



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA**

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

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**ANÁLISIS DEL PROCESO DE ENSAMBLE DE VIGAS IP
PREFABRICADO EN LA EMPRESA METÁLICAS FERNANDO Y SU
INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD.**

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

Autor

Milton Wilson Cualchi Gualavisi

Tutor

Msc. Hernán Fabricio Espejo Viñán

QUITO – ECUADOR

2019

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

Yo, Milton Wilson Cualchi Gualavisi, declaro ser autor del Informe de Investigación titulado **“ANÁLISIS DEL PROCESO DE ENSAMBLE DE VIGAS IP PREFABRICADO EN LA EMPRESA METÁLICAS FERNANDO Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD”**, como requisito para optar al Título 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 éste trabajo.

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

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los ocho días del mes de Julio del 2019, firmo conforme:

Autor: Milton Wilson Cualchi Gualavisi

Firma:

Número de Cédula: 171660097-6

Dirección: Tababela

Telf.: 0961888710

E-mail:miltonwilson1986@gmail.com

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

APROBACIÓN POR EL TUTOR

En mi condición de DIRECTOR del informe “**ANÁLISIS DEL PROCESO DE ENSAMBLE DE VIGAS IP PREFABRICADO EN LA EMPRESA METÁLICAS FERNANDO Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD**”, presentado por el Señor Milton Wilson Cualchi Gualavisi para optar por el título de Ingeniero Industrial. CERTIFICO que dicho informe de tesis ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

Quito, 08 de Julio del 2019

EL TUTOR

Hernán Fabricio Espejo Viñán MSc

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO

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

Quito, 08de Julio del 2019

AUTOR

Milton Wilson Cualchi Gualavisi

C.I.: 171660097-6

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal aprueban el Informe de Tesis sobre el tema:
“ANÁLISIS DEL PROCESO DE ENSAMBLE DE VIGAS IP PREFABRICADO EN LA EMPRESA METÁLICAS FERNANDO Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD”, del estudiante Milton Wilson Cualchi Gualavisi de la Facultad de Ingeniería Industrial.

Quito, 08 de Julio del 2019

Para constancia firman:

TRIBUNAL DE GRADO

F.....
PRESIDENTE

F.....
VOCAL 1

F.....
VOCAL 2

DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a Dios por permitirme haber llegado hasta este momento importante de mi formación profesional, A mi Madrecita María, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su cariño y su apoyo incondicional, a mi Padre Carlos, a pesar que no esta a mi lado siempre supe que estaba orgulloso de mi y aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntos, siempre de te Amaremos.

Milton Wilson Cualchi Gualavisi

AGRADECIMIENTO

Agradezco la confianza y el apoyo brindado por parte de mi Madre ,que sin duda alguna en la trayectoria de mi vida me ha demostrado su amor , corrigiendo mis faltas y celebrando mis triunfos, A mi Padre por sus valiosos consejos, su alegría incondicional A mi amada Mujer por siempre estar en las buenas y las malas, a mis hermanos por su apoyo, A todos mi amigos y conocidos que estuvieron presente en mi formación académica.

Al Ing Hernán Espejo por toda la colaboración brindada, durante la elaboración de este proyecto.

Milton Wilson Cualchi Gualavisi

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	i
AUTORIZACIÓN PARA EL REPOSITORIO DIGITAL	ii
APROBACIÓN POR EL TUTOR	iii
AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN.....	1
Macro.....	2
Meso	4
Productos y derivados	5
Micro	9
Árbol de problemas	11
Análisis Crítico.....	12
Antecedentes	12
Objetivos Específicos	15
METODOLOGÍA	16
Diseño de la investigación.....	20
Población y muestra	24
Población.....	24

Muestra.....	28
Instrumentos de recolección de información.....	30
CAPÍTULO III.....	31
DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	31
.....	31
Revisión de los requerimientos de la información: Proceso productivo en la Prefabricación de Vigas IP.....	31
Descripción de actividades del proceso de producción.....	34
Procesamiento y análisis de la información actual.....	44
Datos obtenidos en la observación del proceso de fabricación Vigas IP tipo A.....	45
Datos obtenidos en la observación del proceso de fabricación Vigas IP tipo B.....	56
Estudios de tiempo	64
Estudio de tiempos para vigas Ip tipo B.....	74
CAPITULO IV.....	86
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	86
Proceso productivo en la Prefabricación de Vigas IP.	86
Descripción de actividades del proceso de producción.....	87
Procesamiento y análisis de la información actual.....	90
Datos obtenidos en la observación del proceso de fabricación Vigas IP tipo A.....	90
Comparativa entre los tiempos de los subprocesos de Viga IP tipo A y B.....	92
.....	92
CAPITULO V.....	97
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	97
Conclusiones	97
Recomendaciones.....	98
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	99
ANEXOS.....	102

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución geográfica de la producción de hierro en lingotes por continente (abril 2013 - abril 2014)	3
Figura 2. Participación de trabajadores en industrias metalmeccánicas	4
Figura 3. Análisis del mercado de vigas	8
Figura 4. Análisis del mercado de vigas	10
Figura 5. Árbol de problemas.....	11
Figura 6. Producción mensual de vigas IP tipo A	26
Figura 7. Producción mensual de vigas IP tipo B	27
Figura 8. Producción mensual de vigas IP tipo A y tipo B	28
Figura 9. Etapas del Proyecto.....	31
Figura 10. Diagrama de flujo de la Línea de Producción.....	33
Figura 11. Vigas IP.....	35
Figura 12. Proceso de soldadura eléctrica.....	38
Figura 13. Producción de Vigas IP.....	82
Figura 14. Comportamiento de la productividad con respecto al tiempo (Jul-Sep)	85
Figura 15. Productividad.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Simbología ANSI	18
Tabla 2. Simbología ASME	19
Tabla 3. Operacionalización de la variable independiente: Proceso de ensamblaje de vigas IP prefabricado.....	22
Tabla 4. Operacionalización de la variable dependiente: Productividad.	23
Tabla 5. Historial de producción de vigas IP tipo A y B enero – septiembre 2018.....	25
Tabla 6. Población en Estudio, producción mensual.....	26
Tabla 7. Diagrama de flujo en la descripción de la operación en el proceso de corte.....	36
Tabla 8. Cortes de láminas para la fabricación de Vigas IP Tipo A y Tipo B	36
Tabla 9. Diagrama de flujo en la descripción de la operación en el proceso de ensamblaje.....	37
Tabla 10. Diagrama de flujo en la descripción de la operación en el proceso de soldadura	39
Tabla 11 Diagrama de flujo en la descripción de la operación en el proceso de acabado.....	42
Tabla 12. Diagrama SIPOC	43
Tabla 13. Histórico de producción	44
Tabla 14. Distribución T de Student.....	47
Tabla 15. Medición del tiempo en el proceso de Corte Vigas Ip Tipo A.....	48
Tabla 16. Sumatoria de lecturas en el proceso de Corte Vigas Ip Tipo A	48
Tabla 17. Mediciones de tiempo en el proceso de Ensamblaje Vigas Ip Tipo A	50
Tabla 18. Sumatoria de lecturas en el proceso de Ensamblaje Vigas Ip Tipo A	50
Tabla 19. Mediciones de tiempo en el proceso de Soldadura Vigas Ip Tipo A	52
Tabla 20. Sumatoria de lecturas en el proceso de Soldadura Vigas Ip Tipo A	53

Tabla 21. Mediciones de tiempo para el proceso de Acabados Vigas Ip Tipo A	54
Tabla 22. Sumatoria de lecturas en el proceso de Acabado Vigas Ip Tipo A .	54
Tabla 23. Mediciones de tiempo en el proceso de Corte Vigas Ip Tipo B.....	56
Tabla 24. Sumatoria de lecturas en el proceso de Corte Vigas Ip Tipo B.....	56
Tabla 25. Mediciones de tiempo en el proceso de Ensamblaje Vigas Ip Tipo B	58
Tabla 26. Sumatoria de lecturas en el proceso de Ensamblaje Vigas Ip Tipo B	59
Tabla 27. Mediciones de tiempo en el proceso de Soldadura Vigas Ip Tipo B	60
Tabla 28. Sumatoria de lecturas en el proceso de Soldadura Vigas Ip Tipo B	61
Tabla 29. Mediciones de tiempo en el proceso de Acabados Vigas Ip Tipo B	62
Tabla 30. Sumatoria de lecturas en el proceso de Acabado Vigas Ip Tipo B .	62
Tabla 31. Consideraciones laborales para los tiempos perdidos	65
Tabla 32. Valoración del ritmo de trabajo para el proceso de Corte de la Viga IP Tipo A.....	66
Tabla 33. Tolerancias correspondientes al proceso de Corte Viga Ip Tipo A.	69
Tabla 34. Estudio de tiempos del proceso de Corte Viga Ip Tipo A.....	70
Tabla 35. Tolerancias correspondientes al proceso de Ensamblaje Viga Ip Tipo A.....	70
Tabla 36. Estudio de tiempo para el proceso de Ensamblaje Vigas Ip Tipo ...	71
Tabla 37. Tolerancias correspondientes al proceso de Soldadura Vigas Ip Tipo A.....	72
Tabla 38. Estudio de tiempo para el proceso de Soldadura Vigas Ip Tipo A..	72
Tabla 39. Tolerancias correspondientes al proceso de Acabados Vigas Ip Tipo A.....	73
Tabla 40. Estudio de tiempo para el proceso de Acabados Vigas Ip Tipo A..	73
Tabla 41. Tolerancias correspondientes al proceso de Corte Vigas Ip Tipo B	74
Tabla 42. Estudio de tiempo para el proceso de Corte Vigas Ip Tipo B	74
Tabla 43. Tolerancias correspondientes al proceso de Ensamblaje Vigas Ip Tipo B.....	75
Tabla 44. Estudio de tiempo para el proceso de Ensamblaje Vigas Ip Tipo B	75

Tabla 45. Tolerancias correspondientes al proceso de Soldadura Vigas Ip Tipo B	76
Tabla 46. Estudio de tiempo para el proceso de Soldadura Vigas Ip Tipo B..	76
Tabla 47. Tolerancias correspondientes al proceso de Acabados Vigas Ip Tipo B	77
Tabla 48. Estudio de tiempo para el proceso de Acabados Vigas Ip Tipo B ..	77
Tabla 49. Diferencia de tiempo estándar para el proceso de Corte de Vigas IP Tipo A y Tipo B	78
Tabla 50. Diferencia de tiempo estándar para el proceso de Ensamblaje de Vigas IP Tipo A y Tipo B	79
Tabla 51. Diferencia de tiempo estándar para el proceso de Soldadura de Vigas IP Tipo A y Tipo B.....	80
Tabla 52. Diferencia de tiempo estándar para el proceso de Acabados de Vigas IP Tipo A y Tipo B.....	81
Tabla 53. Variación de tiempos para la fabricación de Vigas IP Tipo A y Tipo B	81
Tabla 54. Comportamiento de la productividad respecto al tiempo (Julio-Septiembre 2018)	83
Tabla 55 . Grado de relación según coeficiente de correlación.....	95

