Aprobado por:                 |                  | Ing. Juan Cruz         |             |                 |                     |
| RESUMEN   |      |                               |                  |                        |             |                 |                     |
| Actividad   |      | Actual                        | PROPUESTA        |                        |             |                 |                     |
|   |      | Nº                            | Tiempo           | Nº                     | Tiempo      |                 |                     |
| Operación   | ○    | 3                             | 120 min          |                        |             |                 |                     |
| Transporte  | ⇒    |                               |                  |                        |             |                 |                     |
| Espera  | D    |                               |                  |                        |             |                 |                     |
| Inspección  | □    |                               |                  |                        |             |                 |                     |
| Almacenamiento  | ▽    | 1                             | 10 min           |                        |             |                 |                     |
| <b>Total</b>  |      | <b>4</b>                      | <b>130 min</b>   |                        |             |                 |                     |
| Distancia (metros)  |      | <b>10 m.</b>                  |                  |                        |             |                 |                     |
| Tiempo (min)  |      | <b>130 min</b>                |                  |                        |             |                 |                     |
| ANÁLISIS  |      |                               |                  |                        |             |                 |                     |
| Descripción   | Dist | Tiempo (min)                  | ○<br>Operación   | ⇒<br>Transporte        | D<br>Espera | □<br>Inspección | ▽<br>Almacenamiento |
| Transporte del material al área de corte  | 10 m | 15 min                        | ○                | ⇒                      | D           | □               | ▽                   |
| Corte de los perfiles o láminas   |      | 70 min                        | ●                | ⇒                      | D           | □               | ▽                   |
| Aislamiento de sobrantes  |      | 35 min                        | ●                | ⇒                      | D           | □               | ▽                   |
| Inspección de los cortes  | 15 m | 10 min                        | ○                | ⇒                      | D           | ■               | ▽                   |

Elaborado por: García, 2018.


Tabla 14. Proceso de Armado

|  |      | DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS |                                     |                 |             |                 |                     |
|---|------|-------------------------------|-------------------------------------|-----------------|-------------|-----------------|---------------------|
|   |      | Tarea                         | Proceso de Armado                   |                 |             |                 |                     |
| Nº  | 1    | El diagrama comienza en:      | Agrupación de los perfiles y placas |                 |             |                 |                     |
| Pág   | 1    | El diagrama termina en:       | Verificación de la estructura       |                 |             |                 |                     |
| Hombre:   | x    | Elaborado por:                | Katy García A.                      |                 |             |                 |                     |
| Material:   |      | Revisado por:                 | Tlgo. Telmo García                  |                 |             |                 |                     |
|   |      | Aprobado por:                 | Ing. Juan Cruz                      |                 |             |                 |                     |
| RESUMEN   |      |                               |                                     |                 |             |                 |                     |
| Actividad   |      | Actual                        | PROPUESTA                           |                 |             |                 |                     |
|   |      | Nº                            | Tiempo                              | Nº              | Tiempo      |                 |                     |
| Operación   | ○    | 17                            | 809 min                             |                 |             |                 |                     |
| Transporte  | ⇒    | 3                             | 35 min                              |                 |             |                 |                     |
| Espera  | D    |                               |                                     |                 |             |                 |                     |
| Inspección  | □    | 2                             | 20 min                              |                 |             |                 |                     |
| Almacenamiento  | ▽    |                               |                                     |                 |             |                 |                     |
| <b>Total</b>  |      | <b>22</b>                     | <b>864 min</b>                      |                 |             |                 |                     |
| Distancia (metros)  |      | <b>11 m.</b>                  |                                     |                 |             |                 |                     |
| Tiempo (min)  |      | <b>864 min</b>                |                                     |                 |             |                 |                     |
| ANÁLISIS  |      |                               |                                     |                 |             |                 |                     |
| Descripción   | Dist | Tiempo (min)                  | ○<br>Operación                      | ⇒<br>Transporte | D<br>Espera | □<br>Inspección | ▽<br>Almacenamiento |
| Agrupación de los perfiles y placas   |      | 18 min                        | ●                                   | ⇒               | D           | □               | ▽                   |
| Marcación de corte y soldadura conforme al diseño                                 |      | 35 min                        | ●                                   | ⇒               | D           | □               | ▽                   |
| Empalme de perfiles y placas  |      | 65 min                        | ●                                   | ⇒               | D           | □               | ▽                   |
| Soldadura de las diferentes piezas  |      | 170 min                       | ●                                   | ⇒               | D           | □               | ▽                   |
| Transporte de las piezas al sector de montaje                                     | 5 m  | 20 min                        | ○                                   | ⇒               | D           | □               | ▽                   |
| Corte de perfiles (montanes y diagonales)   |      | 70 min                        | ●                                   | ⇒               | D           | □               | ▽                   |
| Colocación de los perfiles (montanes y diagonales) unos sobre otros               |      | 8 min                         | ●                                   | ⇒               | D           | □               | ▽                   |
| Sujetar los perfiles con pinzas de presión  |      | 5 min                         | ●                                   | ⇒               | D           | □               | ▽                   |

|  |            |                |   |   |   |   |   |
|--|------------|----------------|---|---|---|---|---|
| Puntear con soldadura al cordón principal                    |            | <b>50 min</b>  |    |    |    |    |    |
| Recortar los detalles sobrantes                              |            | <b>15 min</b>  |    |    |    |    |    |
| Transporte de las estructuras a pre-ensamblado               | <b>3 m</b> | <b>10 min</b>  |    |    |    |    |    |
| Colocación de la estructura sobre una plantilla              |            | <b>3 min</b>   |    |    |    |    |    |
| Acomodación y adaptación de la estructura sobre la plantilla |            | <b>2 min</b>   |    |    |    |    |    |
| Unión de las estructuras según el diseño                     |            | <b>2 min</b>   |    |    |    |    |    |
| Verificación de la medición y longitud exacta                |            | <b>5 min</b>   |    |    |    |    |    |
| Separación de las estructuras                                |            | <b>1 min</b>   |    |    |    |    |    |
| Puntuar las uniones correctas                                |            | <b>45 min</b>  |    |    |    |    |    |
| Eliminar distorsiones de la estructura                       |            | <b>90 min</b>  |  |  |  |  |  |
| Transporte de la estructura al área de soldadura             | <b>3 m</b> | <b>5 min</b>   |  |  |  |  |  |
| Soldadura de placas  |            | <b>170 min</b> |  |  |  |  |  |
| Soldadura de pasarela elevadas                               |            | <b>60 min</b>  |  |  |  |  |  |
| Verificación de la estructura                                |            | <b>15 min</b>  |  |  |  |  |  |


Elaborado por: García, 2018.

Tabla 15. Proceso de Limpieza y Preparación

|  |      | DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS |                                   |                                    |             |                 |                     |
|---|------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------|-----------------|---------------------|
|   |      | Tarea                         | Proceso de Limpieza y Preparación |                                    |             |                 |                     |
|   |      | El diagrama comienza en:      |                                   | Transporte de la estructura        |             |                 |                     |
| N°  | 1    | El diagrama termina en:       |                                   | Inspección del proceso de limpieza |             |                 |                     |
| Pág   | 1    | Elaborado por:                |                                   | Katy García A.                     |             |                 |                     |
| Hombre:   | x    | Revisado por:                 |                                   | Tlgo. Telmo García                 |             |                 |                     |
| Material:   |      | Aprobado por:                 |                                   | Ing. Juan Cruz                     |             |                 |                     |
| RESUMEN   |      |                               |                                   |                                    |             |                 |                     |
| Actividad   |      | Actual                        |                                   | PROPUESTA                          |             |                 |                     |
|   |      | N°                            | Tiempo                            | N°                                 | Tiempo      |                 |                     |
| Operación   | ○    | 2                             | 74 min                            |                                    |             |                 |                     |
| Transporte  | ⇒    | 1                             | 10 min                            |                                    |             |                 |                     |
| Espera  | D    |                               |                                   |                                    |             |                 |                     |
| Inspección  | □    | 1                             | 8 min                             |                                    |             |                 |                     |
| Almacenamiento  | ▽    |                               |                                   |                                    |             |                 |                     |
| Total   |      | 7                             | 92 min                            |                                    |             |                 |                     |
| Distancia (metros)  |      | 3 m.                          |                                   |                                    |             |                 |                     |
| Tiempo (min)  |      | 92 min                        |                                   |                                    |             |                 |                     |
| ANÁLISIS  |      |                               |                                   |                                    |             |                 |                     |
| Descripción   | Dist | Tiempo (min)                  | ○<br>Operación                    | ⇒<br>Transporte                    | D<br>Espera | □<br>Inspección | ▽<br>Almacenamiento |
| Transporte de la estructura   | 3 m  | 10 min                        | ○                                 | ⇒                                  | D           | □               | ▽                   |
| Retiro de imperfecciones  |      | 30 min                        | ●                                 | ⇒                                  | D           | □               | ▽                   |
| Proceso de limpieza de grasas e impurezas   |      | 44 min                        | ●                                 | ⇒                                  | D           | □               | ▽                   |
| Inspección del proceso de limpieza  |      | 8 min                         | ○                                 | ⇒                                  | D           | ■               | ▽                   |

Elaborado por: García, 2018.

Tabla 16. Proceso de Pintura

|  |      | DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS |                    |                        |             |                 |                         |
|---|------|-------------------------------|--------------------|------------------------|-------------|-----------------|-------------------------|
|   |      | Tarea                         | Proceso de Pintura |                        |             |                 |                         |
|   |      | El diagrama comienza en:      |                    | Preparación de pintura |             |                 |                         |
| Nº  | 1    | El diagrama termina en:       |                    | Almacenamiento         |             |                 |                         |
| Pág   | 1    | Elaborado por:                |                    | Katy García A.         |             |                 |                         |
| Hombre:   | x    | Revisado por:                 |                    | Tlgo. Telmo García     |             |                 |                         |
| Material:   |      | Aprobado por:                 |                    | Ing. Juan Cruz         |             |                 |                         |
| RESUMEN   |      |                               |                    |                        |             |                 |                         |
| Actividad   |      | Actual                        | PROPUESTA          |                        |             |                 |                         |
|   |      | Nº                            | Tiempo             | Nº                     | Tiempo      |                 |                         |
| Operación   | ○    | 4                             | 75 min             |                        |             |                 |                         |
| Transporte  | ⇒    | 1                             | 40 min             |                        |             |                 |                         |
| Espera  | D    | 1                             |                    |                        |             |                 |                         |
| Inspección  | □    | 1                             | 5 min              |                        |             |                 |                         |
| Almacenamiento  | ▽    | 1                             | 2 min              |                        |             |                 |                         |
| <b>Total</b>  |      | <b>7</b>                      | <b>122 min</b>     |                        |             |                 |                         |
| Distancia (metros)  |      | <b>5 m.</b>                   |                    |                        |             |                 |                         |
| Tiempo (min)  |      | <b>122 min</b>                |                    |                        |             |                 |                         |
| ANÁLISIS  |      |                               |                    |                        |             |                 |                         |
| Descripción   | Dist | Tiempo (min)                  | ○<br>Operación     | ⇒<br>Transporte        | D<br>Espera | □<br>Inspección | ▽<br>Almacena<br>miento |
| Preparación de la pintura   |      | 15 min                        | ●                  | ⇒                      | D           | □               | ▽                       |
| Filtración de la pintura  |      | 5 min                         | ●                  | ⇒                      | D           | □               | ▽                       |
| Aplicación de pintura antióxido   |      | 55 min                        | ●                  | ⇒                      | D           | □               | ▽                       |
| Aplicación de pintura definitiva  |      | 180 min                       | ●                  | ⇒                      | D           | □               | ▽                       |
| Inspección de la pintura.   |      | 5 min                         | ○                  | ⇒                      | D           | ■               | ▽                       |
| Transporte a bodegas  | 5 m  | 40 min                        | ○                  | ⇒                      | D           | □               | ▽                       |
| Almacenamiento  |      | 2 min                         | ○                  | ⇒                      | D           | □               | ▽                       |






Elaborado por: García, 2018.

## Diagrama de flujo de procesos operativos

Según (Miranda et al., 2007) el diagrama de flujo es una representación gráfica de flujos o procesos, en la cual se estiman de forma secuencial y organizada las etapas, fases o pasos que se desarrolla en un proceso productivo. Igualmente se considera los distintos vínculos entre las actividades mediante una simbología estandarizada. Por lo tanto, el diagrama de flujo posibilita una óptima comprensión de un proceso en conjunto.

En la Tabla 21 se estipula la simbología de los diagramas de flujo según la ANSI, misma que se basa BPMN (Business Process Model and Notation) en el software libre Bizagi Modeler y sustentado en el Instituto Nacional Estadounidense de Estándares.

Tabla 17. Simbología del diagrama de flujo

| Elemento   | Símbolo   |
|--|---|
| <b>Tarea:</b> Utilizado cuando el trabajo en proceso no puede ser desglosado.  |  |
| <b>Subproceso:</b> Actividad en la cual, los detalles internos han sido modelados.   |  |
| <b>Evento de inicio simple:</b> Inicio del proceso.  |  |
| <b>Finalización terminal:</b> Finaliza el proceso y todas las actividades.   |  |
| <b>Compuerta exclusiva:</b> De divergencia, utilizada para la creación de alternativa en el proceso.<br>De convergencia, une caminos alternativos. |  |

Elaborado por: García, 2018.

En los gráficos 9- 10- 11 -12 -13 -14 -15 -16- 17 y 18 se encuentran estructurados los diagramas de flujo permitiendo la determinación de las actividades en la empresa TEGMER.



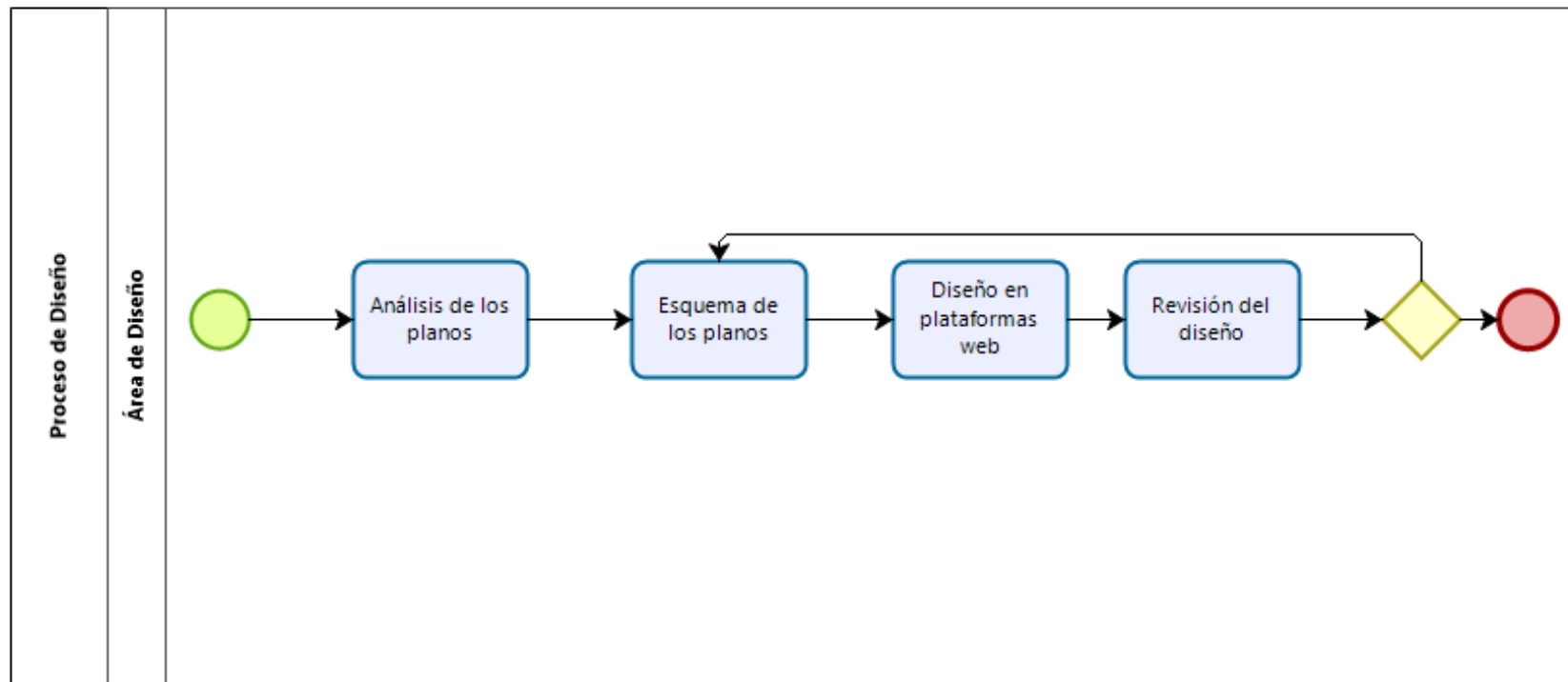


Gráfico 9. Diagrama Flujo de Procesos de Diseño  
Elaborado por: García, 2018.