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Valoración del ritmo de trabajo para el proceso de Ensamblaje de Vigas IP Tipo A	102
Anexo 2. Valoración del ritmo de trabajo para el proceso de Soldadura de Vigas IP Tipo A	102
Anexo 3. Valoración del ritmo de trabajo para el proceso de Acabados de Vigas IP Tipo A	103
Anexo 4. Valoración del ritmo de trabajo para el proceso de Corte de Vigas IP Tipo B.....	103
Anexo 5. Valoración del ritmo de trabajo para el proceso de Ensamblaje de Vigas IP Tipo B.....	103
Anexo 6. Valoración del ritmo de trabajo para el proceso de Soldadura Vigas IP Tipo B.....	104
Anexo 7. Valoración del ritmo de trabajo para el proceso de Acabados Vigas IP Tipo B.....	104

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

TEMA: “ANÁLISIS DEL PROCESO DE ENSAMBLE DE VIGAS IP PREFABRICADO EN LA EMPRESA METÁLICAS FERNANDO Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD.”

Autor: Milton Wilson Cualchi Gualavisi

Tutor: Msc. Hernán Fabricio Espejo Viñán

RESUMEN

La presente investigación se constituye en un análisis cuantitativo de los procesos asociados a la fabricación de Vigas IP en la empresa Metálicas Fernando para determinar su impacto en la productividad. El objetivo es analizar el proceso de ensamblaje de vigas IP prefabricado en la Empresa, mediante estudios de tiempos, para la determinación de la incidencia en la productividad. Se empleó una serie de métodos de investigación; como el análisis de la información detallada de producción de Enero a Septiembre del 2018, los diagramas de flujo de procesos, el análisis de tiempo estándar utilizando el método propuesto por Meyers & Stephens. Se determinó que la producción en la empresa se realiza en cuatro procesos: corte, ensamblaje, soldadura y acabado, cada uno se componen de diversas actividades. El estudio tiempos logró identificar, los tiempos promedios, tiempos normales, las tolerancias consideradas por la OIT en la realización de tareas y así obtener los tiempos estándar. Donde se evidencia que los procesos de ensamblaje y soldadura son los que requieren mayor inversión de tiempo, ya que dentro de los subprocessos existen actividades como el transporte de maquinaria e inadecuado control de las actividades que genera este efecto. La investigación concluye en la relación entre las variables, conforme a los resultados obtenidos, se determinó que tienen incidencia en la productividad en la empresa, con un valor del Coeficiente de correlación de Pearson de $R^2=0.95$ (muy alta) y una pendiente positiva, mostrando que a mayor Producción mayor Productividad; finalmente como recomendación se planteó la implementación del estudio de tiempos desarrollado, de manera que el desempeño del proceso de prefabricado de vigas IP pueda optimizarse.

Palabras Claves: estudio de tiempo, procedimientos, producción, productividad, tiempo estándar.

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

TEMA: “ANALYSIS OF THE PREMANUFACTURED IP BEAMS ASSEMBLY PROCESS IN “METÁLICAS FERNANDO” AND ITS IMPACT ON PRODUCTIVITY.”

Autor: Milton Wilson Cualchi Gualavisi

Tutor: Msc. Hernán Fabricio Espejo Viñán

ABSTRACT

The present research constitutes a quantitative analysis of the processes associated to the manufacture of IP Beams in the “Metálicas Fernando” company to determine its impact on productivity. The aim is to analyze the assembly process of prefabricated IP beams in the Company, through time studies, for the modification of the impact on productivity. A series of research methods were employed; as the analysis of the detailed production information from January to September 2018, process flow diagrams, standard time analysis using the method proposed by Meyers & Stephens. It was determined that the productio

n in the company is carried out in four processes: cutting, assembly, welding and finishing, each consisting of various activities. The study of times managed to identify, the average times, normal times, the tolerances considered by the OIT in the performance of tasks and thus obtain the standard times. Where it is evident that the assembly and welding processes are the ones that require the greatest investment of time, since within the subprocesses there are activities such as transportation of machinery and inadequate control of the activities that generate this effect. The research concludes in the relationship between the variables, according to the results obtained, it is determined what has an impact on productivity in the Company, with a Pearson's correlation coefficient of $R^2 = 0.95$ (very high) and a positive slope, showing that a mayor Production greater Productivity; Finally, as a recommendation, the implementation of the time study developed was proposed, so that the performance of the prefabricated process of IP beams can be optimized.

Keywords: study of time, procedures, production, productivity, standard time.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

A partir del año 1840, finales de la Revolución Industrial, se comenzó con el uso del elemento hierro y luego el acero, considerados como innovación para el mundo de la construcción, la utilización de vigas para innumerables fines y de materiales diferentes ha sido una constante por sus características para soportar y contener presión, peso, tensión y flexión.

Las vigas como elemento estructural pueden soportar una carga entre dos apoyos y no crear empuje lateral en los mismos. Las aplicaciones y usos de las vigas de acero son muchos y muy variadas, siendo fundamentales en las estructuras industriales como edificios, casa y también, así como elemento estructural en puentes. Para el mundo de la construcción existen diferentes tipos de vigas (madera, hormigón armado), teniendo como interés de investigación en el presente trabajo de tesis la prefabricación de las vigas IP, es un producto laminado cuya sección normalizada tiene forma de doble T, con caras exteriores e interiores, y tienen espesor constante, que permite un comportamiento isotrópico de mayor resistencia.

Es de señalar que el presente trabajo de tesis estará conformado en cinco capítulos, los cuales se desarrollarán, a través del método de investigación acción participativa (IAP), así como el uso de instrumentos y consultas bibliográficas que permitan la recolección de información, bajo la supervisión del tutor académico.

Contextualización

Macro

En el contexto global, para el sector de la construcción se ha logrado un gran avance con la innovación de fabricación de vigas, generando una alta demanda en el mundo de la arquitectura e ingeniería para la evolución urbana de grandes ciudades en los países desarrollados y subdesarrollados, teniendo grandes ventajas como: rapidez de construcción, altos niveles de calidad, fiabilidad, buena durabilidad y capacidad de proporcionar flexibilidad del espacio.

Este proceso acelerado del uso de vigas en el mundo de la construcción ha traído como consecuencia la competencia sin fronteras locales, sino que simplemente es necesario dar un giro a la manera tradicional de operar las empresas, analizando los procesos productivos y eliminar los desperdicios que se generan en el mismo (Ramirez A. , 2018).

En el actual entorno empresarial global los factores fundamentales del mercado son el servicio al cliente, la competitividad de costes y la calidad, cuyo buen desempeño determina el éxito de una organización o el indeseable fracaso. Un servicio superior a la hora de vender el producto se ha convertido en una clave de negocio.

Empresas como *General Electric* han evolucionado basados en sus productos y servicios que presta atención de alta calidad y productos innovadores. Por lo que es necesario tener la capacidad de seguir iniciativas estratégicas con confianza, incluyendo alianzas, adquisiciones, la externalización y la expansión global, así como también es necesario consolidar el negocio durante recesiones económicas, usando nuevas herramientas de costo efectivo para la integración de procesos. El logro de metas depende de la dirección ejecutiva junto a los controles de la información exacta para tomar decisiones estratégicas que permitan las correcciones y reajuste (Tiscornia, 2009).

En 2012, según World Steel Association la producción mundial de hierro sumó 1.112 millones de toneladas, equivalente a un incremento del 0,8% anual (8.2 millones de toneladas adicionales). Para 2013, la producción de este mineral fue superior en 4,9% evidenciando una tendencia de recuperación en su dinámica global (Salcedo, Sarmiento y Rueda, 2014). Dicha producción estuvo a cargo de China en un 60,8%, seguida de India, Taiwán, y Corea del Sur con el 9,1%, la Unión Europea con un 7,9%, mientras que Suramérica y Centroamérica produjeron el 2,6% del producto global.

Entre tanto, en lo corrido de 2014 la distribución geográfica en términos de producción no registra mayores alteraciones, presentando la siguiente participación: Asia produce el 77,1% del total, donde China y Japón han producido hasta el mes de abril 66 millones de toneladas, le sigue la Unión Europea con el 8,2% y la Comunidad de Estados Independientes con el 6,9%.

En la Figura 1 puede apreciarse la distribución geográfica de la producción de hierro en lingotes durante el período abril 2013 - abril 2014.

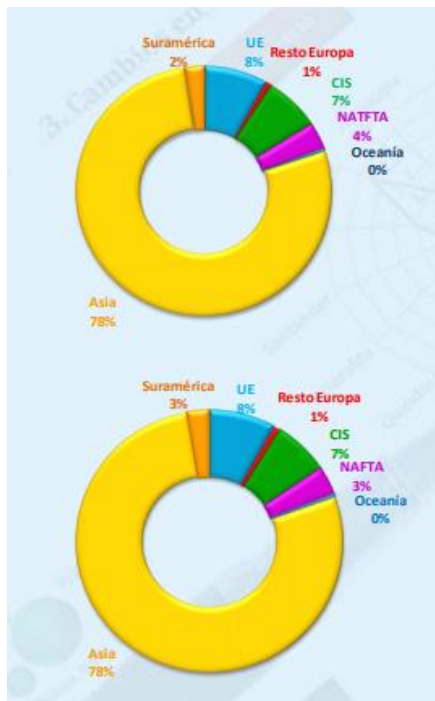


Figura 1 Distribución geográfica de la producción de hierro en lingotes por continente (abril 2013 - abril 2014)

Fuente: (Instituto de Estadística y Censos, 2010).

Elaborado Por: El Investigador.

Meso

Los países en vías de desarrollo no tienen fácil acceso para conseguir en sus mercados perfiles laminados en caliente (IPE, HEB, HEA, W), y cuando los obtienen los precios son elevados. Además, se tiene que la mayor parte del perfil doble T empleado en construcción, está formado por viga armada o prefabricada, esta realidad de mercado se debe a la dificultad para conseguir el perfil largo laminado en caliente, esto se debe a su elevado costo (Francisco, 2015).