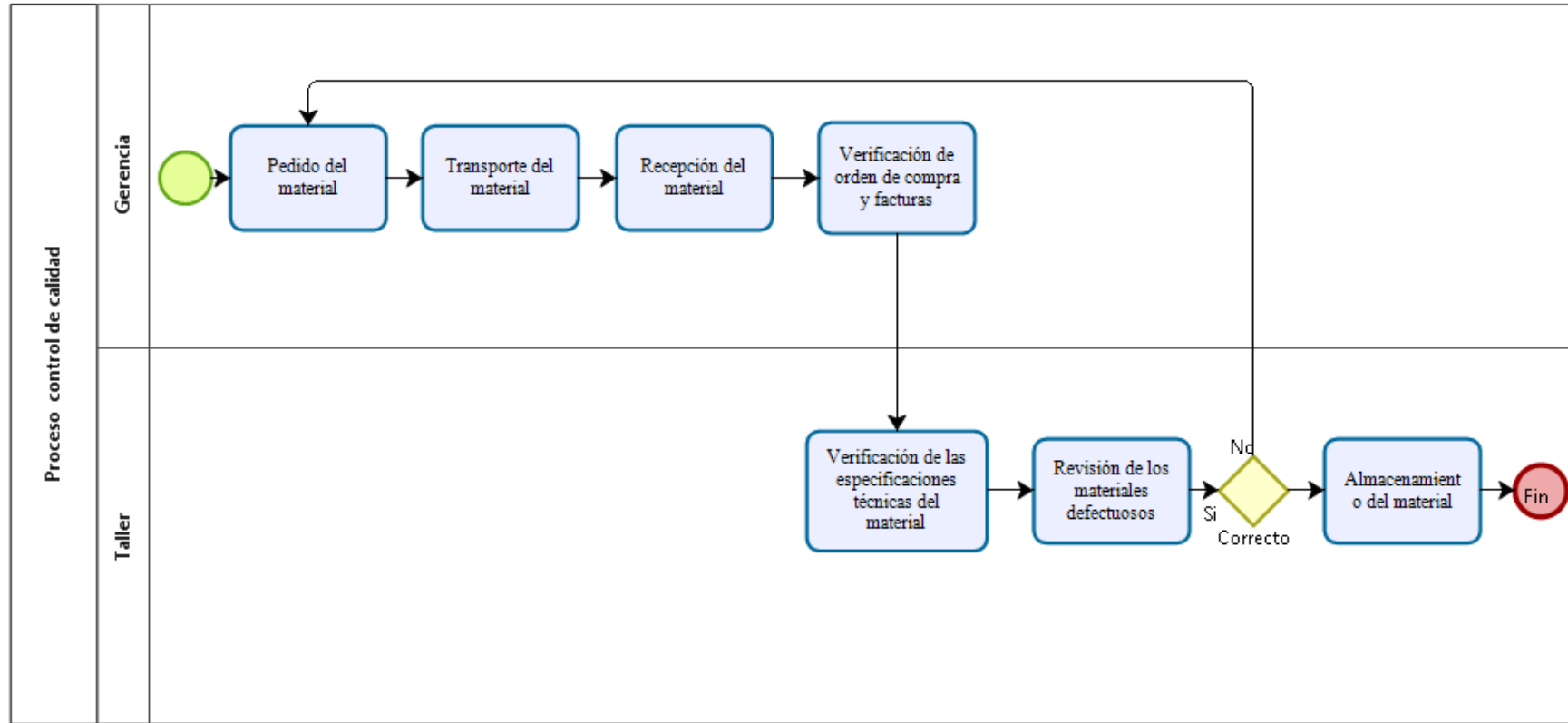


Gráfico 10. Diagrama Flujo de Procesos de Control de Calidad  
Elaborado por: García, 2018.

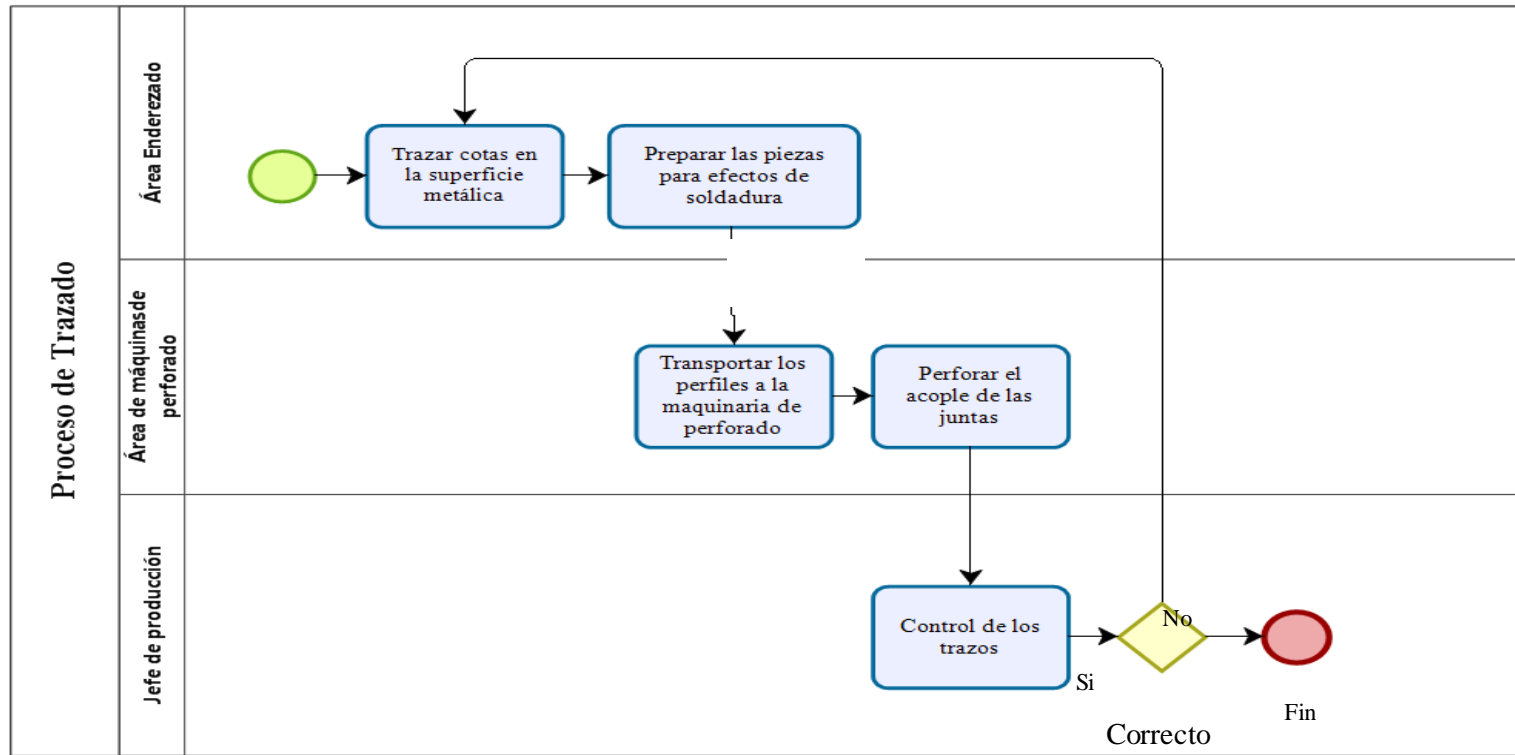


Gráfico 9. Diagrama Flujo de Procesos de Trazado  
Elaborado por: García, 2018.

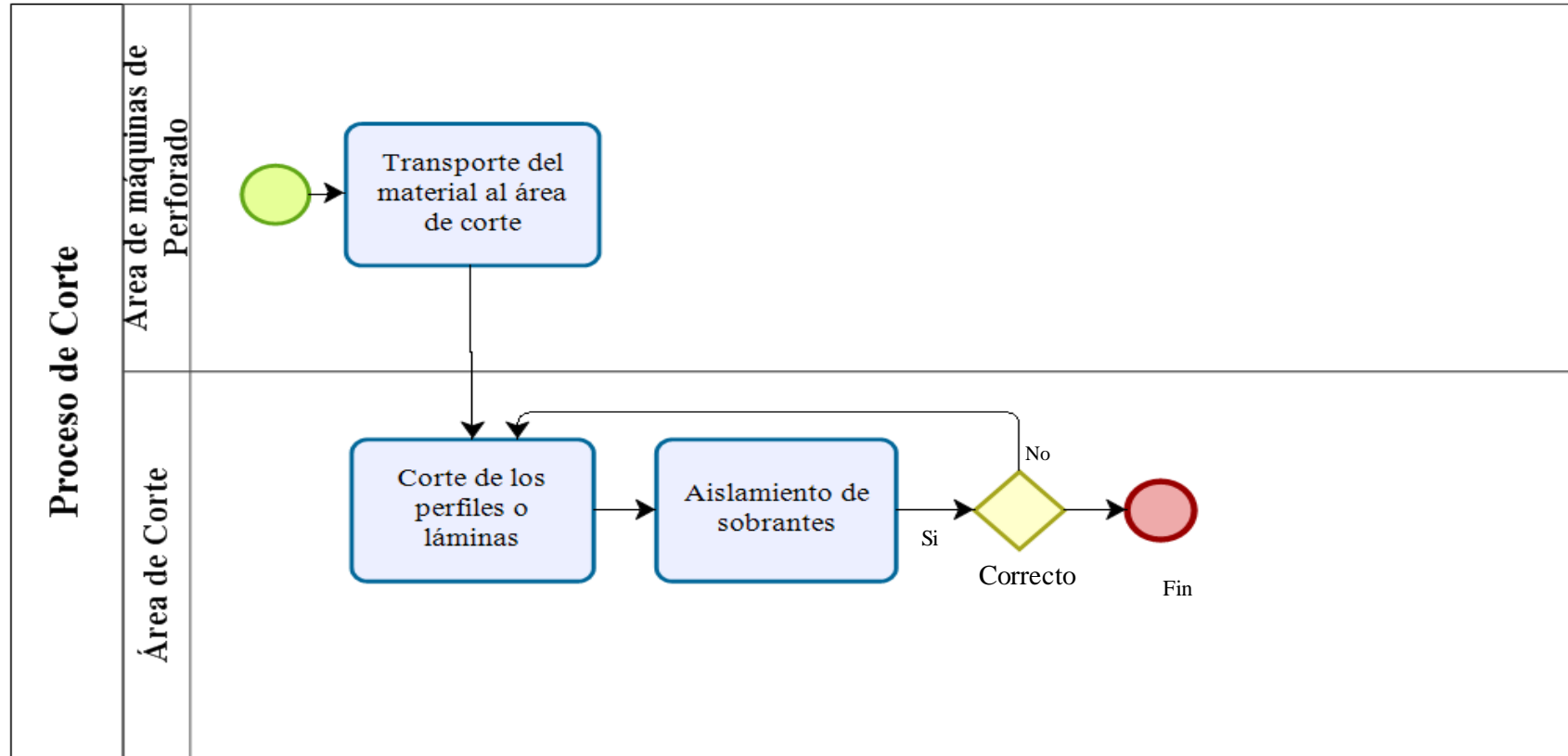


Gráfico 10. Diagrama Flujo de Procesos de Corte  
Elaborado por: García, 2018.

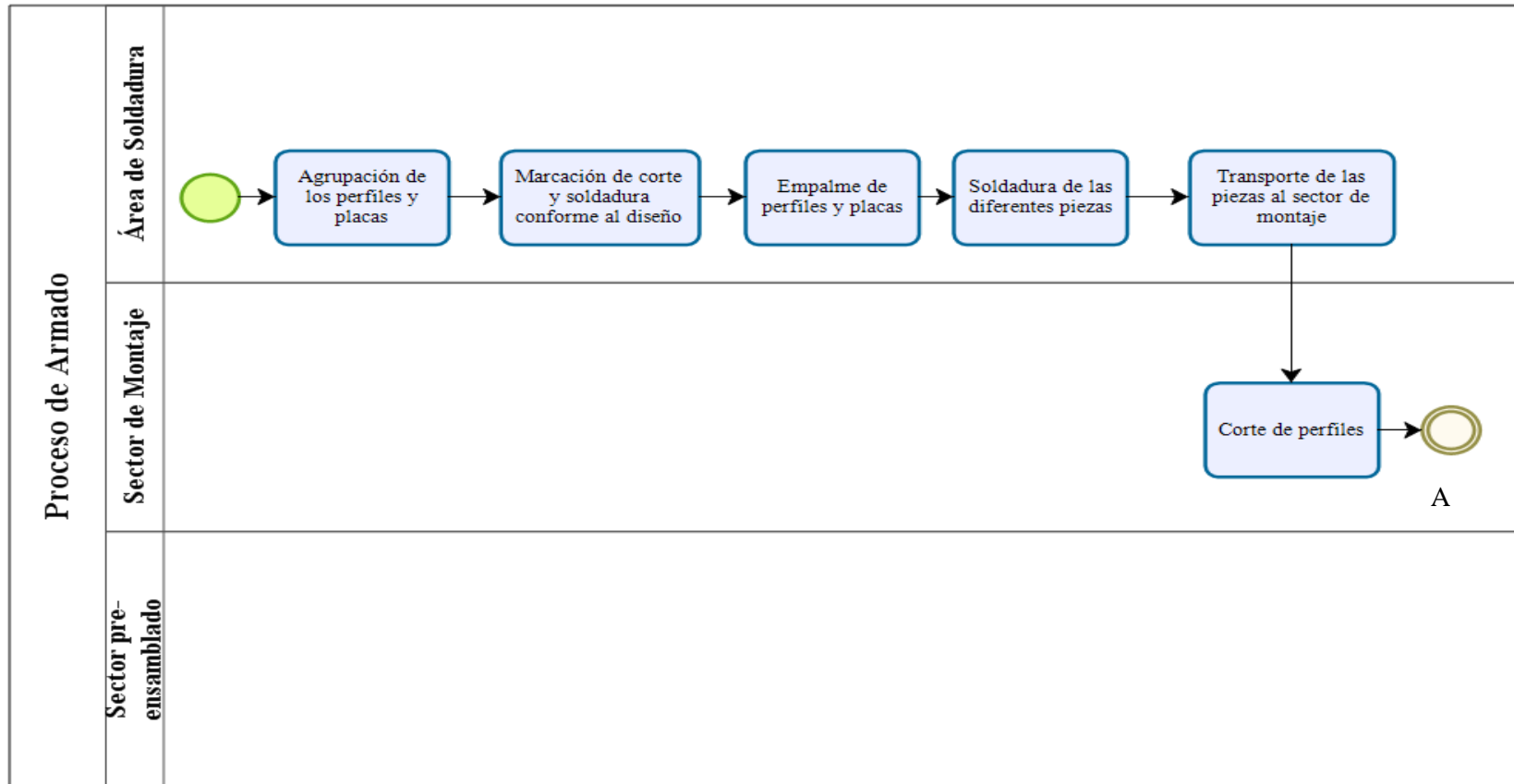


Gráfico 11. Diagrama Flujo de Procesos de Armado  
Elaborado por: García, 2018

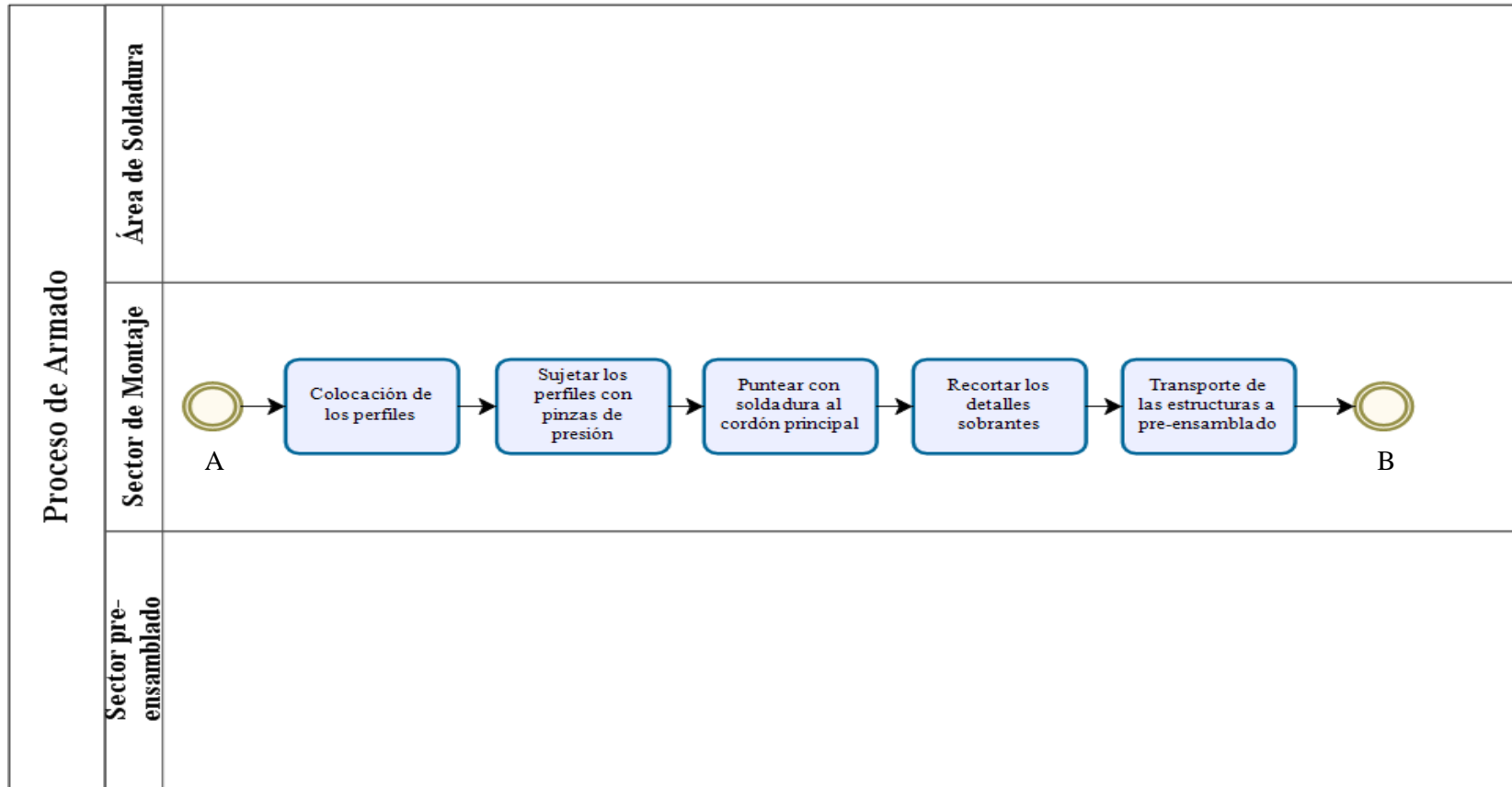


Gráfico 12. Diagrama Flujo de Procesos de Armado  
Elaborado por: García, 2018.

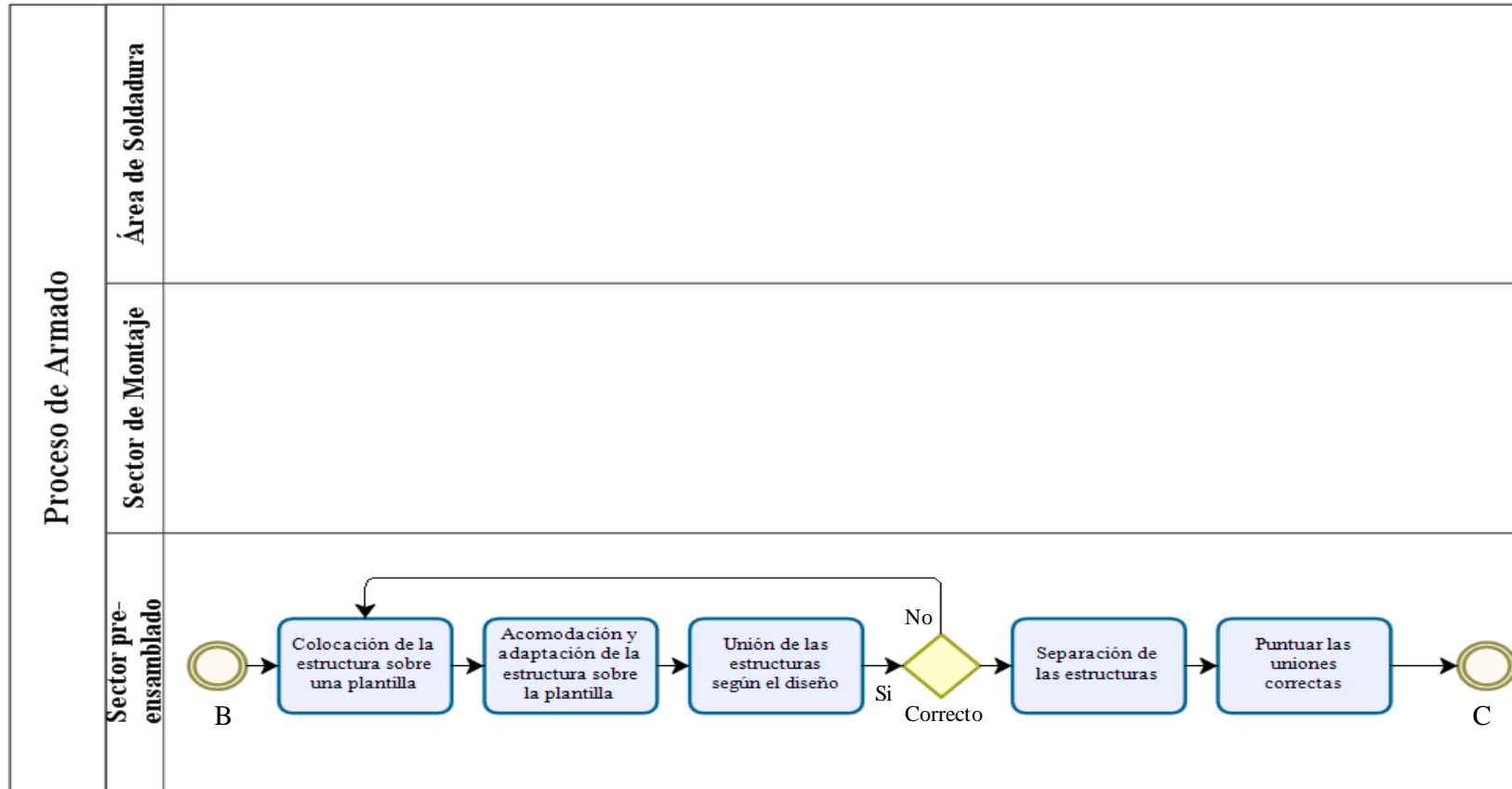


Gráfico 13. Diagrama Flujo de Procesos de Armado  
Elaborado por: García, 2018.

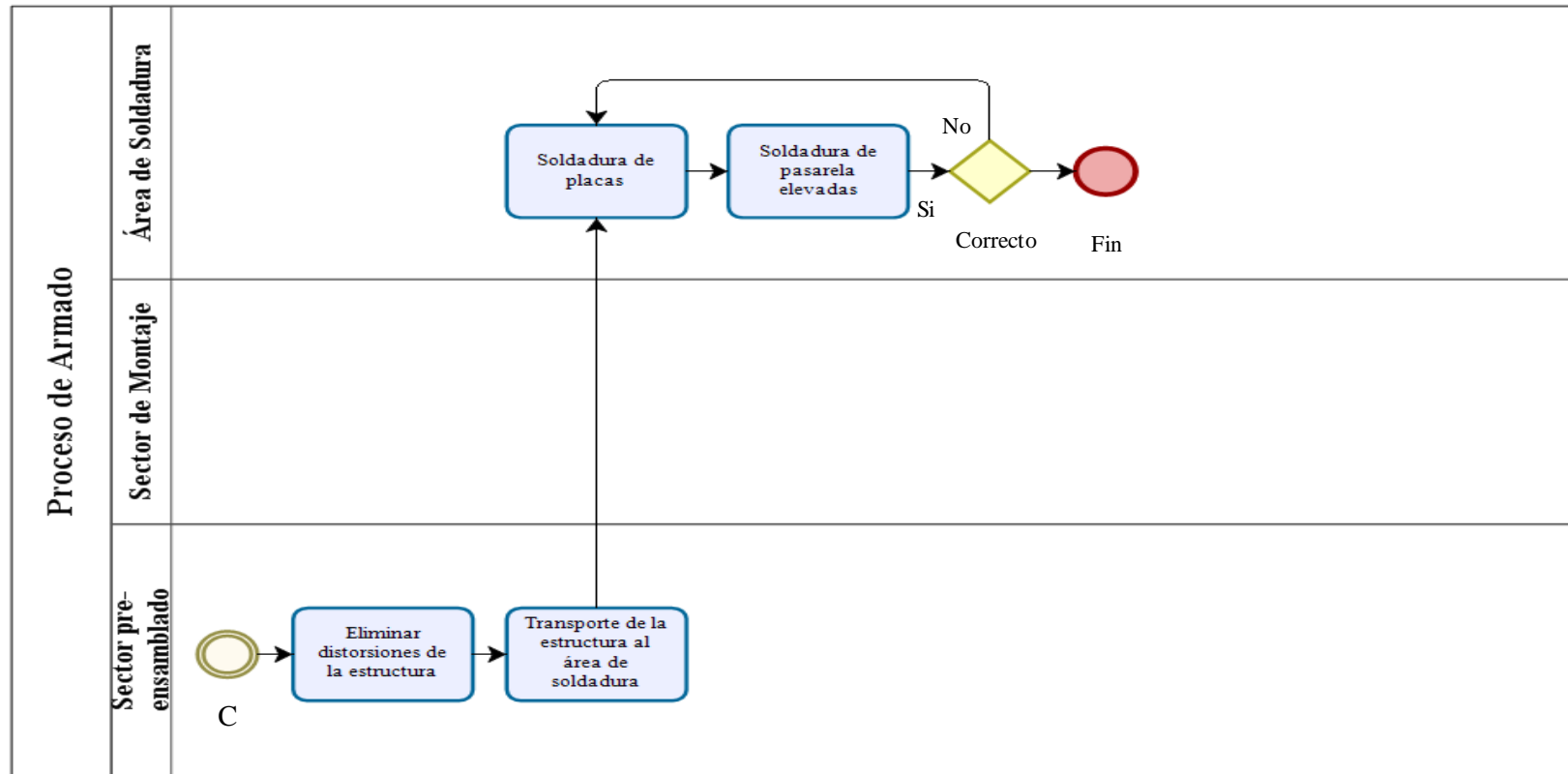


Gráfico 14. Diagrama Flujo de Procesos de Armado  
Elaborado por: García, 2018.



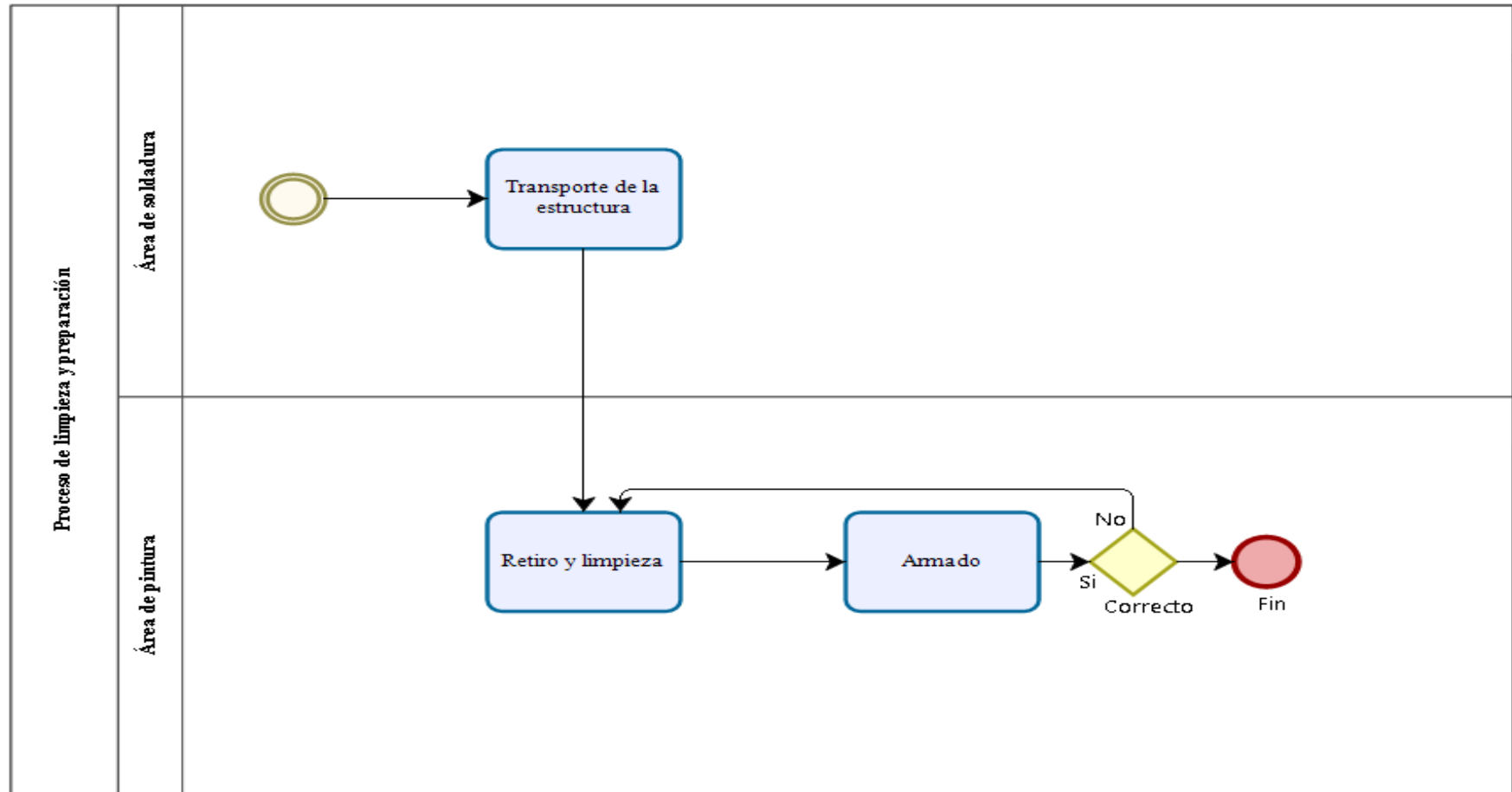


Gráfico 15. Diagrama Flujo de Limpieza y Preparación  
Elaborado por: García, 2018.