La metalmecánica es uno de los motores del crecimiento económico de un país. Ciertamente, dentro del proceso de desarrollo, es importante el fomento del sector industrial por varios motivos tales como mejorar los niveles salariales, mayor empleo de personas con mejores niveles educativos y la producción de bienes con incrementos del valor agregado.

El sector de la metalmecánica del Ecuador, lastimosamente, no posee un gran desarrollo, por el contrario, dicho sector tiene un carácter todavía más artesanal que industrial. En efecto, en el aspecto laboral, de acuerdo a la Encuesta de Empleo y Desempleo, publicada por el Instituto de Estadística y Censos (INEC), el total de trabajadores del sector de la metalmecánica suma 94.465 obreros, de los cuales el 87,55% labora en micro y pequeñas empresas (ver Figura 1), lo que significa que el sector se compone mayoritariamente de Mipymes (Naranjo, 2010).

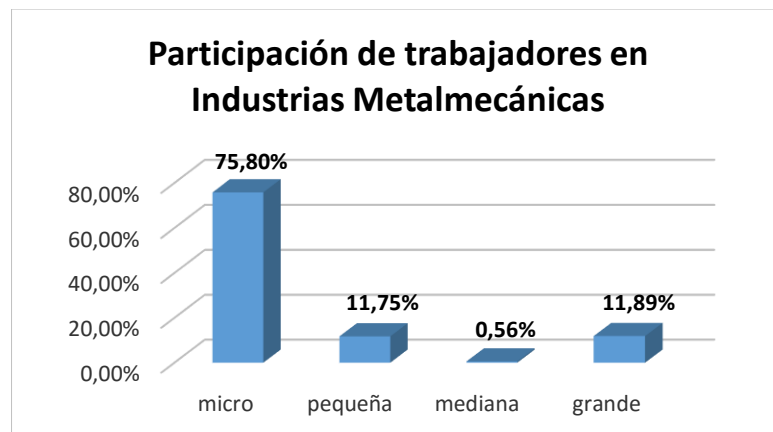


Figura 2. Participación de trabajadores en industrias metalmecánicas

Fuente: (Instituto de Estadística y Censos, 2010).

Elaborado Por: El Investigador.

Partiendo de la figura 2, se puede detectar efectivamente, que el sector de la metalmecánica tiene un gran nivel de participación en las micro empresas, con un 75,80% donde se podría ubicar la empresa Metálicas Fernando, por conservar las características propias en el manejo de procesos en la prefabricación de vigas IP, bajo un estilo artesanal, con una nómina de pocos trabajadores.

Productos y derivados

Se puede considerar dos niveles de producción fundamentales dentro de la cadena de producción de la industria del metal; el primero constituido por los artículos metálicos elaborados, los cuales son resultado de cambios de forma o volumen debido a la deformación mecánica de los metales; y, el segundo y no menos importante, el de la construcción de maquinaria no eléctrica para el uso industrial mediante el ensamble de piezas que en su mayor parte son metálicas.

Entendido esto, cabe mencionar los diferentes productos que se encuentran en el sector metalmecánico, el cual por cierto es muy diverso. Los productos más representativos de la cadena de producción son: molinos manuales, máquinas de afeitar no eléctricas, machetes y similares, ollas de presión, ollas de aluminio, grapas de alambre, alambre de púas, tambores de lámina de hierro y acero, cerraduras para puertas, clavos, tornillos, ventanas de aluminio, envases de hojalata, muebles metálicos para oficina, partes y accesorios para maquinaria industrial, partes y accesorios para maquinaria y equipo de refinar petróleo, partes y accesorios para ascensores.

El ámbito de la cadena siderúrgica y metalmecánica, al igual que en los demás países, en el Ecuador es amplio y abarca múltiples sectores de actividades económicas; en la siderurgia, mediante la obtención y utilización del hierro, el acero, aluminio, bronce y en metalmecánica con relación a los productos obtenidos en los procesos metalúrgicos, para la fabricación de partes, piezas o productos terminados con función propia (Proecuador, 2018).

Partiendo de los ámbitos de la cadena siderúrgica, se tiene que la materia prima para la prefabricación de las vigas IP, parte del acero ASTM A 36 comúnmente utilizado en la construcción metálica, ya que los proveedores de acero han posicionado este tipo de acero, generado perfiles estandarizados disponibles en el mercado para los constructores. Desde hace 6 años existe disponible nuevos aceros específicamente normados para la construcción metálica y el más aceptado en el mercado ecuatoriano es el ASTM A572 Gr. 50.

El acero ASTM A572/A572M-15 Grado 50 indica que el Límite de Fluencia mínimo de este acero estructural es de 50 000 libras por pulgadas al cuadrado.

La disponibilidad de acero en A 36 en el mercado del Ecuador está en:

- Perfiles conformados en frío / CG-CU-tubería
- Perfiles laminados en caliente (ángulos, vigas, barras, etc.)

La denominación A36 fue establecida por la ASTM (NOVACERO, 2016).

En la actualidad, las edificaciones son construidas a base de vigas metálicas y hormigón armado. Las vigas de alma llena tipo I son las más utilizadas en la construcción, mismas que son importadas en grandes cantidades y en medidas estándar.

En el Ecuador se ha venido utilizando vigas importadas ya que no existe la tecnología ni recursos para laminar vigas, pero los ingenieros ahora lo que están haciendo para abaratar costos es armar vigas a partir de láminas de acero laminado al caliente, éstas planchas son también importadas, pero al no tener arancel, el costo de la misma se abarata, no siendo así con las vigas metálicas laminadas que tienen un arancel del 15%. El proceso de armado o fabricación de vigas es muy simple, el Ingeniero hace los cálculos de las medidas que las vigas deben tener y según eso cortan las planchas en flejes y arman la viga con soldadura.

A continuación, se detalla algunos beneficios y ventajas de la fabricación de vigas:

- Rapidez. - Las vigas y columnas son fabricadas simultáneamente mientras se ejecutan cimientos y obras preliminares. La industrialización del proceso de fabricación de vigas permite una gran producción de vigas en poco tiempo. La mayor velocidad de la ejecución de la obra determina ganancias adicionales por ocupación anticipada del proyecto.
- Economía. - Las vigas y columnas son fabricadas con acero especial de gran resistencia estructural y, por lo tanto, son más livianas, lo que permite ahorrar un 30% en costos de cimentación. Por la rapidez de la construcción con vigas se recupera o utiliza la inversión más anticipadamente. Las columnas y vigas de acero son más ligeras que las de hormigón permitiendo un mayor aprovechamiento del espacio interno y aumento del área útil de la construcción.
- Libertad de Diseño. - las vigas pueden fabricarse de cualquier dimensión según las necesidades del cliente. Las construcciones con vigas pueden ser incrementadas, adaptadas o rediseñadas con mucha facilidad.
- Seguridad y Durabilidad. - Las propiedades del acero como ductilidad, relación resistencia/peso, dureza soportan de mejor manera fenómenos naturales como terremotos y ciclones por lo que se considera a las vigas como sismo resistente. A las vigas también se las puede revestir o pintar, para que de esta manera estén protegidas contra la corrosión para lograr mayor durabilidad del acero.
- Ecología. - Las vías públicas son menos afectadas y evita inconvenientes con autoridades y vecinos. Se ahorra hasta un 57% en desperdicios. Al final de la vida útil, todo el acero puede ser reciclado. Las construcciones hechas con vigas que dejan de ser necesarias en el sitio inicial, pueden ser desmontadas y reubicadas.

Características del sector

En el sector industrial ecuatoriano existen dos empresas, NOVACERO y KUBIEC dedicadas a la comercialización de materiales de hierro y acero, establecidas en el mercado desde aproximadamente treinta años, pero hace dos o tres años han incursionado en la fabricación de vigas para el sector de la construcción, de manera que se han vuelto un monopolio en la fabricación de vigas. Existen otro tipo de empresas dedicadas a la construcción de estructuras metálicas tales como ENATIN, TECMET, pero son empresas que prestan el servicio de corte y soldado para armado de vigas, como lo es Metálica Fernando por lo que no significan competencia para NOVACERO y KUBIEC. En el mercado también se encuentra la empresa FERRECONS, la cual es importadora y distribuidora de materiales de acero, aluminio, galvanizado, hierro y desea también producir vigas metálicas para el sector de la construcción (Espinoza, 2011).

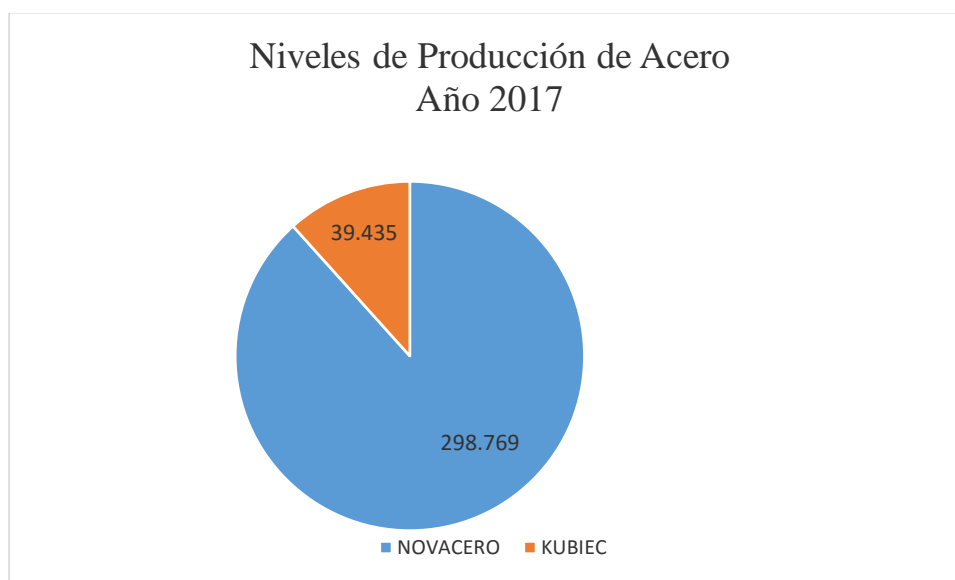


Figura 3. Análisis del mercado de vigas

Fuente: (Instituto de Estadística y Censos, 2010).

Elaborado Por: El Investigador.