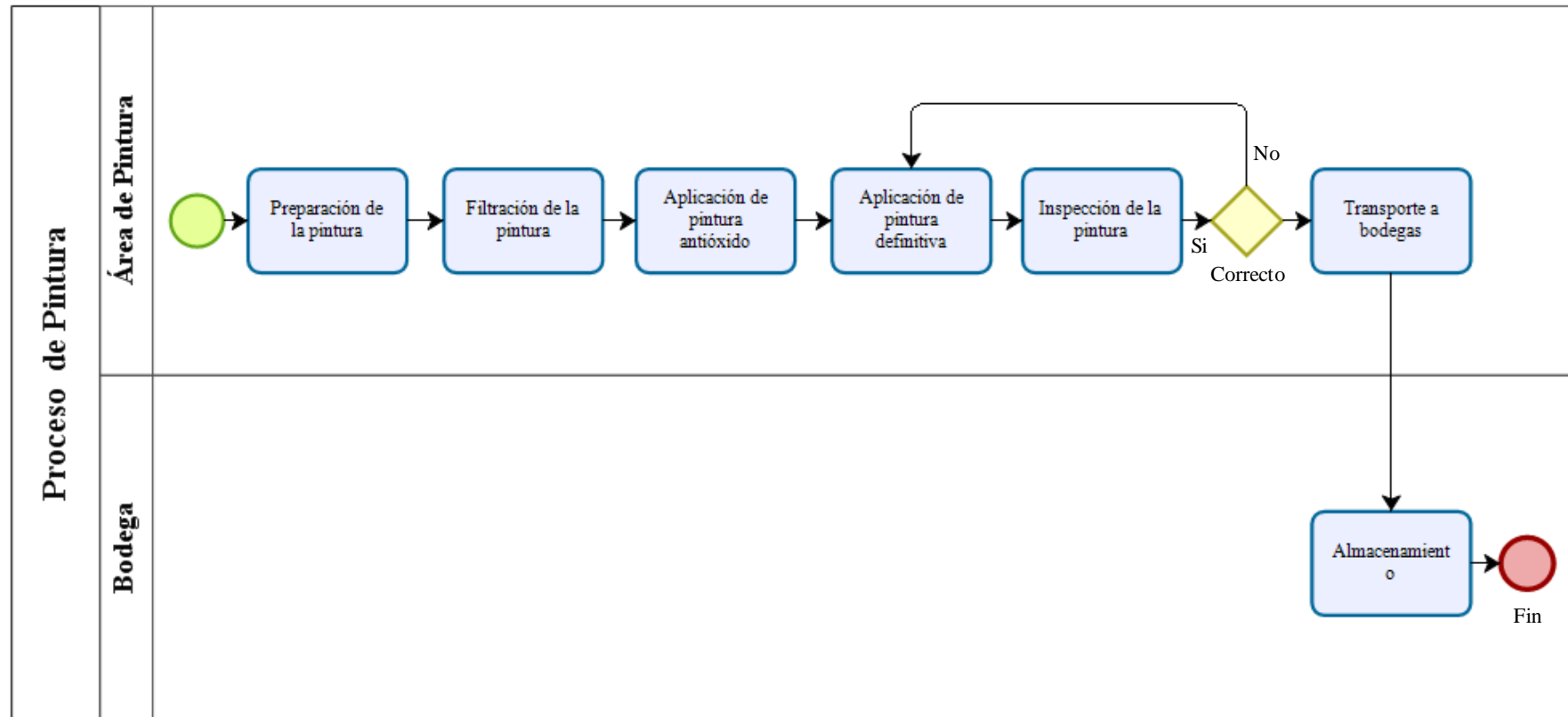


Gráfico 16. Diagrama Flujo de Procesos de Pintura  
Elaborado por: García, 2018.

## Estudio de los tiempos de la empresa “TEGMER”

Para el establecimiento de la situación actual del proceso de fabricación de estructuras metálicas, se desarrollará una matriz a fin de realizar los cálculos del tiempo promedio para las actividades que implica el proceso, así como el establecimiento del tiempo total promedio del proceso productivo.

La fórmula para el cálculo del tiempo promedio de cada actividad se detalla a continuación:

### Número de ciclos a cronometrar

A través de esta fórmula se puede obtener un 95% de confianza y precisión de +0.05 del elemento verdadero de tiempo límite. (Palacios, 2016)

$$N = \left( \frac{\sqrt{z^2(N' \sum x^2) - (\sum x)^2}}{k \sum x} \right)^2 \quad \text{Ec. 1}$$

### Tiempo Normal

$$\text{Tiempo } N = \frac{\text{T. Observado} * \text{A. Observada}}{\text{A. Normal}} \quad \text{Ec. 2}$$

### Tiempo Estándar

$$\text{Tiempo } S. = TN(1 + \% \text{Suplementos}) \quad \text{Ec. 3}$$

## Valoración Bedaux

La valoración se lo efectúa a través de la aplicación del método Bedaux, método muy conocido y además de ser utilizado comúnmente en este tipo en el estudio de tiempos. En la Tabla 22 se establece la escala de valoración del método:

Tabla 18. Descripción y valoración de desempeño

| Bedaux | Descripción del Desempeño   | Velocidad (km/h) |
|--------|---|------------------|
| 0      | Actividad Nula  | 0                |
| 40     | Muy lento, movimientos torpes inseguros, el operador parece dormido y sin interés en el trabajo.  | 3.2              |
| 60.    | Constante resuelto sin prisa como obrero no pagado a destajo pero bien dirigido y vigilado, parece lento pero no pierde el tiempo mientras lo observan. | 4.5              |
| 80     | Activo capaz de como obrero calificado medio pagado a destajo, logra con tranquilidad el nivel de precisión y calidad es bajo.                          | 6.4              |
| 100    | Muy rápido el operador actúa con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos muy por encima del operario calificado medio.                   | 8                |
| 120    | Excepcionalmente rápido concentración y esfuerzo intenso sin probabilidad de durar por largos periodos actuación de virtuosos.                          | 9.6              |

Elaborado por: García, 2018.

Fuente: (Cruelles, 2013)

## Suplementos según la OIT

Para las actividades de la empresa, se consideraron los suplementos proporcionados por la OIT expresado en la Tabla 23

Tabla 19. Sistemas de suplementos para cálculos OIT

| <b>TABLA DE SUPLEMENTOS POR DESCANSO</b>                               |          |   |          |
|--|----------|---|----------|
| <b>Suplementos Constantes</b>  | <b>H</b> | <b>Suplemento Variables</b>                       | <b>H</b> |
| Necesidades personales   | 5        | <b>e) Condiciones atmosféricas</b>                |          |
| Básico por fatiga  | 4        | <b>Índice de enfriamiento, termómetro de kata</b> |          |
| <b>Suplementos Variables</b>   | <b>H</b> | 16  | 0        |
| <b>a) Trabajo de pie</b>   |          | 14  | 0        |
| Trabajo de pie   | 2        | 12  | 0        |
| <b>b) Postura anormal</b>  |          | 10  | 3        |
| Ligeramente incómoda   | 0        | 8   | 10       |
| Incómoda (inclinada)   | 2        | 6   | 21       |
| Muy incómoda (echado, estirado)  | 7        | 5   | 31       |
| <b>c) Uso de fuerza o energía muscular (levantar, tirar o empujar)</b> |          | 4   | 45       |
| Peso levantado por kilogramos  |          | 3   | 64       |
| 2,5  | 0        | 2   | 100      |
| 5  | 1        | <b>f) Tensión Visual</b>                          |          |
| 7,5  | 2        | Trabajo de cierta posición                        | 0        |
| 10   | 3        | Trabajo de precisión o fatigoso                   | 2        |
| 12,5   | 4        | Trabajos de gran precisión                        | 5        |
| 15   | 5        | <b>g) Ruido</b>                                   |          |
| 17,5   | 6        | Continuo  | 0        |
| 20   | 9        | Intermitente y fuerte                             | 2        |
| 22,5   | 11       | Intermitente muy fuerte                           | 5        |
| 25   | 13       | Estridente y fuerte                               | 7        |
| 30   | 17       | <b>h) Tensión Mental</b>                          |          |
| 33,5   | 22       | Proceso algo complejo                             | 1        |
|  |          | Proceso complejo o tensión dividida               | 4        |
| <b>d) Iluminación</b>  |          | Proceso muy complejo                              | 8        |
| Ligeramente debajo de la potencia calculada                            | 0        | <b>i) Monotonía Mental</b>                        |          |
| Bastante debajo  | 2        | Trabajo algo monótono                             | 0        |
| Absolutamente insuficiente   | 5        | Trabajo bastante monótono                         | 1        |
|  |          | Trabajo muy monótono                              | 4        |
|  |          | <b>j) Monotonía Física</b>                        |          |
|  |          | Trabajo algo aburrido                             | 0        |
|  |          | Trabajo aburrido                                  | 2        |
|  |          | Trabajo muy aburrido                              | 5        |

Elaborado por: García Katy (2018)

Fuente: (OIT, 2016)

### Tiempos agregados los suplementos

En la Tabla 24 se observa los valores calculados conforme a los suplementos determinados en las actividades.

Tabla 20. Actividades del proceso más suplementos

| N° | ACTIVIDADES   | SUPLEMENTO                          | PORCENTAJE |
|----|---|-------------------------------------|------------|
| 1  | Pedido de material  | NP+MONOTONÍA MENTAL                 | 6%         |
| 2  | Transporte de material                                      | NP+FATIGA+ FUERZA                   | 12%        |
| 3  | Recepción de la materia prima                               | NP+FATIGA+ FUERZA                   | 12%        |
| 4  | Verificación de orden de compra y facturas.                 | NP+MONOTONÍA MENTAL                 | 6%         |
| 5  | Verificación de las especificaciones técnicas del material. | NP+T.PIE+ MONOT. MENTAL             | 8%         |
| 6  | Revisión de los materiales defectuosos                      | NP+FATIGA+ FUERZA+MONOT. MENTAL     | 13%        |
| 7  | Almacenamiento del material                                 | NP+FATIGA+ FUERZA                   | 12%        |
| 8  | Análisis de los planos                                      | NP+MONOTONÍA MENTAL                 | 6%         |
| 9  | Diseño del esquema de los planos                            | NP+MONOTONÍA MENTAL                 | 6%         |
| 10 | Diseño en plataformas web                                   | NP+MONOTONÍA MENTAL                 | 6%         |
| 11 | Revisión del diseño   | NP+MONOTONÍA MENTAL                 | 6%         |
| 12 | Trazo de cotas  | NP+TRABAJO DE PIE                   | 7%         |
| 13 | Preparación de piezas para soldadura                        | NP+PRECISIÓN+T.DIVIDIDA             | 11%        |
| 14 | Transportar los perfiles a la maquinaria de perforado       | NP+FATIGA+ FUERZA                   | 12%        |
| 15 | Perforar el acople de las juntas                            | NP+PRECISIÓN                        | 7%         |
| 16 | Control de trazos   | NP+PRECISIÓN+T.DIVIDIDA             | 11%        |
| 17 | Transporte del material al área de corte                    | NP+FUERZA 10KG+M.ABURRIDA           | 10%        |
| 18 | Corte de los perfiles o láminas                             | NP+T.PIE+R.CONTINUO+M.ALGOA BURRIDO | 7%         |
| 19 | Aislamiento de sobrantes                                    | NP+T.PIE+R.CONTINUO                 | 7%         |
| 20 | Inspección de los cortes                                    | NP+PRECISIÓN+T.DIVIDIDA             | 11%        |
| 21 | Agrupación de los perfiles según su tipo                    | NP+T.PIE+FATIGA 5KG+M.ABURRIDA      | 10%        |

|    |   |  |     |
|----|---|--|-----|
| 22 | Marcación de corte y soldadura conforme al diseño                                 | NP+P.MUY INCÓMODA+T. GRAN PRECISIÓN+ M. BASTANTE MONÓTONO    | 13% |
| 23 | Empalme de perfiles y placas  | NP+T.PIE+R.INTERMITENTE+M.A BURRIDO                          | 11% |
| 24 | Soldadura de las diferentes piezas  | NP+T.PIE+T.PRECISA+T. ALGO COMPLEJA                          | 10% |
| 25 | Transporte de las piezas al sector de montaje                                     | NP+T.PIE+P.INCÓMODA+FATIGA 15KG                              | 14% |
| 26 | Corte de perfiles   | NP+FATIGA 15 KG+R. MUY FUERTE                                | 15% |
| 27 | Colocación de los perfiles unos sobre otros                                       | NP+FATIGA 15KG+M.ABURRIDO                                    | 12% |
| 28 | Sujetar los perfiles con pinzas de presión  | NP+T.PIE   | 7%  |
| 29 | Puntear con soldadura al cordón principal   | NP+T.PIE+T.PRECISIÓN   | 9%  |
| 30 | Recortar los detalles sobrantes   | NP+T.PIE+P.INCÓMODA+R.FUERTE                                 | 16% |
| 31 | Transporte de las estructuras a pre-ensamblado                                    | NP+MONOTONÍA+ TRABAJO DE PIE                                 | 7%  |
| 32 | Colocación de la estructura sobre una plantilla similar a ésta                    | NP+MONOTONÍA+ TRABAJO DE PIE                                 | 7%  |
| 33 | Acomodación y adaptación de la estructura sobre la plantilla                      | NP+FATIGA 15KG   | 10% |
| 34 | Unión de las estructuras según el diseño  | NP+FATIGA 15KG   | 10% |
| 35 | Verificación de la medición y longitud exacta de las estructuras pre-establecidas | NP+T.GRAN PRECISIÓN+TENSION DIVIDIDA                         | 14% |
| 36 | Separación de las estructuras   | NP+FATIGA 15KG   | 10% |
| 37 | Puntuar las uniones correctas   | NP+P.INCÓMODA+R.INTERMITENTE                                 | 9%  |
| 38 | Eliminar distorsiones de la estructura  | NP+T.PIE+P.MUY INCÓMODA+T.PRECISIÓN+R.MUY FUERTE+T.A BURRIDO | 23% |
| 39 | Transporte de la estructura al área de soldadura                                  | NP+MONOTONÍA+ TRABAJO DE PIE                                 | 7%  |
| 40 | Soldadura de placas   | NP+P.INCÓMODA+FATIGA KG 7+R.INTERMITENTE                     | 12% |
| 41 | Soldadura de pórtico  | NP+P.INCÓMODA+FATIGA KG 7+R.INTERMITENTE                     | 11% |
| 42 | Verificación de la estructura   | NP+T.PRECISIÓN+T.MONÓTONO                                    | 7%  |
| 43 | Transporte de la estructura   | NP+MONOTONÍA+ TRABAJO DE PIE                                 | 7%  |

|    |   |  |     |
|----|---|--|-----|
| 44 | Retiro de imperfecciones                            | NP+T.PIE+P.MUY INCÓMODA+R.MUY FUERTE+T.ABURRIDO    | 21% |
| 45 | Proceso de arenado (limpieza de grasas e impurezas) | NP+T.PIE+P.INCÓMODA+R.INTERMITENTE+T.ABURRIDO      | 13% |
| 46 | Inspección del proceso de limpieza                  | NP+PRECISIÓN+T.DIVIDIDA                            | 11% |
| 47 | Preparación de la pintura                           | NP+T.PIE   | 7%  |
| 48 | Filtración de la pintura                            | NP+T.PIE   | 7%  |
| 49 | Aplicación de pintura anti óxido                    | NP+T.PIE+P.INCLINADA+M.ABURRIDA                    | 16% |
| 50 | Aplicación de pintura definitiva (5 capas)          | NP+T.PIE+P.INCLINADA+R.INTERMITENTE+M.MUY ABURRIDA | 16% |
| 51 | Inspección de la pintura                            | NP+PRECISIÓN+T.DIVIDIDA                            | 11% |
| 52 | Transporte a bodega                                 | NP+MONOTONÍA+ TRABAJO DE PIE                       | 7%  |
| 53 | Almacenamiento                                      | NP+T.PIE+FUERZA+M.FÍSICA                           | 12% |

Elaborado por: García, 2018.