De acuerdo a la Figura 3 se puede observar que la Empresa Novacero S.A, es una empresa constituida por más de 05 décadas, demostrando una trayectoria con una fuerza de competitividad en el mercado nacional, teniendo un mayor alcance en la producción en comparación con la Empresa Kubic, a pesar de que sus niveles de producción sean menores a la capacidad de Novacero, obteniendo reconocimiento en el mundo del sector de la construcción. En cuanto a las otras empresas mencionadas anteriormente, no se logró obtener cifras reales actualizadas de producción, que permitiera la comparación y análisis de sus trayectorias.

Micro

La empresa Metálicas Fernando inició sus actividades el 4 de Mayo de 2009 en la ciudad de Quito - Ecuador, fue creada como una pequeña empresa que desde sus inicios ha tenido altos y bajos, dedicada a la metalmecánica siendo su objeto empresarial la prefabricación de vigas IP, montaje de estructuras metálicas y trabajos en cerrajería en general; en sus inicios las actividades de producción eran artesanales, razón por la cual la demanda de sus productos y capacidad de mercado era dirigido a trabajos menores.

Con el transcurrir de los años y el aumento de la captación de clientes aumentó la demanda de servicios, adquiriendo maquinarias para mejorar sus niveles de producción. Adicionalmente implementó el servicio de inspección de soldadura para cumplir con los estándares y normas de calidad. La empresa cuenta con una nómina de siete (7) trabajadores: Personal Administrativo (02) y Operarios en taller (05).

Metálicas Fernando cuenta con una producción variable de prefabricación de vigas IP. Dentro de los principales clientes fijos de Metálicas Fernando se tienen los siguientes: Constructora TITAN, Constructora Mora, Proyectos Uniacero y pequeños consumidores. Todas dedicadas al desarrollo de la arquitectura, construcción e inmobiliarias, teniendo como análisis de mercado la siguiente demanda según Figura 4:

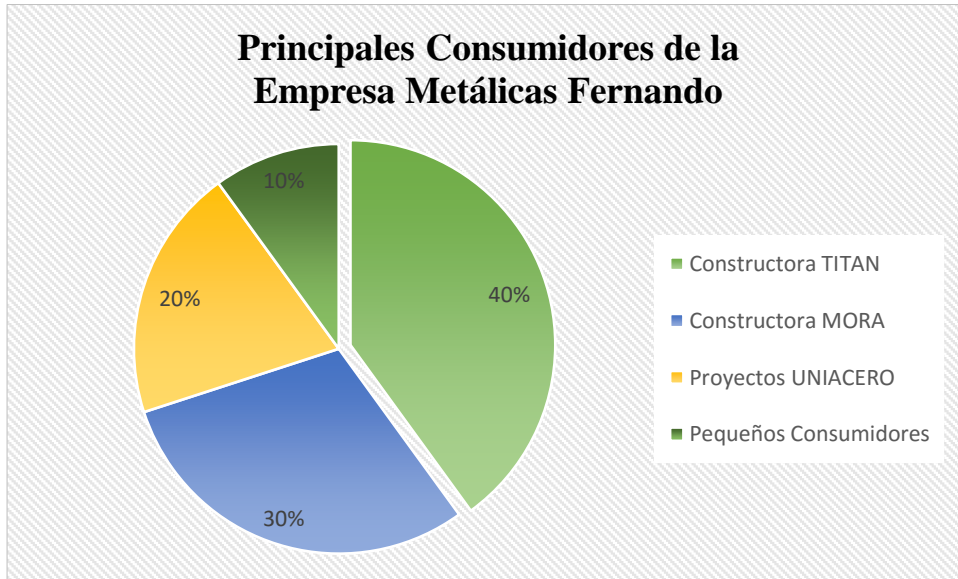


Figura 4. Análisis del mercado de vigas
Fuente: (Instituto de Estadística y Censos, 2010).

De acuerdo a la figura 4, se observa que la empresa Metálicas Fernando, cuenta con una pequeña cartera de clientes, dedicadas a diferentes rubros en el universo de la metalmecánica, teniendo en cuenta que su mayor consumidor es la Constructora Titan, la cual está dedicada al sector de la construcción industrial e inmobiliaria, representa el 40 % en ventas para Metálicas Fernando.

Árbol de problemas

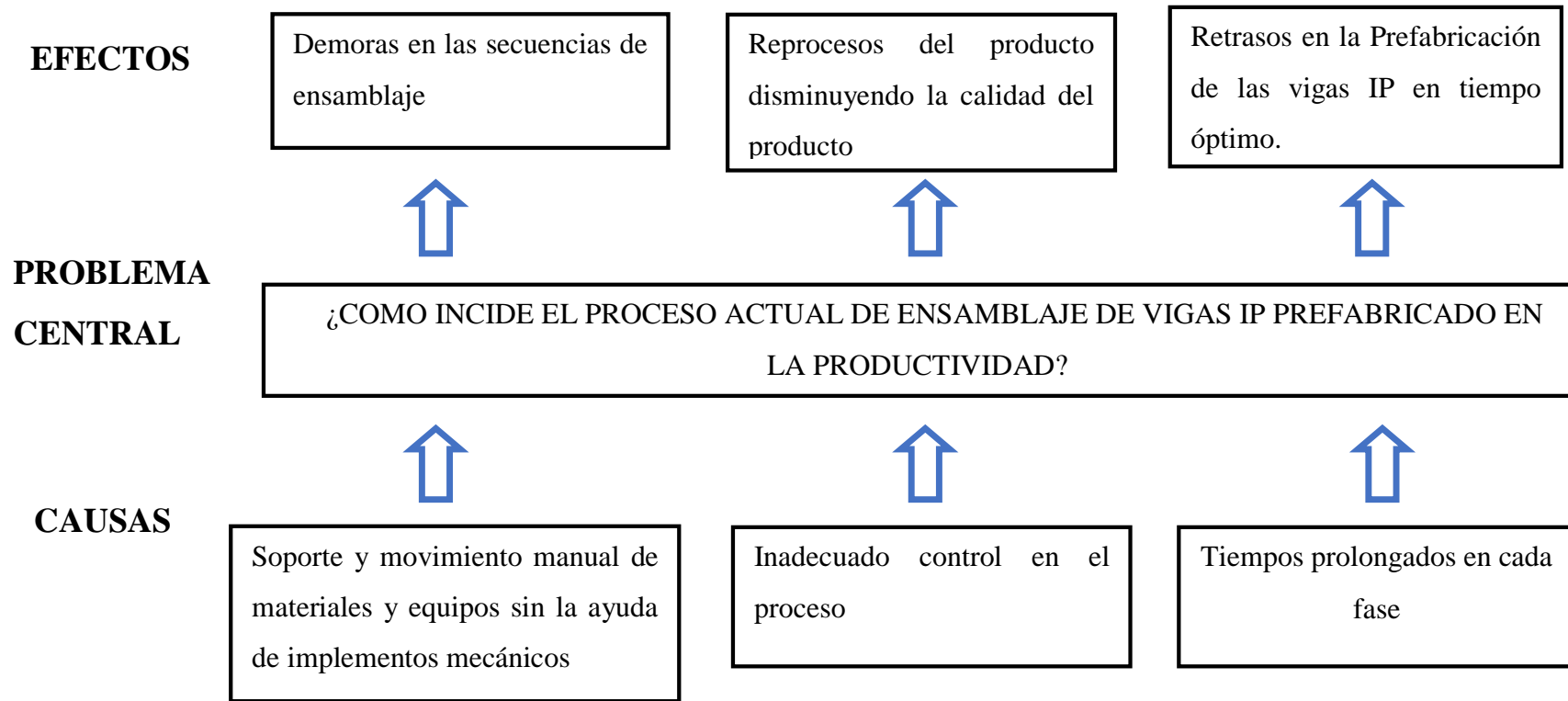


Figura 5. Árbol de problemas
Fuente: Metálicas Fernando (2018).
Elaborado Por: El Investigador.

Análisis Crítico

Observando la figura 5 referida al problema central en el proceso actual de ensamble de vigas IP prefabricado y su incidencia en la productividad, se identifican tres posibles factores como causas:

La ejecución de tareas de forma manual: esto se refiere a la realización de actividades a partir del soporte y movimiento manual, sin la ayuda de algún implemento, máquina o equipo mecánico que le sirva de apoyo en la fase del proceso productivo.

Inadecuado control en el proceso: al realizar el análisis el proceso de ensamble de vigas IP prefabricado, se constata que el personal no cuentan con un plan de control en cada estación de trabajo lo cual acarrea defectos en el proceso de acabado metálico, generando reproceso del producto, pérdida de recursos y una menor productividad al momento de realizar la finalización del producto.

Tiempo prolongado en cada fase: es de señalar que el tiempo implementado por los operadores de la Empresa Metálicas Fernando, incide en la producción puesto que, si no se cumple con las normas en cada fase y/o proceso al momento de iniciar y culminar la prefabricación de vigas IP se genera un efecto de prolongación del tiempo real con la máxima capacidad instalada que debería cumplirse, a los factores antes señalados, los cuales afectan a la organización en estudio.

Antecedentes

Actualmente, la empresa Metálicas Fernando, hace frente a un mercado competitivo, en el cual se impulsan nuevos métodos y tecnologías, los clientes son cada vez más estrictos y exigen productos con características que satisfagan sus necesidades. Es por ello que la mayoría de las empresas deben trabajar para la satisfacción total de sus clientes, mediante un proceso de mejora continua e

implementar normas de calidad para lograr la calidad máxima de los productos que ofrecen.

Para realizar el presente estudio se ha recopilado información científica de varias fuentes que contribuyen a la solución del proceso de ensamblaje de vigas IP. Como antecedentes investigativos se tiene la investigación con el tema:

Según (Quillupangui Asimbaya, 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, 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.

(Rodríguez Coronado, 2008) Nos indica con este proyecto se pretende analizar los estándares de tiempos, y el motivo de los precios de los productos que se hacen en una empresa manufacturera.

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

- Al llevar a cabo este trabajo, se puede notar la importancia de lo que es el tiempo estándar en cualquier empresa para la producción de un producto, ya que en base a este estudio, la organización puede tomar decisiones importantes al tener pleno conocimiento de su capacidad de producción y de ésta forma se logra un estatus competitivo mejor y un mayor desarrollo de la empresa.

- Al terminar el presente estudio, se considera que se obtuvo un resultado confiable para que la empresa lo pueda utilizar al analizar las operaciones del proceso de producción de tal manera que le pueda servir como base para realizar cambios que considere convenientes en busca de mejorar la producción y crecer en el ámbito empresarial.