Fuente: (OIT, 2016)



## Tiempos de la empresa TEGMER

Tabla 21. Tiempos de la empresa TEGMER

| N° | Actividades   | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10     | T. Promedio | A0 | T. Normal | Sup. | T. Estándar |
|----|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------------|----|-----------|------|-------------|
| 1  | Pedido de material  | 30,1  | 29,3  | 29,2  | 30,5  | 30,1  | 29,5  | 30,5  | 31,2  | 30,8  | 28,9   | 30,01       | 60 | 30,01     | 6%   | 31,81       |
| 2  | Transporte de material                                      | 50    | 49,8  | 48,9  | 49    | 49,2  | 50,1  | 49,5  | 50,3  | 50    | 50,1   | 49,69       | 60 | 49,69     | 12%  | 55,65       |
| 3  | Recepción de la materia prima                               | 50,2  | 50,1  | 50,1  | 50    | 49,1  | 48,2  | 49,6  | 49,8  | 48,2  | 49,2   | 49,45       | 80 | 65,93     | 12%  | 73,85       |
| 4  | Verificación de orden de compra y facturas.                 | 45    | 45    | 45    | 38    | 40    | 45    | 44    | 39    | 42    | 43     | 42,6        | 60 | 42,6      | 6%   | 45,16       |
| 5  | Verificación de las especificaciones técnicas del material. | 10,5  | 10    | 9,8   | 10,2  | 11,3  | 10,5  | 9,5   | 10,8  | 10,7  | 10,8   | 10,41       | 60 | 10,41     | 8%   | 11,24       |
| 6  | Revisión de los materiales defectuosos                      | 40,3  | 41,5  | 42,3  | 40,5  | 48,8  | 40,2  | 40,9  | 42    | 45,3  | 43,1   | 42,49       | 80 | 56,65     | 13%  | 64,02       |
| 7  | Almacenamiento del material                                 | 30,9  | 30,1  | 35,2  | 32,5  | 30,6  | 29,6  | 30,5  | 31,5  | 30,8  | 30,6   | 31,23       | 60 | 31,23     | 12%  | 34,98       |
| 8  | Análisis de los planos                                      | 120   | 120   | 120   | 120   | 120   | 120   | 120   | 120   | 120   | 120    | 120         | 60 | 120,00    | 6%   | 127,20      |
| 9  | Diseño del esquema de los planos                            | 150   | 151   | 150   | 150   | 150   | 150   | 150   | 150   | 150   | 150    | 150         | 60 | 150,00    | 6%   | 159,00      |
| 10 | Diseño en plataformas web                                   | 300   | 300   | 300   | 300   | 300   | 300   | 300   | 300   | 300   | 300    | 300         | 60 | 300,00    | 6%   | 318,00      |
| 11 | Revisión del diseño   | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30     | 30          | 60 | 30,00     | 6%   | 31,80       |
| 12 | Trazo de cotas  | 55,2  | 55,2  | 55,9  | 55,2  | 57,2  | 55,8  | 55,6  | 55,2  | 55,6  | 57,2   | 55,81       | 60 | 55,81     | 7%   | 59,72       |
| 13 | Preparación de piezas para soldadura                        | 120,1 | 120,3 | 123,5 | 122,5 | 124,2 | 120,5 | 121,3 | 120,5 | 120,8 | 120,9  | 121,46      | 60 | 121,46    | 11%  | 134,82      |
| 14 | Transportar los perfiles a la maquinaria de perforado       | 30,8  | 30,9  | 30,5  | 29,5  | 28,4  | 24,3  | 26,1  | 31,4  | 32,4  | 30,8   | 29,51       | 60 | 29,51     | 12%  | 33,05       |
| 15 | Perforar el acople de las juntas                            | 180,5 | 181,5 | 181,5 | 182,3 | 180,6 | 180,7 | 181,6 | 183,5 | 178,5 | 180,26 | 181,096     | 60 | 181,10    | 7%   | 193,77      |
| 16 | Control de trazos   | 15,2  | 15,3  | 15    | 15    | 15,3  | 16,2  | 14,2  | 16,8  | 16,1  | 15,8   | 15,49       | 80 | 20,65     | 11%  | 22,93       |

|    |  |       |       |       |      |      |       |      |       |       |       |        |    |        |     |        |
|----|--|-------|-------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|--------|----|--------|-----|--------|
| 17 | Transporte del material al área de corte                       | 15,5  | 15,2  | 14,5  | 14,3 | 14,9 | 15,2  | 15   | 15    | 14,2  | 15,3  | 14,91  | 60 | 14,91  | 10% | 16,40  |
| 18 | Corte de los perfiles o láminas                                | 70    | 70,5  | 70,6  | 70,9 | 71,2 | 72,3  | 70,2 | 70,5  | 70,6  | 70,9  | 70,77  | 80 | 94,36  | 7%  | 100,97 |
| 19 | Aislamiento de sobrantes                                       | 35,1  | 35,2  | 35,2  | 35,4 | 33,5 | 34,2  | 35   | 36,4  | 35,2  | 36,1  | 35,13  | 60 | 35,13  | 7%  | 37,59  |
| 20 | Inspección de los cortes                                       | 10    | 10,1  | 10,1  | 10   | 10   | 10,2  | 9,2  | 9,3   | 10,2  | 10,5  | 9,96   | 60 | 9,96   | 11% | 11,06  |
| 21 | Agrupación de los perfiles según su tipo                       | 18,4  | 18,5  | 18,4  | 18,3 | 18,4 | 18,5  | 18,5 | 18,4  | 18,4  | 18,3  | 18,41  | 80 | 24,55  | 10% | 27,00  |
| 22 | Marcación de corte y soldadura conforme al diseño              | 35,8  | 36    | 35    | 33   | 35   | 35,7  | 35,8 | 36,2  | 35,1  | 36,2  | 35,38  | 80 | 47,17  | 13% | 53,31  |
| 23 | Empalme de perfiles y placas                                   | 68,3  | 68,2  | 68,3  | 68,3 | 68   | 68    | 70,5 | 71    | 75,4  | 12,3  | 63,83  | 80 | 85,11  | 11% | 94,47  |
| 24 | Soldadura de las diferentes piezas                             | 172,5 | 175,3 | 172,5 | 175  | 175  | 174,3 | 175  | 177,4 | 174,1 | 177,2 | 174,83 | 60 | 174,83 | 10% | 192,31 |
| 25 | Transporte de las piezas al sector de montaje                  | 10,5  | 10,5  | 10,4  | 10,5 | 10,4 | 10    | 10   | 10,3  | 10,5  | 11,2  | 10,43  | 60 | 10,43  | 14% | 11,89  |
| 26 | Corte de perfiles  | 70,3  | 70,3  | 70,1  | 70,3 | 70,3 | 70,1  | 72,5 | 70,4  | 70,4  | 71,5  | 70,62  | 60 | 70,62  | 15% | 81,21  |
| 27 | Colocación de los perfiles (unos sobre otros)                  | 8,2   | 8,3   | 8,2   | 8,4  | 8,3  | 8,4   | 8,3  | 8,4   | 8,3   | 9,5   | 8,43   | 60 | 8,43   | 12% | 9,44   |
| 28 | Sujetar los perfiles con pinzas de presión                     | 6,3   | 6,2   | 6,6   | 6,3  | 6,4  | 6,2   | 6,4  | 6,4   | 6,4   | 6,2   | 6,34   | 60 | 6,34   | 7%  | 6,78   |
| 29 | Puntear con soldadura al cordón principal                      | 54,3  | 54,3  | 54,2  | 54   | 54   | 54    | 54,3 | 54,2  | 54    | 53,6  | 54,09  | 80 | 72,12  | 9%  | 78,61  |
| 30 | Recortar los detalles sobrantes                                | 15,6  | 15,7  | 15,6  | 16   | 17   | 20,3  | 15,6 | 16,6  | 15,4  | 14,7  | 16,25  | 60 | 16,25  | 16% | 18,85  |
| 31 | Transporte de las estructuras a pre-ensamblado                 | 3,5   | 3,5   | 3,6   | 3,5  | 3,5  | 3,2   | 3,2  | 3     | 3,5   | 3,8   | 3,43   | 60 | 3,43   | 7%  | 3,67   |
| 32 | Colocación de la estructura sobre una plantilla similar a ésta | 2,2   | 2     | 1,9   | 1,9  | 2    | 2     | 2    | 2     | 2,1   | 2,2   | 2,03   | 80 | 2,71   | 7%  | 2,90   |
| 33 | Acomodación y adaptación de la estructura sobre la plantilla   | 1,2   | 1,2   | 1     | 1    | 1    | 1     | 1,1  | 1     | 1     | 1     | 1,05   | 60 | 1,05   | 10% | 1,16   |
| 34 | Unión de las estructuras según el diseño                       | 1,5   | 1,6   | 1,6   | 1,5  | 1,5  | 1,5   | 1,6  | 1,5   | 1,6   | 1,5   | 1,54   | 60 | 1,54   | 10% | 1,69   |

|              |   |       |       |       |       |       |       |      |      |       |       |                |    |                |     |                |
|--------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|----------------|----|----------------|-----|----------------|
| 35           | Verificación de la medición y longitud exacta de las estructuras pre-establecidas | 4,2   | 4,3   | 4,3   | 4,4   | 4,2   | 4,2   | 4,3  | 4,4  | 4,3   | 4,9   | 4,35           | 60 | 4,35           | 14% | 4,96           |
| 36           | Separación de las estructuras   | 1     | 1     | 1,2   | 1     | 1     | 1,1   | 1,1  | 1    | 1     | 1,1   | 1,05           | 60 | 1,05           | 10% | 1,16           |
| 37           | Puntuar las uniones correctas   | 45    | 50,1  | 50,5  | 55    | 45,6  | 47,2  | 53,2 | 52,2 | 50,1  | 50,8  | 49,97          | 60 | 49,97          | 9%  | 54,47          |
| 38           | Eliminar distorsiones de la estructura  | 94,3  | 93,4  | 93,4  | 93,2  | 93,5  | 94,3  | 94,2 | 93,2 | 94,1  | 93,5  | 93,71          | 60 | 93,71          | 23% | 115,26         |
| 39           | Transporte de la estructura al área de soldadura                                  | 5     | 5,1   | 4,9   | 5,1   | 5,6   | 6,2   | 6,5  | 6,2  | 5,8   | 5     | 5,54           | 60 | 5,54           | 7%  | 5,93           |
| 40           | Soldadura de placas   | 175,9 | 176   | 176,1 | 178,3 | 178,4 | 178,4 | 178  | 178  | 177,3 | 178,6 | 177,5          | 60 | 177,50         | 12% | 198,80         |
| 41           | Soldadura de porticos   | 64,2  | 64,2  | 64,1  | 64,3  | 64,1  | 64,3  | 64,2 | 64,3 | 64,2  | 63,5  | 64,14          | 80 | 85,52          | 11% | 94,93          |
| 42           | Verificación de la estructura   | 15    | 15,2  | 15,6  | 15,9  | 15,8  | 14,6  | 15,3 | 13,2 | 16,5  | 15,7  | 15,28          | 60 | 15,28          | 7%  | 16,35          |
| 43           | Transporte de la estructura   | 10,8  | 1,9   | 10,8  | 9,5   | 9,8   | 10,6  | 10,7 | 10,8 | 10,9  | 10,8  | 9,66           | 60 | 9,66           | 7%  | 10,34          |
| 44           | Retiro de imperfecciones  | 34,2  | 34,2  | 34,3  | 35,3  | 35,6  | 34,6  | 35,3 | 34   | 35    | 33,5  | 34,6           | 60 | 34,6           | 21% | 41,87          |
| 45           | Proceso de armado (limpieza de grasas e impurezas)                                | 44,2  | 45,1  | 44,3  | 44,5  | 44,6  | 45    | 44,2 | 44,2 | 44,3  | 43,8  | 44,42          | 60 | 44,42          | 13% | 50,19          |
| 46           | Inspección del proceso de limpieza  | 8     | 8,1   | 9,5   | 9,4   | 9,7   | 9,5   | 9,7  | 9,2  | 10,5  | 11    | 9,46           | 60 | 9,46           | 11% | 10,50          |
| 47           | Preparación de la pintura   | 15    | 16,2  | 16,8  | 16,2  | 15,8  | 15,7  | 15,1 | 14,2 | 13,9  | 15    | 15,39          | 60 | 15,39          | 7%  | 16,47          |
| 48           | Filtración de la pintura  | 5,2   | 5,6   | 5,2   | 5,9   | 5,6   | 4,9   | 4,8  | 6,5  | 6,2   | 5,2   | 5,51           | 60 | 5,51           | 7%  | 5,90           |
| 49           | Aplicación de pintura anti óxido  | 58,3  | 60,1  | 60,3  | 65,3  | 60,1  | 60,3  | 60,2 | 60,3 | 60,1  | 59,7  | 60,47          | 60 | 60,47          | 16% | 70,15          |
| 50           | Aplicación de pintura definitiva (5 capas)  | 182,5 | 180,1 | 179,3 | 182,6 | 181,2 | 180,3 | 180  | 180  | 183,2 | 182,6 | 181,18         | 80 | 241,57         | 16% | 280,23         |
| 51           | Inspección de la pintura  | 5,1   | 5,8   | 5,9   | 5,6   | 5,1   | 5,7   | 4,9  | 4,3  | 5,6   | 5,4   | 5,34           | 60 | 5,34           | 11% | 5,93           |
| 52           | Transporte a bodega   | 40,2  | 40,1  | 41,5  | 42,3  | 42,3  | 43,5  | 42,5 | 45,3 | 44,2  | 40,5  | 42,24          | 60 | 42,24          | 7%  | 45,20          |
| 53           | Almacenamiento  | 2     | 2,3   | 2     | 2     | 1,9   | 2,6   | 2    | 2    | 2     | 2     | 2,08           | 60 | 2,08           | 12% | 2,33           |
| <b>Total</b> |   |       |       |       |       |       |       |      |      |       |       | <b>2678,57</b> |    | <b>2877,65</b> |     | <b>3177,23</b> |

Elaborado por: García, 2018.