También se tomó en cuenta la tesis **Estudio del proceso de embonchado y su incidencia en la productividad de la empresa san marcos en la provincia de Cotopaxi** publicado en fecha febrero de 2018 del autor Estrella Shylmar Espartaco, que tuvo como principal objetivo optimizar las operaciones en los procesos de empaqueta y embonchado; la investigación se realizó utilizando técnicas de registro y calidad de la producción generadas mediante tiempos reales y ajustando los mismos para optimizar el control de calidad; así mismo se tomó como recomendación la consideración en la estandarización del procesos para mejorar la calidad de la producción y para tener sus respectivos tiempos (Estrella , 2018).

Justificación

El presente proyecto tiene un impacto positivo, debido a que traerá beneficios para la empresa Metálicas Fernando, mediante el análisis del proceso de ensamblaje de vigas IP, con la finalidad de determinar las posibles restricciones en los procesos, donde se analizara los procesos para posteriores propuestas que le permita mejorar su productividad e incrementar su nivel competitivo en el sector industrial, optimizando los recursos existentes, reduciendo el costo operativo.

El presente proyecto tendrá una gran utilidad teórica para posteriores propuestas, donde se podrá controlar y llevar de una manera documentada el flujo de los procesos que intervienen en los servicios de la empresa, del mismo modo identificar puntos críticos, evitando la utilización de cierta operación obsoleta que esté causando tiempos muertos, reproceso y pérdidas económicas a la empresa.

Objetivo General

Analizar el proceso de ensamblaje de vigas IP prefabricado en la Empresa Metálicas Fernando, mediante estudios de tiempos, para la determinación de la incidencia en la productividad.

Objetivos Específicos

- Identificar el proceso actual de prefabricado de vigas IP en la Empresa Metálicas Fernando, mediante la observación directa de la producción.
- Establecer los diagramas de flujo en el proceso de ensamblaje de prefabricado de vigas IP tipo A y B, a través del análisis de tiempos para la detección de posibles restricciones.
- Determinar la incidencia del proceso de ensamblaje de vigas IP en la productividad de la Empresa Metálicas Fernando, a través de un método estadístico.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

El presente trabajo de grado investigativo, procura el análisis detallado del proceso de prefabricado de vigas IP en la empresa Metálicas Fernando, en el periodo del primero al tercer trimestre del año 2018. Con esta finalidad se procede a realizar una investigación descriptiva – cuantitativa de la situación real que se observó en la empresa antes citada cumpliendo con los preceptos académicos impartidos por la Universidad Tecnológica Indoamérica (UTI).

Área de estudio

Dominio: Tecnología y Sociedad

Línea de investigación

De acuerdo con la Política y Líneas de Investigación de la Universidad Tecnológica Indoamérica 2011, estipula en el punto Empresarial y Productividad:

Esta línea de investigación se orienta por un lado al estudio de la capacidad de emprendimiento o empresarial de la región, así como su entorno jurídico-empresarial; es decir, de repotenciación y/o creación de nuevos negocios o industrias que ingresen al mercado con un componente de innovación. Por otro lado, el estudio de las empresas existentes en un mercado, en una región, se enmarcará a la productividad de este tipo de empresa, los factores que condicionan su productividad, la gestión de la calidad de las mismas, y que hacen que estas empresas crezcan y sobrevivan en los mercados. En este ámbito es de interés estudiar aspectos como exportaciones, diversificación de la producción y afines.

Campo: Ingeniería Industrial

Área: Producción, procesos, calidad

- **Aspecto:** Productividad.
 - *Variable independiente:* Proceso de ensamblaje de vigas prefabricadas IP
 - *Variable dependiente:* Productividad.

Objeto de estudio: Empresa Metálicas Fernando.

Período de análisis: enero – septiembre 2018.

La metodología de investigación, está basada en la técnica Investigación, Acción y Participación (IAP), tomando en cuenta los parámetros previos al proceso de prefabricado de vigas IP, como son: materiales, procesos y vinculación del personal (Mercedes, 2012).

La técnica IAP pretende determinar las posibles restricciones que puedan existir en el proceso productivo de ensamblaje, que utiliza actualmente la empresa Metálicas Fernando, de acuerdo a los resultados obtenidos en el levantamiento de la información, pues dichas restricciones detectadas podrían resultar como un conocimiento útil para la empresa.

Enfoque

La presente investigación se desarrollará, bajo la técnica IAP, con enfoque cualitativo y cuantitativo.

Enfoque Cualitativo: Se abordará con una pre-investigación basada en la detección de las restricciones que presenta el proceso productivo de ensamblaje de vigas tipo A y tipo B en la empresa Metálicas Fernando, como son: diagramas de flujo para la identificación de los procesos y subprocesos, dentro de la línea de producción; para su posible propuesta de optimización intervención.






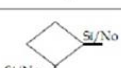



Enfoque Cuantitativo: Se partirá del análisis de datos obtenidos a partir de informes históricos de la producción, medición de tiempos de las fases del proceso productivo.

Obteniendo estos valores tanto cualitativos como cuantitativos, los mismos serán analizados para obtener el diagnóstico y medición de las variables de estudio del proceso de ensamblaje de vigas IP y su incidencia en la productividad.

2.1. Técnica metodológica

Una vez recopilados los datos del proceso de prefabricado de vigas IP, se aplicaron las herramientas ANSI (por sus siglas en inglés: American National Standards Institute) y ASME (por sus siglas en inglés: American Society of Mechanical Engineers) con la finalidad de diseñar el diagrama de flujo, y de esta manera poder graficar las actividades en el proceso productivo de la Empresa Metálicas Fernando.

Tabla 1. Simbología ANSI








Símbolo	Significado	¿Para que se utiliza?
	Inicio / Fin	Indica el inicio y el final del diagrama de flujo.
	Operación / Actividad	Símbolo de proceso, representa la realización de una operación o actividad relativas a un procedimiento.
	Documento	Representa cualquier tipo de documento que entra, se utilice, se genere o salga del procedimiento.
	Datos	Indica la salida y entrada de datos.
	Almacenamiento / Archivo	Indica el depósito permanente de un documento o información dentro de un archivo.
	Decisión	Indica un punto dentro del flujo en que son posibles varios caminos alternativos.
	Líneas de flujo	Conecta los símbolos señalando el orden en que se deben realizar las distintas operaciones.
	Conector	Conector dentro de página. Representa la continuidad del diagrama dentro de la misma página. Enlaza dos pasos no consecutivos en una misma página.
	Conector de página	Representa la continuidad del diagrama en otra página. Representa una conexión o enlace con otra hoja diferente en la que continua el diagrama de flujo.

Fuente: Mideplan (2009).

Elaborado Por: Investigador.

Se desarrollaron diagramas de procesos, con el objeto de sistematizar cada una de las actividades que se realizan en el proceso de ensamblaje, a partir de los cuales se identificaron posibles demoras, materiales dañados, entre otros, para lo cual se empleó la simbología de la norma ASME (MIDEPLAN, 2009).

Tabla 2. Simbología ASME

Símbolo	Significado	¿Para que se utiliza?
	Origen	Este símbolo sirve para identificar el paso previo que da origen al proceso, este paso no forma en sí parte del nuevo proceso.
	Operación	Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Hay una operación cada vez que un documento es cambiado intencionalmente en cualquiera de sus características.
	Inspección	Indica cada vez que un documento o paso del proceso se verifica, en términos de: la calidad, cantidad o características. Es un paso de control dentro del proceso. Se coloca cada vez que un documento es examinado.
	Transporte	Indica cada vez que un documento se mueve o traslada a otra oficina y/o funcionario.
	Demora	Indica cuando un documento o el proceso se encuentra detenido, ya que se requiere la ejecución de otra operación o el tiempo de respuesta es lento.
	Almacenamiento	Indica el depósito permanente de un documento o información dentro de un archivo. También se puede utilizar para guardar o proteger el documento de un traslado no autorizado.
	Almacenamiento Temporal	Indica el depósito temporal de un documento o información dentro de un archivo, mientras se da inicio el siguiente paso.

Fuente: Mideplan (2009).

Elaborado Por: Investigador.

La simbología ASME está arraigada como un método que permite medición del tiempo de trabajo de acuerdo con la ejecución de una actividad específica, esta herramienta que simplifica el análisis de los datos con la finalidad de conocer el tiempo para el cumplimiento de las actividades (MIDEPLAN, 2009).

Método

La presente investigación se basa en el método de Investigación, Acción y Participación (IAP), utilizando en dos modalidades comunes, las cuales se detallarán a continuación:

Modalidad de la investigación bibliográfica: consiste en la obtención de datos a partir de fuentes de información basadas en documentos como textos, revistas, tesis, artículos, entre otros, que guarden relación con el tema de estudio, a fin de conocer la fundamentación teórica y conceptualización necesaria para los respectivos análisis.

La investigación realizada de Participación: La presente investigación será de campo, utilizando técnica de observación y participación, con el fin de determinar posibles problemas en el proceso productivo, donde se utilizará el aspecto de recolección de información para el estudio de cada una de las fases. En la modalidad de campo se acudirá directamente a la planta de producción de la empresa para tomar las mediciones del tiempo de duración en cada una de esas etapas.

Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es el conjunto de decisiones, pasos, esquemas y actividades a realizar en el curso de la investigación. Está asociado a las estrategias más específicas, es decir, "el diseño ayuda a ubicar la investigación mediante técnicas y procedimientos que tiene como fin identificar las condiciones del problema" (Vargas, 2009, pág. 102).

La información anterior, señala que el diseño guía al investigador en lo que debe hacer para alcanzar los objetivos propuestos, así como la respuesta a las interrogantes planteadas (Hernandez, 1994).

En este orden de ideas, un diseño bien pensado, dependerá de las características propias de la investigación, en donde la información tendrá un papel importante al

momento de escoger la estrategia para obtener un producto final. En atención a la ubicación de la investigación existen diferentes métodos empleados para la obtención de información que permita alcanzar los objetivos del presente estudio, donde se utilizarán los siguientes:

- **Investigación Exploratoria:** En este nivel de investigación se pretenderá dar una visión general de las restricciones que afectan en los procesos productivos.
- **Investigación Descriptiva:** En la presente investigación se realizará un estudio descriptivo con enfoque cuantitativo, partiendo de la recolección de datos en el proceso de producción para describir cada una de las actividades que hacen posible realizar las fases del mismo.

Nivel de la Investigación

El nivel de investigación se refiere al grado de profundidad con que se aborda un fenómeno u objeto de estudio (Espinoza, 2011). El presente trabajo se presenta como una investigación descriptiva con insumos recabados en campo que permiten analizar las tendencias de los fenómenos encontrados en el devenir del estudio.