Fuente: (OIT, 2016)

## Productividad Actual del proceso de producción de la empresa TEGMER

La empresa TEGMER produce mensualmente una estructura metálica, está conformado por 4 trabajadores en el proceso productivo. Para el presente estudio, se ha analizado el diseño y la elaboración de cada producto; de tal modo, que permita la toma de tiempos. Además la jornada laboral de la organización es de 8 horas, cuyo horario de trabajo es de 8.30 am a 17.00 pm. En el transcurso de la jornada laboral se desarrolla diferentes actividades, entre una de ellas figura el proceso productivo de las estructuras metálicas.

## Costos de producción

Una de las materias primas principales para dar lugar a todo este proceso son las planchas de acero, puesto que constituye una herramienta óptima, ideal para la garantía del producto final. En la Tabla 26 se observa los costos de producción de la materia prima de la empresa TEGMER.

Tabla 22. Costos de Producción

| Materia Prima           |         |            |                    |                     |
|-------------------------|---------|------------|--------------------|---------------------|
| Tipo                    | Mes (m) | Valor (\$) | Valor por mes (\$) | Unidades Producidas |
| Plancha o loza de acero | 100     | 45         | 4500               | 1                   |
| Perfil de acero         | 150     | 20         | 3000               |                     |
| Ángulos                 | 140     | 20         | 2800               |                     |
| Correas                 | 10      | 20         | 200                |                     |
| Varillas 20 mm          | 50      | 6          | 300                |                     |
| Piedras de esmeril      | 2       | 13         | 26                 |                     |
| Electrodos              | 1       | 21         | 21                 |                     |
| Gratas                  | 2       | 5          | 10                 |                     |

Elaborado por: García, 2018.

### Productividad Mono Factorial

$$P = \frac{\text{Salidas (unidades producidas)}}{\text{Entrada (materia prima)}} \quad \text{Ec. 4}$$

$$P = \frac{1 \text{ unidad}}{10857 \$}$$

$$P = 9,21 \text{ unidades}/\$$$

Para la elaboración de una estructura metálica KG1, según los datos proporcionados por TEGMER, se utiliza la materia prima señalada con un total de \$10857; permitiendo identificar la productividad de 9,21 unidad/\$

### Costo de producción de mano de obra

En la Tabla 27, se observa los costos de mano de obra.

Tabla 23. Costos de Producción Mano de Obra

| N°       | Número de operarios | Horas día | Costo día    | Días de trabajo | Costo total mensual |
|----------|---------------------|-----------|--------------|-----------------|---------------------|
| 1        | Jefe de producción  | 8         | 30,43        | 23              | 700                 |
| 1        | Supervisor          | 8         | 30,43        | 23              | 700                 |
| 4        | Operarios           | 8         | 17,83        | 23              | 1640                |
| <b>6</b> |                     |           | <b>TOTAL</b> |                 | <b>3040</b>         |

Elaborado por: García, 2018.

### Productividad Mono Factorial (mano de obra)

$$P = \frac{\text{Salidas (unidades producidas)}}{\text{Entrada (mano de obra)}} \quad \text{Ec. 5}$$

$$P = \frac{1 \text{ unidad}}{4 \text{ operarios}}$$

$$P = 0.25 \text{ unidades/operarios.mes}$$

En la empresa TEGMER, la producción mensual es de una estructura KG1, para dar lugar a este proceso, hay un total de 4 operarios quienes se involucran en las actividades de esta fase. Para lo cual, se obtiene como resultado de la productividad de cada operario al mes de 0.25 unidades/operarios. mes

### Costo de energía eléctrica

En la Tabla 28, se observa los costos de energía eléctrica.

Tabla 24. Costo de energía eléctrica

| Mes        | Consumo Mensual KW/h | Costo |
|------------|----------------------|-------|
| Enero      | 515                  | 46,35 |
| Febrero    | 478                  | 43,02 |
| Marzo      | 525                  | 47,25 |
| Abril      | 412                  | 37,08 |
| Mayo       | 517                  | 46,53 |
| Junio      | 503                  | 45,27 |
| Julio      | 521                  | 46,89 |
| Agosto     | 506                  | 45,54 |
| Septiembre | 513                  | 46,17 |
| Octubre    | 530                  | 47,70 |
| Noviembre  | 478                  | 43,02 |
| Diciembre  | 492                  | 44,28 |
| Promedio   | 499,17               | 44,93 |

Elaborado por: García, 2018.

### Productividad Mono factorial o Parcial Mensual (energía eléctrica)

$$P = \frac{\text{Salidas (unidades elaboradas)}}{\text{Entrada (energía eléctrica en kw)}} \quad \text{Ec. 6}$$

$$P = \frac{1 \text{ unidad}}{499,17 \text{ kw/h}}$$

$$P = 0,0020 \text{ unidades/kw hora. mes}$$

Para la fabricación de la estructura metálica KG1, se utiliza un promedio de 499,17 Kw/h, de manera que permite el desarrollo del producto final. Para ello se tiene una productividad de 0,0020 unidades/kw hora. mes

### Insumos

En la Tabla 29, se observa los costos de insumos

Tabla 25. Insumos

| Insumos                    | Valor/<br>unidad (\$) | Cantidad por<br>mes | Valor<br>Mensual |
|----------------------------|-----------------------|---------------------|------------------|
| Oxígeno                    | 60,00                 | 1                   | 60,00            |
| Anticorrosivo              | 50,00                 | 1/2 gl.             | 25,00            |
| Gas Butano                 | 60,00                 | 1                   | 60,00            |
| Cepillo copa de<br>alambre | 3,00                  | 4                   | 12,00            |
| Mangas para<br>soldador    | 18,00                 | 5                   | 90,00            |
| Disco de corte             | 1,70                  | 8                   | 13,60            |
| Copa de desbaste           | 15,00                 | 4                   | 60,00            |
| Guantes de carnaza         | 14,00                 | 5                   | 70,00            |
| Guantes de<br>soldador     | 13,00                 | 5                   | 65,00            |
| Pintura                    | 80,00                 | 1 gl.               | 80,00            |
| Disco de desbaste          | 12,00                 | 8                   | 96,00            |
| Filtros de pintura         | 0,10                  | 10                  | 1,00             |
| Disolventes                | 25,00                 | 1 gl.               | 25,00            |
| Anti desengrasante         | 30,00                 | 2 lt.               | 60,00            |
| <b>Total</b>               |                       |                     | <b>717,60</b>    |

Elaborado por: García, 2018.

### Costo de comercialización de las estructuras metálicas KG1

El costo de una estructura metálica depende mucho de su diseño y de los requerimientos del cliente; sin embargo conforme con los datos proporcionados por la empresa TEGMER, se ha efectuado un promedio por estructura metálica de tipo KG1 con un costo de 30.000 USD.

## Productividad Multifactorial

Para la obtención del valor de la productividad multifactorial, se debe tener en cuenta los valores de cada productividad mono factorial, mismos que han sido desarrollado en operaciones previas, por lo que se dará lugar al remplazo de la siguiente fórmula:

$$P = \frac{\text{Valor de la producción (precio * cantidad)}}{(\text{materia prima} + \text{mano de obra} + \text{energía} + \text{insumos})} \quad \text{Ec. 7}$$

$$P = \frac{1 * 30000}{10857 + 3040 + 44,93 + 717,60}$$

$$P = \frac{30.000}{14.659,53}$$

$$P = 2,05$$

### Interpretación de la productividad global (PG):

PG > 1 Indica que la producción origina unos ingresos mayores a los costes (GANANCIA).

PG=1, Indica que la producción origina unos ingresos iguales a los costes

PG <1, Indica que la producción origina menos ingresos que costes (PÉRDIDA)

De acuerdo con los cálculos desarrollados, se obtiene un productividad de 2,05; por lo que refleja un valor superior a 1 (PG>1). En consecuencia el cálculo estipula una ganancia del 20% mensual para la producción de la empresa TEGMER.



## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

Para dar lugar al desarrollo de los resultados del presente trabajo de investigación, se considera los datos realizados en el estudio técnico vinculado con el proceso de producción de estructuras metálicas de tipo KG1 de la empresa “TEGMER”

#### **Análisis de la caracterización de procesos**

A través de la norma ISO 9001-2015 numeral 4.4, se determina que para un óptimo funcionamiento de las actividades que se desarrollan en la empresa “TEGMER”, es intrínseco la recopilación de datos e información de la situación actual a través de las fichas de caracterización. Este instrumento permite identificar las actividades de forma sistematizada de los procesos que se efectúa en la empresa, estipulando sus entradas, productos y salidas.

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

A través de la representación gráfica de los procesos, se estableció una serie de tareas o actividades que se desarrollan en cada proceso con sus tiempos, así también se puede observar las operaciones que se realizan en la empresa, transporte, espera, inspección y almacenado. En esta fase del estudio técnico se determina la distancia total en la que se realiza el proceso productivo de construcción de estructuras metálicas de tipo KG1.

En el diagrama de flujos de proceso de diseño de planos, se identifica un total de 4 operaciones cuyo tiempo es de 600 minutos; así también se identifica 3 operaciones con un tiempo de 5700 minutos y una inspección de 30 minutos. En esta fase del proceso es importante verificar los materiales a emplearse y el proceso de producción que se llevará a cabo a partir de la fase de planos constructivos.

En el diagrama de flujos de proceso de control de calidad, se identifica un total de 5 operaciones cuyo tiempo es de 175 minutos; así también 1 transportes con un tiempo de 50 minutos y un almacenamiento de 50 minutos. En esta fase del proceso es importante verificar que el material ingresado cumpla con la normativa de calidad, de tal forma que la fabricación del mismo no genere ningún contratiempo.

En el diagrama de flujo de procesos de trazado se detalla la existencia de 3 operaciones con un tiempo estimado de 355 minutos; 1 transporte cuyo tiempo es de 30 minutos y una inspección con un tiempo de 15 minutos. En el proceso de trazado es importante considerar las medidas acordes a la construcción de la estructura metálica; así también, es necesario que la inspección se lo efectúe de manera exhaustiva, de manera que este proceso se lo desarrolle adecuadamente.

En el diagrama de flujo de proceso de corte, se ha establecido un total de 3 operaciones cuyo tiempo es de 120 minutos; además de 1 almacenamiento con un tiempo estimado de 10 minutos. Esta fase del proceso es importante tomar en cuenta los trazos desarrollados en el proceso anterior, así como el aislamiento de sobrantes y defectos producido por los cortes.

En el diagrama de flujo de proceso de limpieza y preparación, se detalla un total de 2 operaciones con un tiempo de 74 minutos; 1 transporte cuyo tiempo es de 10 minutos y finalmente una inspección con un tiempo de 8 minutos. En este proceso, es imperativo que la mano de obra realice una limpieza profunda y exhaustiva para dar lugar al siguiente proceso productivo.

Y por último, en el diagrama de flujo de proceso de pintura existe un total de 4 operaciones con un tiempo de 75 minutos; 1 transporte cuyo tiempo estimado es de 40 minutos; 1 inspección de 5 minutos y 1 almacenamiento de 2 minutos. Este

constituye la última fase del proceso de producción, permitiendo entregar el producto final.

### **Análisis del diagrama de flujo de procesos operativos**

El diagrama de flujo de procesos operativos se desarrolló a través del software libre BIZAGI, posibilitando la representación gráfica de las tareas que realizan en el proceso de construcción de estructuras metálicas, así como las decisiones que se llevan a cabo para afianzar un óptimo funcionamiento de cada proceso, permitiendo que el producto final sea el requerido por el cliente.

### **Análisis de los Tiempos de la Empresa “TEGMER”**

#### **Análisis del Tiempo Promedio**

El tiempo observado de cada actividad se efectúa en el área de producción a partir de los diferentes procesos que implica la fabricación de estructuras metálicas. Para ello, se consideró la toma de tiempos de cada actividad, tomando en cuenta un cronometraje de 10 tiempos, a través de la sumatoria de todos éstos, se obtuvo como tiempo promedio de fabricación un total de 2678,57 minutos

#### **Análisis del Tiempo Normal**

Para dar lugar al cálculo del tiempo normal del proceso, es importante considerar el tiempo observado promedio de cada actividad, así también interviene el método de valoración BEDAUX, mismo que se emplea para la valoración del desempeño. En consecuencia, el resultado obtenido del tiempo normal de la empresa “TEGMER” es de 2877,65 minutos para producir 248 kg de acero.

#### **Análisis del Tiempo Estándar**

El cálculo del tiempo estándar del proceso compone el tiempo real en el que se debe desarrollar cada actividad del proceso de producción; para ello se debe considerar el tiempo promedio, así como los suplementos otorgados por la OIT. Conforme con los datos recolectados, el tiempo estándar para la fabricación de la estructura es de 3177,23 minutos.

## **Productividad de la Empresa**

Para dar lugar a la productividad de la empresa se consideró la relación de mano de obra, costo de energía e insumos. De acuerdo con la ecuación y cálculos desarrollados, se obtuvo una productividad multifactorial, misma que se empleó como elemento de identificación para la deducción de la productividad global, cuyo resultado es 2,05; lo que indica que la producción origina unos ingresos mayores a los costes. El cálculo estipula una ganancia del 20% mensual para la producción de la empresa TEGMER.

## **CONTRASTE CON OTRAS INVESTIGACIONES**

Del estudio de Maldonado Godoy Alex Jesús en el año 2016, con el tema de investigación titulado *“Análisis del proceso de fabricación de estructuras metálicas y su repercusión en la productividad de la empresa M.A.C. plan estratégico para potenciar la productividad 2016”* (Maldonado, 2017). Se puede concluir lo siguiente y contrastar con la presente investigación.

El estudio citado se considera, debido a que se realizó un levantamiento de procesos a fin de dar lugar a la fabricación de estructuras metálicas, en este trabajo se dio lugar a un diagnóstico actual de la empresa M.A.C y determinado los procesos de producción de la empresa; adicionalmente el documento propone plan estratégico para potenciar la productividad, en donde se concluye que a través del mismo se pretende disminuir los costos de producción y tiempos de entrega, al mismo tiempo que se entrega un producto terminado de calidad.

En contraste con ello, el presente estudio determina la productividad de la empresa a través del cálculo de productividad multifactorial, en donde mediante el valor de la producción, materia prima, mano de obra, energía e insumos se obtiene como resultado una ganancia del 20% mensual para la producción de la empresa TEGMER.

Según el trabajo de investigación titulado *“Gestión y optimización de la producción en una fábrica de estructuras metálicas de sillería”*, desarrollado por Jesús Narbona Fernández en el año 2007, deducen los siguiente.

Del estudio citado se consideró como propuesta la optimización de las órdenes de fabricación y el desarrollo de una aplicación de apoyo a la gestión de la producción. Se emplea la Tecnología de Producción Optimizada, basado principalmente en el equilibrio del flujo de producción y en la gestión en base a los recursos cuello de botella aplicándose un sistema de programación denominado DBR; en sí, se ejecuta un algoritmo que permite la mejora productiva en la organización, por lo tanto se espera que en la empresa el proceso productivo mejore.