Este análisis establecerá los procesos aplicados en la actualidad y mediante el estudio de tiempos se determina posibles perturbaciones en el buen desempeño de los resultados esperados.

Tabla 3. Operacionalización de la variable independiente: Proceso de ensamblaje de vigas IP prefabricado

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	INTERROGANTES DEL INVESTIGADOR	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Proceso de producción: Es un proceso que involucra una serie de fases, métodos y técnicas en un tiempo establecido para obtener un producto.	<p>Calidad</p> <p>Materia prima</p> <p>Mano de obra</p> <p>Tiempo muerto</p>	<p>Tiempo de duración en cada proceso</p> <p>Descripción de las fases del proceso</p> <p>Materia prima y materiales</p> <p>Tareas realizadas y tiempo de duración</p>	<p>¿Cuáles son las fases del proceso productivo?</p> <p>¿Cuánto tiempo se emplea para la ejecución de cada fase?</p> <p>¿Utilizan correctamente los insumos en cada fase?</p> <p>¿Los trabajadores conocen sus actividades y las realizan en el tiempo oportuno?</p>	<p>Método IAP</p> <p>Técnica de la Observación en campo</p> <p>Toma de tiempos en cada fase</p>	<p>Diagrama de flujo</p> <p>Formatos diseñados en hoja Excel</p> <p>Cronómetro.</p> <p>Estimaciones datos históricos</p> <p>Medición del tiempo.</p> <p>Diagrama de proceso SIPOC (por cada fase)</p>

Fuente: Metálicas Fernando

Elaborado Por: El investigador

Tabla 4. Operacionalización de la variable dependiente: Productividad.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	INTERROGANTES DEL INVESTIGADOR	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Recursos utilizados en relación con el producto terminado y el tiempo empleado obteniendo los resultados esperados.	Rendimiento Línea de Producción	Cumplimiento del producto de acuerdo a características establecidas Trabajo de 8 horas al día en diferentes procesos % de herramientas en operación	¿Dispone con los recursos necesarios para realizar su trabajo? ¿Existen fallas eventuales de la maquinaria que imposibiliten el trabajo? ¿Se cuenta con las herramientas necesarias para desarrollar el proceso? ¿Existen oportunidades de mejora en la productividad de la empresa?	Observación de campo Observación de los procesos Entrevistas	Cálculo en Excel Fórmula de productividad

Fuente: Metálicas Fernando

Elaborado Por: El investigador

Población y muestra

Población.

Es “el conjunto total finito o infinito de elementos o unidades de observación que se consideran en un estudio, o sea que el universo de la investigación sobre la cual se pretende generalizar los resultados” (Risque de Morales, 1999, p. 48).

Dicha población la constituye los seres con características comunes sobre quien estarán referidas las conclusiones; esto quiere decir, que la población en estudio está considerada como los productos y sus procesos resultantes de la prefabricación de Vigas IP de la empresa Metálicas Fernando, lo cual está representada en cantidad de producto por cada tipo de viga A y B, según la producción del período enero – septiembre 2018, tal como se observa en la Tabla 6.

Tabla 5. Historial de producción de vigas IP tipo A y B enero – septiembre 2018

Enero			Febrero			Marzo			Abril			Mayo			Junio			Julio			Agosto			Septiembre		
VIGAVIGA			VIGAVIGA			VIGAVIGA			VIGAVIGA			VIGAVIGA			VIGAVIGA			VIGAVIGA			VIGAVIGA			VIGAVIGA		
Fecha	TIPO	TIPO	Fecha	TIPO	TIPO	Fecha	TIPO	TIPO	Fecha	TIPO	TIPO	Fecha	TIPO	TIPO	Fecha	TIPO	TIPO	Fecha	TIPO	TIPO	Fecha	TIPO	TIPO	Fecha	TIPO	TIPO
A	B		A	B		A	B		A	B		A	B		A	B		A	B		A	B		A	B	
08/01/2018			05/02/2018	1	5	01/03/2018	1	3	02/04/2018	1	4	07/05/2018	2	4	04/06/2018	1	3	02/07/2018	1	2	01/08/2018	1	3	03/09/2018	2	2
09/01/2018			06/02/2018	1	4	02/03/2018	1	4	03/04/2018	1	2	08/05/2018	2	2	05/06/2018	1	4	03/07/2018	1	3	02/08/2018	2	4	04/09/2018	2	2
10/01/2018			07/02/2018	1	4	05/03/2018	1	3	04/04/2018	1	2	09/05/2018	2	5	06/06/2018	1	4	04/07/2018	1	3	03/08/2018	1	4	05/09/2018	2	2
11/01/2018			08/02/2018	1	4	06/03/2018	1	2	05/04/2018	1	2	10/05/2018	2	2	07/06/2018	1	4	05/07/2018	1	3	06/08/2018	2	3	06/09/2018	2	2
12/01/2018			09/02/2018	1	2	07/03/2018	2	2	06/04/2018	1	3	11/05/2018	2	4	08/06/2018	1	4	06/07/2018	1	3	07/08/2018	1	4	07/09/2018	2	2
15/01/2018			14/02/2018	1	4	08/03/2018	2	2	10/04/2018	1	3	12/05/2018	2	3	11/05/2018	1	4	09/07/2018	2	2	08/08/2018	2	4	10/09/2018	3	1
16/01/2018			15/02/2018	1	4	09/03/2018	2	2	13/04/2018	1	2	14/05/2018	2	4	12/05/2018	1	4	10/07/2018	1	3	09/08/2018	2	3	11/09/2018	2	2
17/01/2018			16/02/2018	1	5	12/03/2018	2	2	16/04/2018	1	3	15/05/2018	2	2	13/05/2018	1	4	11/07/2018	1	2	13/08/2018	2	4	12/09/2018	2	2
18/01/2018	1	2	19/02/2018	1	2	13/03/2018	2	2	18/04/2018	1	2	16/05/2018	2	4	14/05/2018	1	4	12/07/2018	1	3	14/08/2018	2	3	13/09/2018	2	2
19/01/2018	1	4	20/02/2018	1	4	14/03/2018	1	4	19/04/2018	1	2	17/05/2018	2	2	15/05/2018	1	4	13/07/2018	1	2	15/08/2018	2	3	14/09/2018	2	2
22/01/2018	1	2	21/02/2018	1	2	15/03/2018	1	3				18/05/2018	2	5	18/06/2018	1	4	16/07/2018	1	3	16/08/2018	2	4	17/09/2018	3	1
23/01/2018	1	2	22/02/2018	1	2	16/03/2018	1	2				21/05/2018	1	5	19/06/2018	1	4	17/07/2018	1	2	17/08/2018	2	3	18/09/2018	2	2
24/01/2018	1	3	23/02/2018	1	3	19/03/2018	1	3				22/05/2018	1	4	20/06/2018	1	3	18/07/2018	1	2	20/08/2018	2	3	19/09/2018	2	1
25/01/2018	1	2	26/02/2018	1	3	20/03/2018	2	2				23/05/2018	1	3	21/06/2018	1	4	19/07/2018	2	2	21/08/2018	2	4	20/09/2018	2	1
26/01/2018	1	4	27/02/2018	1	2	21/03/2018	2	2				28/05/2018	1	4	22/06/2018	1	3	20/07/2018	2	2	22/08/2018	2	3	21/09/2018	3	1
29/01/2018	1	3				22/03/2018	2	2				29/05/2018	1	2	25/06/2018	1	4	23/07/2018	2	2	23/08/2018	2	3	24/09/2018	2	2
30/01/2018	1	4				23/03/2018	1	2				30/05/2018	1	3	26/06/2018	1	4	24/07/2018	2	3	24/08/2018	2	3	25/09/2018	3	1
31/01/2018	1	2				16/03/2018	2	2				31/05/2018	2	2	27/06/2018	1	3	25/07/2018	2	2	27/08/2018	2	4	26/09/2018	2	2
						27/03/2018	1	1							28/06/2018	1	3	26/07/2018	2	2	28/08/2018	2	4			
															29/06/2018	1	4	27/07/2018	2	2	29/08/2018	1	3			
																		30/07/2018	2	2	30/08/2018	2	3			
																					31/08/2018	2	3			
Total por mes	10	30	Total por mes	15	50	Total por mes	28	45	Total por mes	10	25	Total por mes	30	60	Total por mes	20	75	Total por mes	30	50	Total por mes	40	75	Total por mes	40	30
Total																								663,00		

Fuente: Empresa Metálicas Fernando (2018)

Elaborado Por: El investigador.

Tabla 6. Población en Estudio, producción mensual.

Mes	Viga IP Tipo A	Viga IP Tipo B	Total por Mes
Enero	10	30	40
Febrero	15	50	65
Marzo	28	45	73
Abril	10	25	35
Mayo	30	60	90
Junio	20	75	95
Julio	30	50	80
Agosto	40	75	115
Septiembre	40	30	70
Total	223	440	663
% sobre producción total	34%	66%	100%

Fuente: Empresa Metálicas Fernando (2018)

Elaborado Por: El investigador.

Analizando la Tabla 6, se visualiza el volumen de la producción según los tipos vigas que se prefabrican en la Empresa Metálica Fernando de acuerdo a los pedidos solicitados por los clientes, resaltando que la mayor demanda la tiene la viga IP tipo B, con una participación del 66% respecto a la viga IP tipo A, que representa apenas el 34% sobre el total de la producción del período enero – septiembre 2018.

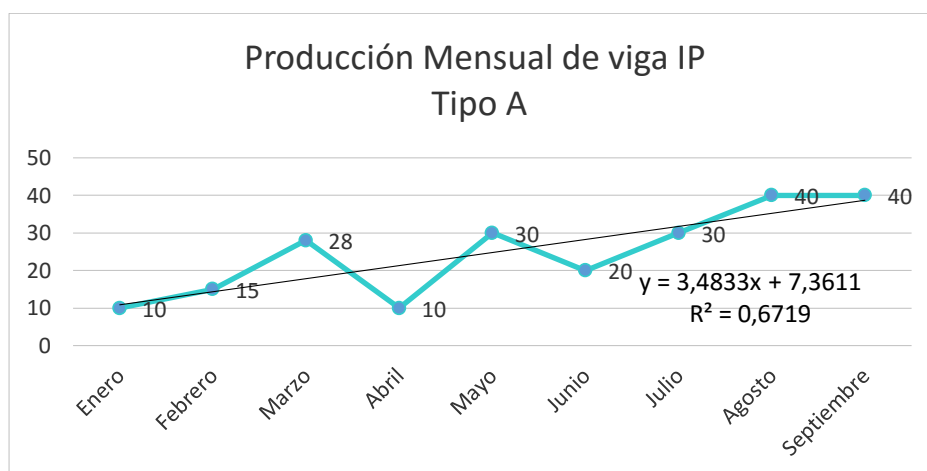


Figura 6. Producción mensual de vigas IP tipo A

Fuente: Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

En la figura 6, se observa que la tendencia gráfica indica que linealmente la demanda aumenta a razón de 3,4833 mensualmente. La pendiente es de forma ascendente, lo que representa que la demanda es creciente de las vigas IP tipo A.