En tanto, para el presente estudio se aplicó una caracterización de procesos, adicionalmente, a través de los diagramas de flujo se estableció las diferentes actividades que se llevan a cabo en cada proceso. Por su parte el cálculo de tiempos permitió determinar un tiempo promedio, estándar y normal para la producción de 248 kg de acero.

## **VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Para dar lugar a la comprobación de la hipótesis del presente estudio técnico, se ha considerado importante la aplicación del coeficiente de correlación de Pearson, mismo que se describe a continuación:

### **a) Modelo Lógico**

**H<sub>0</sub>** = El estudio del proceso de fabricación de estructuras metálicas no tiene incidencia en la productividad de la empresa TEGMER de la ciudad de Riobamba.

**H<sub>1</sub>** = El estudio del proceso de fabricación de estructuras metálicas tiene incidencia en la productividad de la empresa TEGMER de la ciudad de Riobamba.

### **b) Modelo Matemático**

De acuerdo con (Mondragón, 2014) el coeficiente de correlación de Pearson, tiene una puntuación que fluctúa entre -1.0 y +1.0, interpretándose de la siguiente manera: los valores cercanos a +1.0 señalan que existe una fuerte asociación entre las clasificaciones; en tanto, los valores cercanos a -0.1 estipulan que existe un fuerte vínculo negativo entre las clasificaciones. Por su parte, si el valor es 0.0, es inexistente una correlación.

$$r_s = 1 - \frac{6\sum d^2}{n(n^2 - 1)} \quad \text{Ec. 8}$$

En donde:

n= La cantidad de sujetos que se clasifican

x1=El rango de sujetos i con respecto a una variable

y1= El rango de sujetos i con respecto a una segunda variable

d1=x1-y1

Es decir que d1, es la diferencia entre los rangos de x e y.

### c) Determinación de las variables

#### Productividad de cada actividad

$$\text{Productividad laboral} = \frac{\text{Producción}}{\text{horas trabajadas}} \left( \frac{\text{Kilogramos}}{\text{Minutos}} \right) \quad \text{Ec. 9}$$

La productividad laboral se estipula en la Tabla

Tabla 26. Resumen Productividad Laboral

| Nº de Actividades | Actividades                    | Productividad |
|-------------------|--------------------------------|---------------|
| 1                 | Control de calidad de material | 0,11          |
| 2                 | Diseño                         | 0,06          |
| 3                 | Trazado                        | 0,08          |
| 4                 | Corte                          | 0,21          |
| 5                 | Armado                         | 0,03          |
| 6                 | Limpieza y preparación         | 0,31          |
| 7                 | Pintura                        | 0,08          |

Elaborado por: García, 2018.

Con base en los datos establecidos en la Tabla 30, se estipula los valores de productividad de cada actividad en los procesos productivos para la fabricación de estructuras de tipo KG1, constituyéndose como una variable cuantitativa y por ende es posible aplicar el coeficiente de correlación de Pearson.

Adicionalmente, se considera importante establecer los tiempos de cada actividad.

Para ello, se estima los datos ya obtenidos en el tiempo estándar de cada actividad; mismos que se han delimitado en la Tabla 31.

Tabla 27. Tiempo Estándar de cada actividad.

| Nº de actividades | Actividades                    | Tiempo Estándar |
|-------------------|--------------------------------|-----------------|
| 1                 | Control de calidad de material | 316,70          |
| 2                 | Diseño                         | 636,00          |
| 3                 | Trazado                        | 444,29          |
| 4                 | Corte                          | 166,01          |
| 5                 | Armado                         | 1075,14         |
| 6                 | Limpieza y preparación         | 112,90          |
| 7                 | Pintura                        | 426,19          |
| <b>TOTAL</b>      |                                | <b>3177,23</b>  |

Elaborado por: García, 2018.

En concordancia con la Tabla 31, se ha establecido los valores del tiempo estándar conforme con cada actividad, por tanto se contempla como una variable cuantitativa aplicable al método estadístico de Pearson.

Adicionalmente, se utilizó las herramientas estadísticas del programa Excel, a fin de determinar óptimamente la correlación entre las dos variables. Así también, para definir el grado de relación de las variables en estudio, se estimó la tabla de grado de relación estipulada en la Tabla 32.

Tabla 28. Grado de relación según coeficiente de correlación

| Rango         | Relación                          |
|---------------|-----------------------------------|
| -0.91 a -1.00 | Correlación negativa perfecta     |
| -0.76 a -0.90 | Correlación negativa muy fuerte   |
| -0.51 a -0.75 | Correlación negativa considerable |
| -0.11 a -0.50 | Correlación negativa media        |
| -0.01 a -0.10 | Correlación negativa débil        |
| 0.00          | No existe correlación             |
| +0.01 a +0.10 | Correlación positiva débil        |
| +0.11 a +0.50 | Correlación positiva media        |
| +0.51 a +0.75 | Correlación positiva considerable |
| +0.76 a +0.90 | Correlación positiva muy fuerte   |
| +0.91 a +1.00 | Correlación positiva perfecta     |

Elaborado por: García, 2018.

Conforme con los datos establecidos en la Tabla 30, en la que se establece la Productividad Laboral; y los datos estimados en la Tabla 31 sobre el tiempo estándar de los procesos, se considera el siguiente estadístico descriptivo determinado en la Tabla 33; en donde se obtiene un valor correlacional de  $-.794$ . Comparado con el rango perteneciente al valor de  $r$  en la tabla se indica que la relación entre las dos variables está concertada por una negativa muy fuerte.

Tabla 29. Estadísticos descriptivos

|                             |                               |   | Productividad de la actividad | Tiempo Estándar      |
|-----------------------------|-------------------------------|---|-------------------------------|----------------------|
| Rho de Pearson              | Productividad de la actividad | Coefficiente de correlación<br>Sig.(bilateral)<br>N | 248<br>.<br>7                 | $-.794$<br>.002<br>7 |
|                             | Tiempo Estándar               | Coefficiente de correlación<br>Sig.(bilateral)<br>N | $-.794$<br>.002<br>7          | 248<br>.<br>7        |
| Nivel de significancia 0.05 |                               |   |                               |                      |

Elaborado por: García, 2018.

En el gráfico 19, se observa que la línea de ajuste estipula una correlación inversa y además los datos se encuentran dispersos; corroborando la existencia de una relación negativa entre las variables de estudio.

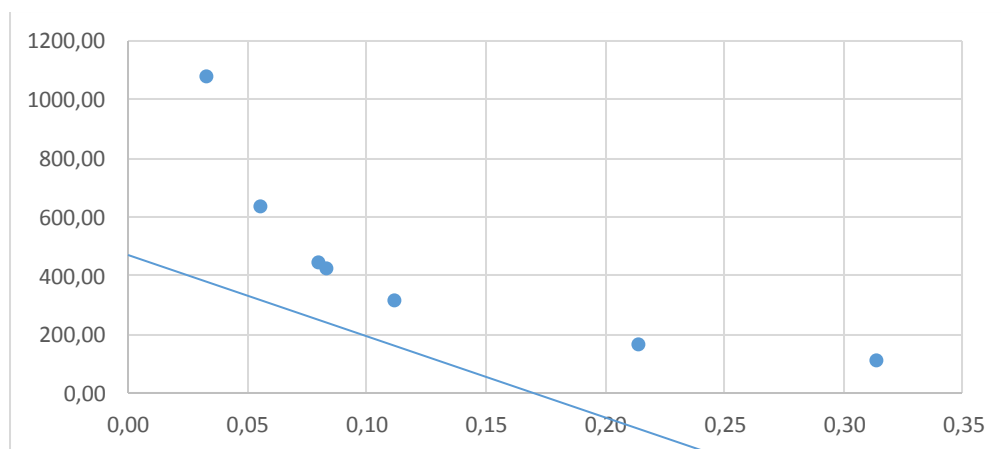


Gráfico 17. Tiempo estándar vs Productividad por actividad

Elaborado por: García, 2018.



**Por lo tanto:**

Con base en el análisis del valor  $r$  obtenido, se acepta la Hipótesis Alternativa, concluyendo así, la existencia de una relación negativa muy fuerte entre los procesos de fabricación de estructuras metálicas de tipo KG1 y la productividad de la empresa TEGMER; y además que al incrementar un rango, el otro desciende.

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **Conclusiones**

A través de la investigación se estudió el proceso de fabricación de estructuras metálicas y la productividad de la empresa TEGMER, para su desarrollo se consideró la identificación de cada proceso para la construcción de estructuras tipo KG1 ; siendo estos, calidad del material, diseño, trazado, corte, armado, limpieza y preparación y pintura; a partir de cada uno de ellos se pudo calcular el tiempos promedio con un total de 2678,57minutos, el tiempo estándar con 2877,65 minutos y el tiempo normal con 3177,23 minutos para producir 248 kg de acero.

El diagrama de flujo de procesos permitió identificar las actividades de operación, transporte, espera, inspección y almacenamiento de los siete procesos que comprenden la fabricación de las estructuras metálicas de la empresa TEGMER; determinando que la actividad con más duración corresponde al proceso de armado con 864 min. Además, a través de la propuesta se determinó que la productividad de la empresa TEGMER es de 2,04; es decir que la fabricación de estructuras metálicas genera más ingresos que costes de producción, por lo que la empresa se ve rentabilizada.

De acuerdo con el método estadístico de Pearson, se obtuvo un valor correlacional de  $-0,794$ ; por tanto, se acepta la Hipótesis Alternativa, concluyendo así, la existencia de una relación negativa muy fuerte entre los procesos de fabricación de estructuras metálicas y la productividad de la empresa TEGMER.

## **Recomendaciones**

- Incorporar el estudio de tiempos que se ha desarrollado en el presente documento, de manera que el desempeño del proceso de fabricación de estructuras metálicas tipo KG1 pueda optimizarse; aprovechando y potencializando los recursos y herramientas con las que cuenta la empresa “TEGMER”, es decir, mano de obra e insumos; aquello permitirá optimizar la productividad en su totalidad.
- Para implementar las actividades en el proceso de fabricación de estructuras metálicas, es recomendable desarrollar una óptima capacitación a los operarios y demás trabajadores; del mismo modo ejecutar un mantenimiento preventivo del equipo y maquinaria.
- Es recomendable llevar a cabo la ficha de caracterización para mejorar la utilización de los recursos; de modo que el índice de productividad sea superior a 1 y en consecuencia la empresa se beneficie de ingresos económicos con menores costes de producción.

## BIBLIOGRAFÍA

**Banco de Proyectos. 2007.** *Fabricación de estructuras.* 1, Andalucía : Junta de Andalucía, 2007, Vol. I.

**BIZAGI. 2018.** Bizagi Time to Digital. *The Digital Business Platform.* [En línea] 2018. <https://www.bizagi.com/es/productos>.

**Carro, Roberto y González, Daniel. 2013.** *Diseño y Selección de procesos.* Buenos Aires : Universidad Nacional de La Plata, 2013.

**Cruelles, José. 2013.** *Ingeniería Industrial Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y mejora continua.* Barcelona : MARCOMBO, 2013.

**Cuenca Choca, Deanna Banesa y Lema Gómez, Alex Javier. 2013.** *GESTIÓN DE CALIDAD;MEJORA CONTINUA;COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO ACCIÓN Y DESARROLLO;DISEÑO.* Riobamba : ESPOCH, 2013. UDCTFADE;12T00894.

**Dasilva, Adair. 2017.** *Caracterización y documentación de los procesos de apoyo del sistema de gestión de calidad del centro de investigación y desarrollo tecnológico CEINDETEC Llanos.* Barcelona : Universidad de Llanos, 2017.

**Estellés, Sofía, y otros. 2012.** *Una revisión de las Tablas de Suplementos de la Organización Internacional del Trabajo.* 49, Valencia : Universidad Politécnica de Valencia. , 2012, Vol. 3.

**Gavidia, Ana y Subía, Ana. 2015.** *Elaboración de los procedimientos de fabricación y montaje de una estructura de acero para un edificio TIPO.* Quito : Escuela Politécnica Nacional, 2015.

**Maldonado, Alex. 2017.** *Análisis del proceso de fabricación de estructuras metálicas y su repercusión en la productividad de la empresa M.A.C. plan estratégico para potenciar la productividad 2016.* Quito : UTI, 2017.

**Miranda, Francisco y Chamorro, Antonio, Ribio Sergio. 2007.** *Introducción a la gestión de calidad.* Madrid : DELTA, 2007.

**Morales, Cristina. 2014.** *La medición de la productividad del valor agregado.* 2, Costa Rica : Revista Tecnología Empresaria, 2014, Vol. 8.

**Mondragón, Mónica. 2014.** *Uso de la correlación de Pearson.* 15, s.l. : Revista Iberoamerica, 2014, Vol. 3.

**Narváez, Sonia. 2009.** *Actualización e Implementación del sistema de evaluación de Productividad de la empresa ECUATRAN S.A.* Ambato : Universidad Técnica de Ambato, 2009.

**Palacios, Javier. 2017.** *Diseño de una edificación de dos pisos con estructura metálica, utilizando vigas y columnas compuestas (acero – concreto).* Riobamba : UNACH, 2017.

**Palacios, Luis. 2016.** *Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos.* Bogotá : Ecoe Ediciones Ltda, 2016.

**Quillupangui, Darwin. 2014.** *Estandarización de los Procesos de Fabricación Rosero-Metalmecánica.* Quito : Escuela Politécnica Nacional, 2014.

**Rivera Orjuela, Diana Milena y Tovar Beltrán, Iván Ricardo. 2004.** *Elaboración de la Estructura del Sistema de Gestión de Calidad bajo la norma ISO 9001-2000, para la caja cooperativa Credicoop, con sede única en Bogotá.* Bogotá : PUJ, 2004.

**Valencia Vela, Luis. 2016.** *Reingeniería de los procesos de soldadura para incrementar la productividad en la construcción de concreteras para la obra civil de la empresa SECONSTRU.* Ambato : s.n., 2016.

**Villaseñor, Óscar. 1990.** *Fabricación y Montaje de una estructura metálica.* México : Instituto Tecnológico de la Construcción, 1990.

## **ANEXOS**



### TECNOLOGÍA MECANICA RIOBAMBA

Construye: Estructuras Metálicas para Puentes, Galpones, Aulas, Viviendas etc.  
Puertas, Ventanas, Pasamanos en hierro, aluminio y Vidrio, Instalaciones de Agua y Luz.  
Contamos con equipos modernos estacionarios y portátiles; Torno de precisión, Soldadora eléctrica y a gasolina

**-NOS MOVILIZAMOS A NIVEL NACIONAL-**

**DIRECCION:** Av. Milton Reyes y Rodríguez Soto **TELEFONO:** 032 306243 **CELULAR:** 0999823273

---

### CERTIFICADO

Riobamba, Febrero 25 del 2019

Ingeniera

María Belén Ruales  
DECANA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL.  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA (UTI)  
Presente.-

De mi consideración:

Por medio del presente certifico que la Srta. **GARCÍA AVALOS KATY ELIZABETH**, portadora de la cedula de ciudadanía No. **0603445677**, llevó a cabo el trabajo de titulación en la modalidad Proyecto Técnico con el tema: **“ESTUDIO DEL PROCESO DE FABRICACION DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Y LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA TEGMER DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA ”**. Mismo que la empresa avala y aprueba, dicho trabajo servirá para un análisis posterior de cómo mejorar la eficiencia en los trabajadores y seguir con la mejora continua en la empresa , trabajo que se ha dado el respectivo seguimiento y recepción de acuerdo con su tutor Ing. Cruz Villacís Juan Serafín, Mg.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a la interesada hacer uso de este documento como estime necesario.

Atentamente.

---

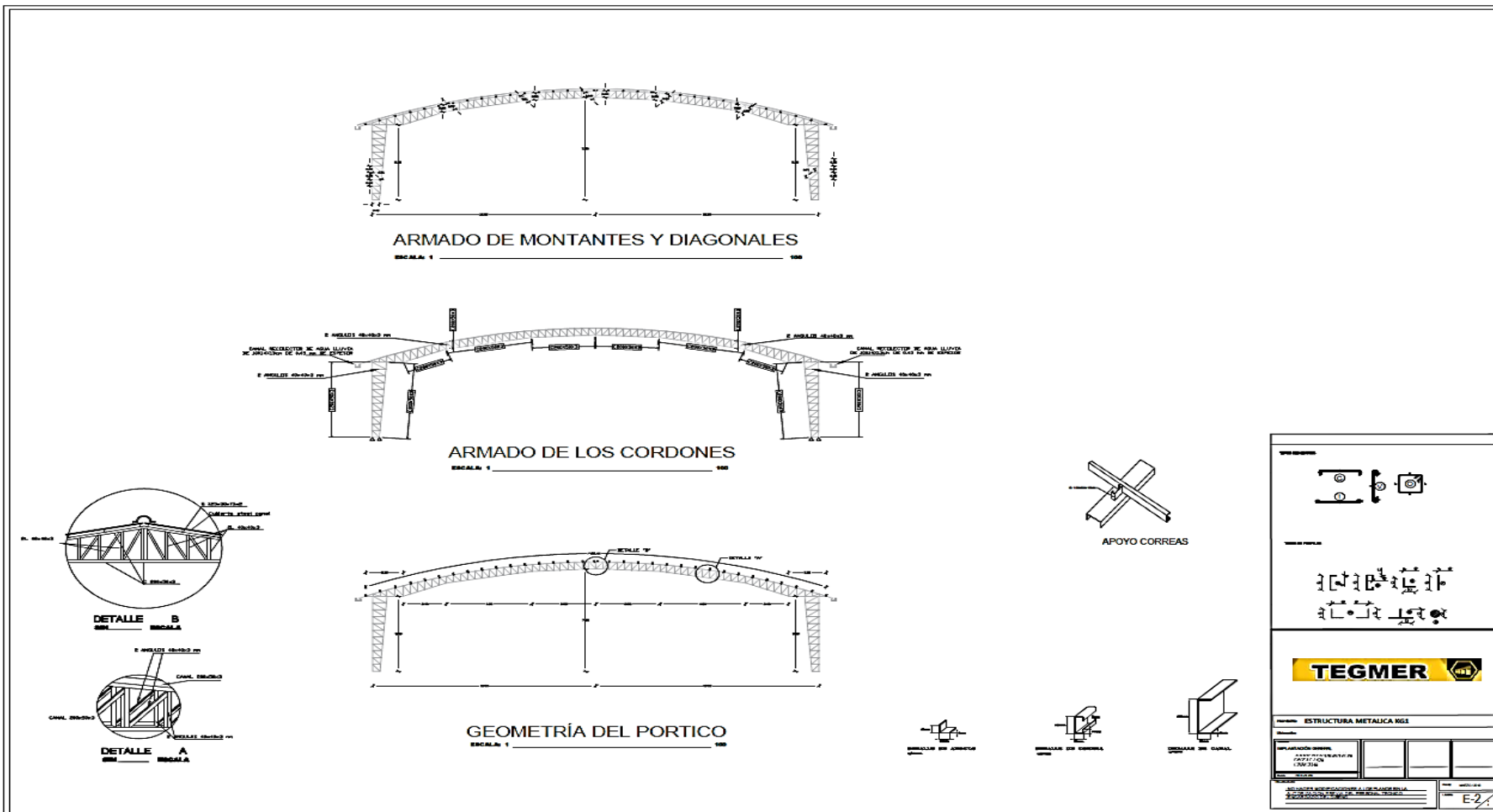
Tlgo. Telmo Efraín García  
C.C 0602326019

**Anexo 1. Estructuras metálicas tipo KG1**

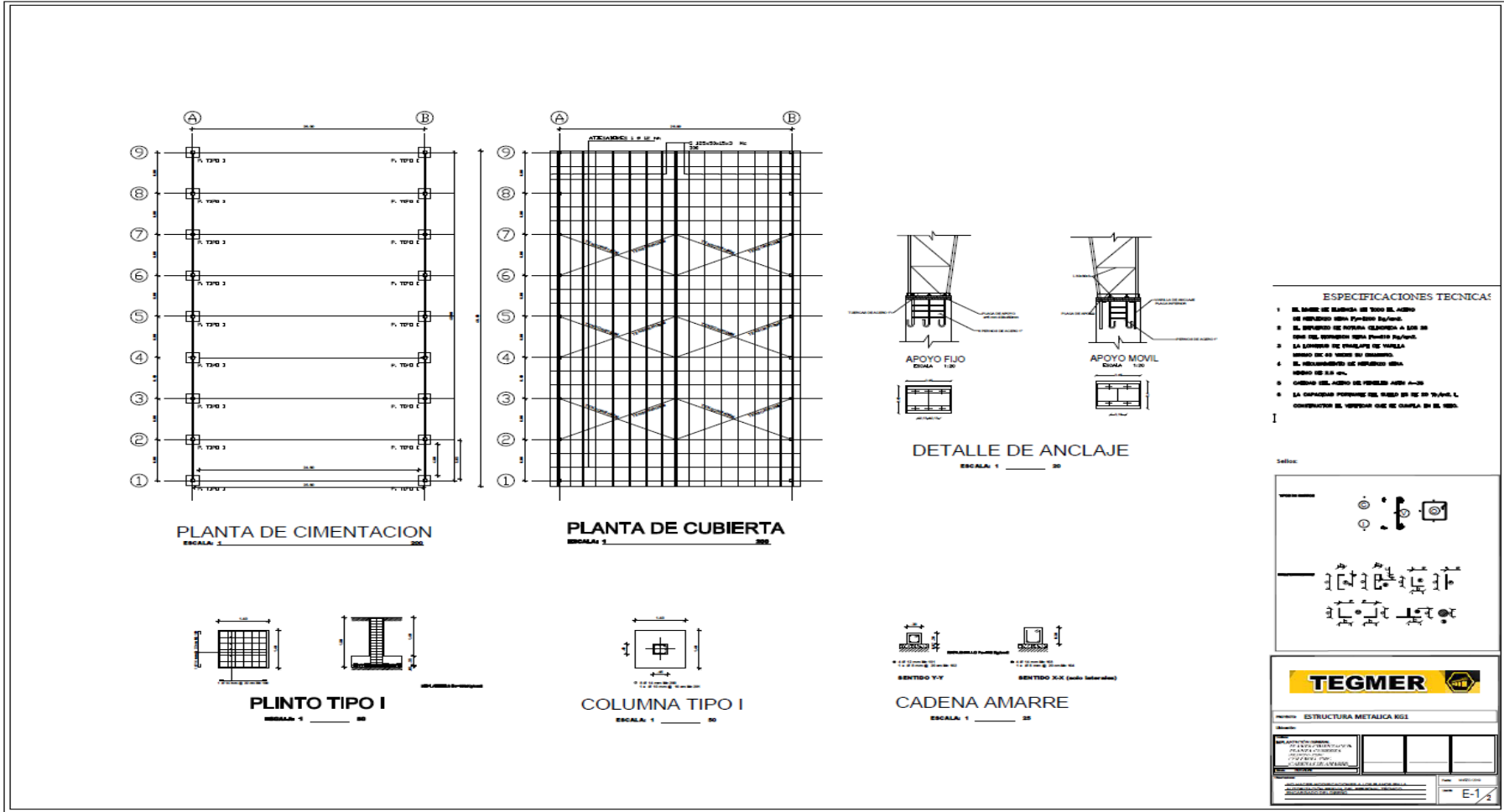




## Anexo 2. Diseño de estructura metálica tipo KG1



Anexo 3. Diseño de estructura metálica tipo KG1



**Anexo 4.** Acero de refuerzo  $FY=4200 \text{ Kg/cm}^2$



**Anexo 5.** Construcción de cadenas  $F''C=210 \text{ KG/CM}^2$



**Anexo 6. Acero estructural A-36**



**Anexo 7. Pórticos de estructura KG1**



**Anexo 8.** Cubierta de steel panel E=0.45



**Anexo 9.** Canales bajantes y accesorios



**Anexo 10.** Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE  
INEN 040 “Soldadura de estructuras de acero”

## **REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO RTE INEN 040**

### **“SOLDADURA DE ESTRUCTURAS DE ACERO”**

#### **5. REQUISITOS ESPECÍFICOS**

##### **5.1 Requisitos del personal relacionado con el presente**

###### **Reglamento Técnico Ecuatoriano.**

**5.1.1** Requisito del fiscalizador o ingeniero. Debe ser un ingeniero, profesional en su campo de actividad consignado en las leyes y reglamentos de ejercicio profesional, ordenanzas y disposiciones legales vigentes. Es recomendable que sea un experto en soldadura que demuestre su competencia a través de los certificados vigentes pertinentes.

**5.1.2** Responsabilidades del fiscalizador o ingeniero.

**5.1.2.1** Determinar la aplicabilidad y/o conveniencia de la ejecución de las juntas de soldadura.

**5.1.2.2** Desarrollar los documentos contractuales que rigen la soldadura de estructuras de acero, producidas según el alcance de este Reglamento Técnico Ecuatoriano.

**5.1.3** Requisitos para los inspectores de soldadura

b) Un ingeniero profesional en el campo de actividad correspondiente que, con entrenamiento y experiencia en soldadura, fabricación metalmecánica, inspección y ensayos, es competente para realizar la inspección de soldadura y cumpla con las bases de calificación establecidas por el Fiscalizador o Ingeniero. Esta alternativa debe ser fijada por las partes en forma contractual.

**5.1.7.1** Elaboración de planos de detalle de soldaduras teniendo en cuenta:

a) Los planos estructurales,

b) Los planos de secuencia de montaje, cuando sean requeridos por el Fiscalizador o Ingeniero.

### **5.3 Requisitos generales de materiales**

**5.3.1** Materiales base. Los materiales base utilizados en la fabricación de estructuras de acero soldadas serán los indicados en el Reglamento Técnico Ecuatoriano de “Diseño, fabricación y montaje de estructuras de acero” y los materiales referenciados en los Códigos AWS indicados en el capítulo 5 del presente Reglamento Técnico Ecuatoriano.

**5.3.2** Requisitos de los materiales de aporte, electrodos y fundentes. Los materiales de aporte, electrodos y fundentes a utilizarse deben cumplir con las especificaciones correspondientes.

**5.3.3** Protección de los electrodos, fundentes y materiales de aporte durante el transporte, almacenaje y manipulación. Los electrodos, fundentes y materiales de aporte deben almacenarse según las recomendaciones del fabricante y deben ser protegidos de posibles daños durante el transporte, almacenaje y manipulación en empaques originales o recipientes adecuados durante su embarque. Si el empaque original es abierto, se debe proteger a los electrodos, fundentes y materiales de aporte, de deterioro por corrosión, oxidación, humedad, etc. Los electrodos, fundentes y materiales de aporte que muestren signos de daño o deterioro no deben utilizarse.

**5.3.4** Electrodos para aceros con resistencia a la corrosión atmosférica. El proceso de soldadura en aceros con resistencia a la corrosión atmosférica (como el acero ASTM A 588), debe realizarse únicamente con electrodos indicados en los códigos AWS correspondientes según el presente Reglamento Técnico Ecuatoriano, para garantizar la resistencia a la corrosión en los cordones de soldadura.

**Anexo 11. Código de soldadura estructural— Acero: AWS D1.1**

**CÓDIGO DE SOLDADURA ESTRUCTURAL— ACERO: AWS D1.1**

**4.5 Calificación de los Tipos de Soldadura para Especificación del Procedimiento de Soldadura (WPS)**

Para el propósito de calificación del WPS, los tipos de soldadura serán clasificados como siguen:

- (1) Soldaduras de ranura en junta de penetración completa (CJP) para conexiones no tubulares.
- (2) Soldaduras de ranura en junta de penetración parcial (PJP) para conexiones no tubulares.
- (3) Soldaduras de Filete para conexiones tubulares y no tubulares.
- (4) Soldaduras de ranura CJP para conexiones tubulares.
- (5) Soldaduras de ranura PJP para conexiones tubulares en T, Y y K; y juntas a Tope
- (6) Soldaduras de tapón y ranura alargada para conexiones tubulares y no tubulares.

**4.8.1 Inspección Visual.**

Para una calificación aceptable, las soldaduras deben satisfacer los siguientes requisitos :

- (1) La soldadura debe estar libre de grietas.
- (2) Todos los cráteres deben estar llenos completamente en la sección transversal de la soldadura.
- (3) La cara de la soldadura debe estar llena hasta el borde de la superficie del metal base y la soldadura se debe fundir lentamente con el metal base. El socavado no debe exceder de 1/32 Pulg. (1 mm). El refuerzo de la soldadura no deberá exceder de 1/8 Pulg. (3mm).
- (4) La raíz de la soldadura debe ser inspeccionada y no debe tener evidencia de grietas, fusión incompleta o penetración inadecuada de la junta. Se permite una raíz



de superficie cóncava dentro de los límites descritos presentados abajo, de tal manera que el espesor total de la soldadura sea igual o mayor que el del metal base.

(5) La máxima concavidad de la superficie de la raíz debe ser de 1/16 Pulg. (1.6mm) y el máximo sobre espesor debe ser 1/8.(3mm). Para uniones tubulares en T, Y y K el sobre espesor de la raíz, se considera adecuado y no deberá ser causa de rechazo.

#### **4.15.2 Otros Procesos de Soldadura.**

Pueden utilizarse procesos de soldadura no cubiertos siempre y cuando los WPSs estén calificados por ensayos aplicables tal como lo prescribe la sección 4 y este aprobado por el ingeniero. Junto con los ensayos, los WPSs y la limitación de las variables esenciales aplicables al proceso específico de soldadura deben ser establecidos por el contratista que desarrolla el WPS. La escala de variables esenciales debe estar basada en evidencia documentada de la experiencia con los procesos, ó debe conducirse una serie de ensayos para establecer el límite de las variables esenciales. Cualquier cambio en las variables esenciales fuera de la escala establecida requiere de recalificación.

#### **4.17 Requisitos WPS (ESW/EGM)**

Antes de su uso, el contratista debe preparar y calificar cada WPS para cada proceso que se va a utilizar según los requisitos de la sección 4. El WPS debe incluir los detalles de la junta, el tipo y diámetro del metal de aporte, el amperaje, el voltaje (tipo y polaridad), la velocidad del avance vertical si no, una función automática de la longitud de arco, ó escala de deposición, la oscilación (velocidad de la travesía, longitud y tiempo utilizado), tipo de protección incluyendo la proporción del flujo, y el punto de rocío del gas ó el tipo de fundente, tipo de depósito de moldeamiento, tratamiento térmico post- soldadura (si es utilizado) y otra información pertinente.

**4.17.1 Calificación Previa.** Con la aprobación del ingeniero, evidencia apropiadamente documentada de calificaciones previas de los WPSs a ser empleados, pueden ser aceptados.