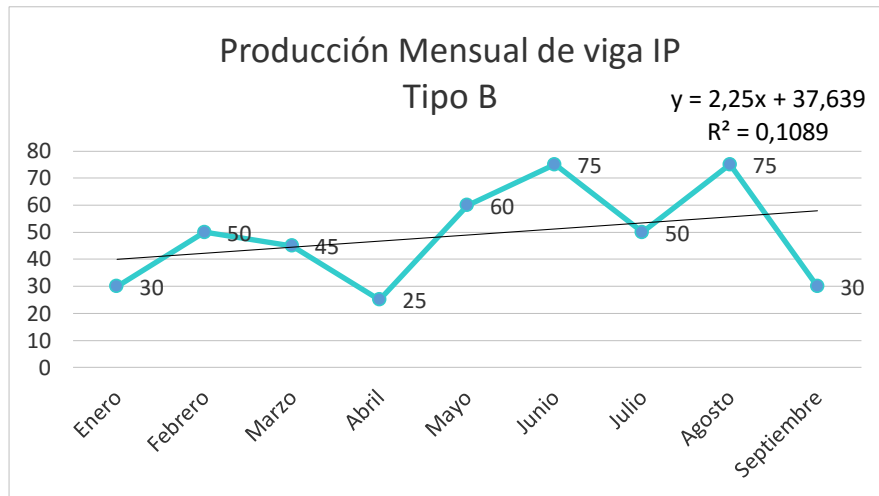


Figura 7. Producción mensual de vigas IP tipo B

Fuente: Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador.

En la figura 7 se puede apreciar que en el último trimestre se alcanzó un incremento en la producción de viga IP tipo B, de acuerdo con la demanda de sus clientes, tal y como demuestran los datos tabulados en la tabla 8, se observa que la pendiente de la línea de tendencia es positiva, mostrando un incremento a una proporción de 2,25 por mes, con una confiabilidad apenas superior al 10%. Además el gráfico muestra que la viga IP tipo B tiene una mayor producción y mayor consumo por sus principales clientes, de acuerdo con las dimensiones y características operacionales. Las pendientes de ambas gráficas son positivas y ascendentes de un modo perceptible, destacando que la misma es mayor en el caso de las Vigas IP tipo A, lo que denota un incremento de la capacidad de producción con respecto a las Vigas IP Tipo B.

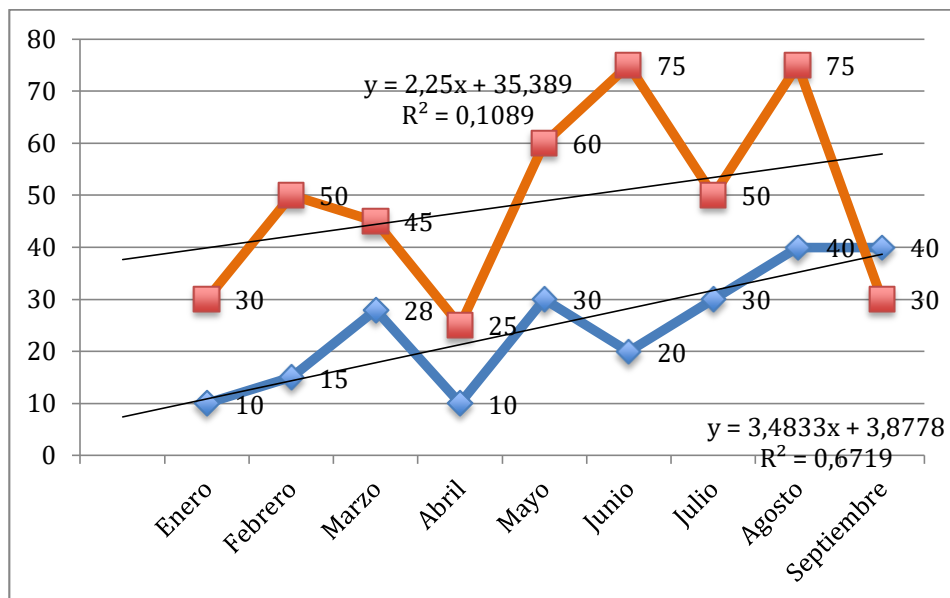


Figura 8. Producción mensual de vigas IP tipo A y tipo B

Fuente: Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador.

La figura 8, muestra la brecha entre la producción de ambas vigas, entre los meses de febrero, junio y agosto, lo producido entre ambas vigas es donde se observa mayor diferencia y también, se puede apreciar como la producción que se intercepta en septiembre cuando es igual (40 unidades) lo que quiere decir que en ese periodo hubo una leve diferencia de cantidades de vigas tipo A y tipo B. Las líneas de tendencia de cada una de las gráficas (Viga IP Tipo A y B) no se interceptan a lo largo del proceso del periodo en estudio, sin embargo, proyectando ambas rectas y mediante el análisis matemático correspondiente, se tiene que la intersección de las mismas ocurriría en un valor de $x=25,61$ lo cual significa que la tendencia que describe los procesos, se igualará (de mantenerse) en unos 25 meses y tres (03) semanas aproximadamente.

Muestra

La muestra constituye, solo una parte del conjunto total de la población y es poseedora de sus propias características. Por tanto, una población es homogénea en la medida que sus integrantes se parecen entre sí en cuanto a características. Con base a este criterio, la muestra constituye una porción de la población sobre la que se realiza en estudio (Sabino, 1995).

Ahora bien, en la presente investigación se tomó la muestra, en torno a la producción mensual de vigas IP tipo A y B partiendo por la incidencia en la fabricación y/o producción de Metálicas Fernando.

Se empleó la siguiente fórmula para una población finita, con la finalidad de calcular el tamaño de la muestra de vigas tipo A y tipo B, debido a que se conoce el total de la población de los meses comprendidos entre enero – septiembre 2018.

En el caso de las vigas IP tipo A se tiene lo siguiente:

$$n = \frac{Z^2 * p * q * N}{e^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Z = nivel de confianza (correspondiente con tabla de valores de Z).

p = Porcentaje de la población que tiene el atributo deseado.

q = Porcentaje de la población que no tiene el atributo deseado = 1-p

N = Tamaño del universo (Se conoce puesto que es finito).

e = Error de estimación máximo aceptado.

n = Tamaño de la muestra.

Z=	0.72
p =	0,5
q =	0,5
N =	663
e =	0,10

$$n = \frac{0.72^2 * 0.5 * 0.5 * 663}{0.10^2 * (663 - 1) + 0.72^2 * 0.5 * 0.5} \quad n = \frac{0.72^2 * 0.5 * 0.5 * 663}{0.10^2 * (663 - 1) + 0.72^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{0.72^2 * 0.5 * 0.5 * 663}{0.10^2 * (663 - 1) + 0.72^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n=75.36$$

En función al resultado obtenido,

Partiendo de la muestra 663 para la estimación de porcentaje por cada tipo de viga se emplea la siguiente formula:

$$A = 75.36 * 34\%$$

A= 25.5 como promedio de productividad diaria en la prefabricación de vigas tipo A

Para las vigas Tipo B, se estima el porcentaje, de acuerdo a la siguiente formula:

$$B = 75.36 * 66\%$$

B= 49.73 promedio diario en el ensamblaje de vigas Tipo B (ver Tabla 7).

Instrumentos de recolección de información

Para el avance de esta investigación se tomó como herramientas de recolección de información las fuentes documentales y bibliográficas, de gran importancia para la caracterización del estudio.

El levantamiento de información se realizó en las instalaciones de la empresa Metálicas Fernando, solicitando información al supervisor de producción en referencia al proceso de ensamblaje de vigas IP. Por otra parte, se solicitó un histórico de producción del primer semestre comprendido entre los meses enero – septiembre de 2018 para realizar los análisis de factibilidad y comportamiento de la producción.

Hipótesis

- ✓ **Hipótesis nula:** El proceso productivo de vigas IP no incide en la productividad de la empresa.
- ✓ **Hipótesis alternativa:** El proceso productivo de vigas IP si incide en la productividad de la empresa.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de la investigación para el presente trabajo de tesis, implicó diferentes etapas, las cuales se muestran en la Figura 9. Cada una demuestra los respectivos pasos, permitiendo llegar a responder el objetivo principal, consiguiendo organizar la estructura de la investigación.

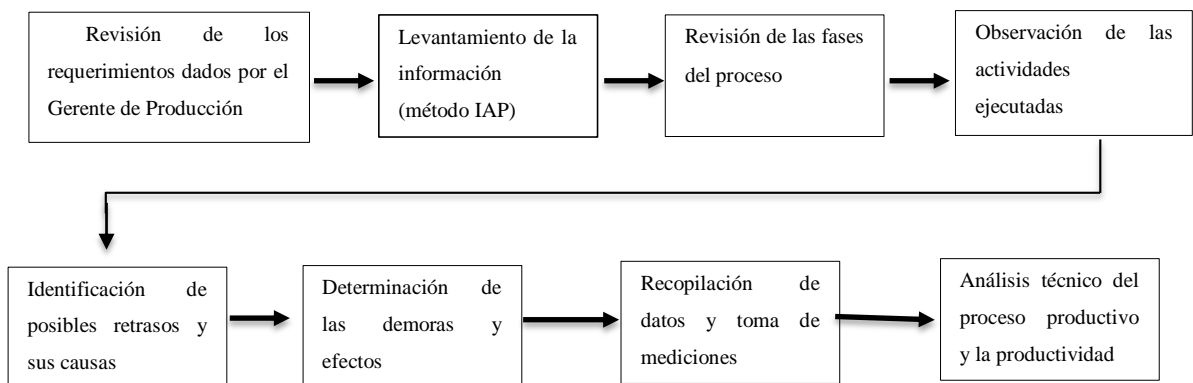


Figura 9. Etapas del Proyecto

Fuente: Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador.

Revisión de los requerimientos de la información: Proceso productivo en la Prefabricación de Vigas IP.

Esta etapa se enfatizó en la revisión de la información obtenida por el encargado de la empresa Metálicas Fernando, donde se recibieron registros de datos que permitieron conocer las cifras de producción por cada tipo de viga,

razón por la cual se inicia el estudio para saber sobre el proceso productivo que lleva a cabo la empresa como objeto de estudio, para lograr determinar los procesos y actividades que exige la prefabricación de Vigas IP, obteniendo lo siguiente:

El proceso de producción, es responsabilidad del Departamento de Producción (taller), por cuanto allí es donde ocurre la prefabricación de las Vigas IP que exige horas y/o tiempo empleado, calidad del producto, tipologías y productividad, tal como se expresa en la figura 10:

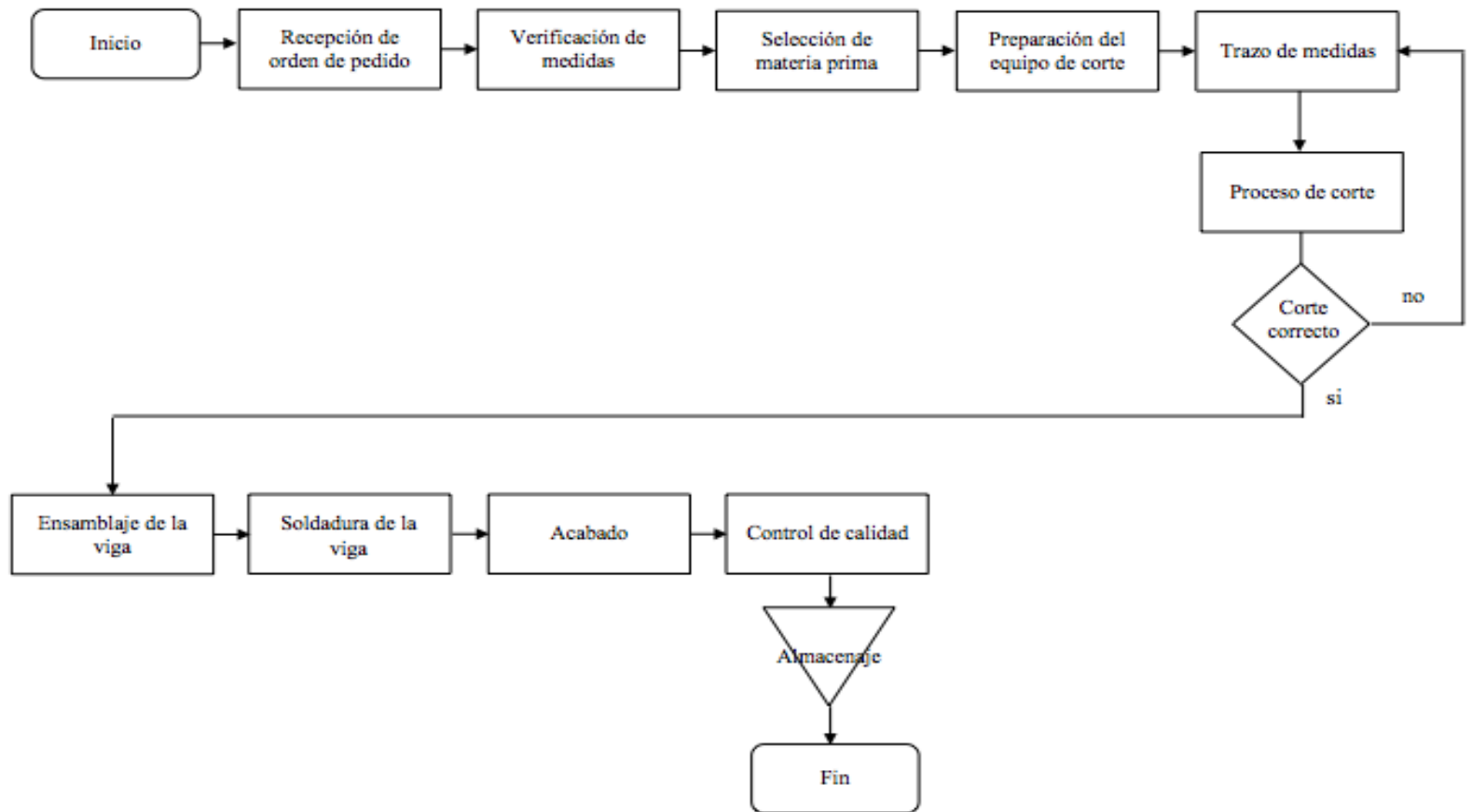


Figura 10. Diagrama de flujo de la Línea de Producción.

Fuente: Metálicas Fernando.

Elaborado por: El investigador.

Descripción de actividades del proceso de producción en la prefabricación de vigas IP tipo A y tipo B de acuerdo a las necesidades del cliente.

Programación en la producción: A partir de este punto se da inicio al proceso del ensamblaje de vigas IP, el cual consiste en programar el alcance de la producción, partiendo de la demanda y/o pedidos recibidos por la cartera de clientes, donde el Gerente de Producción, debe garantizar la disponibilidad de la materia prima en el taller; una vez realizada esta verificación de material, se procede a impartir la orden a los trabajadores implicados, quienes ya tienen el conocimiento básico de la logística para dar inicio a la prefabricación de las vigas IP.

Distribución de tareas: Consiste en que los trabajadores del taller (Dpto. De Producción), distribuyen en actividades como la limpieza del área, colocación de herramientas a utilizar, selección de la materia prima, cálculos de medidas para el corte del acero y preparación del equipo para cortes. Es de señalar que dentro de este proceso las acciones impartidas en cada actividad, dependen de la definición en la calidad del producto y su tipología (Vigas IP tipo A y Vigas IP Tipo B).

Verificación de maquinarias: Consiste en la adecuación de los parámetros de acuerdo a las características del acero, en concordancia con el tipo de viga para el proceso de corte y soldadura, garantizando las óptimas condiciones de los equipos y/o maquinarias necesarias para el buen funcionamiento en la producción, sujetos a las medidas preventivas de seguridad industrial.

Proceso de Soldadura: En este proceso se desarrolla el ensamblaje de la materia prima para la prefabricación de las vigas IP, consiste en realizar la unión de dos o más piezas metálicas, a través de la coalescencia (fusión), el cual implica el derretimiento de un material de bajo punto de fusión entre piezas de trabajo para formar un enlace entre ellos, quedando las piezas soldadas y utilizando temperaturas aproximadamente a los 4000 °C.

Selección y calidad del Producto: Se basa en la verificación del acabado de cada Viga IP, una vez que se haya limpiado la superficie (vigas) y aplicado la pintura; luego se procede a su clasificación y posterior almacenamiento.

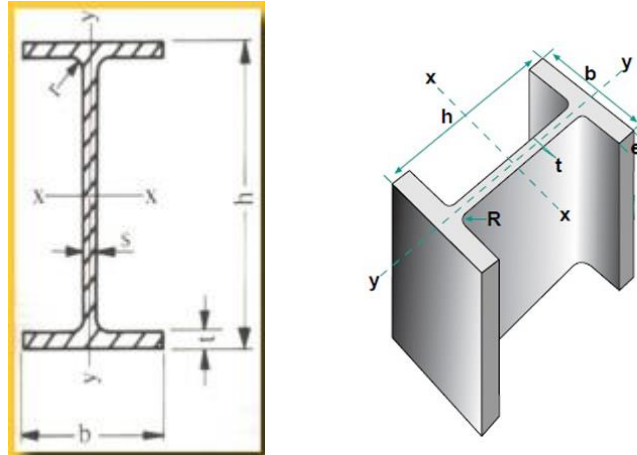


Figura 11. Vigas IP
Fuente: (Herrera, 2018).
Elaborado Por: El Investigador.

Se denomina perfil IP, al producto cuya sección tiene forma de I (líneas entre cortadas Y-Y), denominada doble T. Las caras exteriores e interiores de las alas son perpendiculares al alma (líneas entre cortadas X- X), por lo que éstas tienen espesor constante (caras paralelas). Las uniones entre las caras del alma y las caras interiores de las alas son redondeadas (R). Estas tienen el borde con aristas exterior e interior vivas. En la figura 11, se aprecia un perfil de una Viga IP.

A continuación, se representa mediante diagramas de procesos los detalles en cada una de las actividades que se desarrollan en la línea de producción para la prefabricación de vigas IP.

Tabla 7. Diagrama de flujo en la descripción de la operación en el proceso de corte

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE CORTE							
EMPRESA: METÁLICAS FERNANDO				FECHA: Octubre / 2019			
ÁREA: PRODUCCIÓN				REALIZADO: Investigador			
	RESUMEN	Actual		Actual		%	
		N:	Tiempo:	N:	Tiempo:	VIGA TIPO A	VIGA TIPO B
○	Operaciones	5	6,77	5	6,12	93%	79%
⇒	Transporte	1	0,53	1	1,64	7%	21%
□	Controles	0		0		0%	0%
▷	Esperas	0		0		0%	0%
▽	Almacenamiento	0		0		0%	0%
TOTAL		7,30		7,76		VIGA TIPO A	VIGA TIPO B
Descripción Actividades		Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.	Tiempo (mint)
1	Verificación de medidas en planos.	●	⇒	□	▷	▽	0,57
2	Selección del material para la fabricación.	●	⇒	□	▷	▽	1,29
3	Preparación del equipo de corte.	●	⇒	□	▷	▽	1,55
4	Trazo de medidas.	●	⇒	□	▷	▽	1,74
5	Realización de cortes.	●	⇒	□	▷	▽	1,62
6	Transportar material a la mesa de trabajo	○	→	□	▷	▽	0,53
TOTAL		5	1	0	0	0	7,30
							7,76

Fuente: Empresa Metálicas Fernando, tomas en campo.

Elaborado Por: El investigador.

Es importante acotar que el proceso de corte, se realiza empleando la técnica del oxicorte. El oxígeno debe mantenerse a una presión de 1.5 bar y para el gas propano una presión de 1.3 bar. A continuación se muestran en la tabla 8, las medidas de las láminas de los diferentes tipos de Vigas, para sus respectivos cortes.

Tabla 8. Cortes de láminas para la fabricación de Vigas IP Tipo A y Tipo B

VIGAS TIPO A				
	# ELEMENTOS	ANCHO	ESPESOR	LONGUITUD
PATÍN (ALAS)	2	100 (mm)	8 (mm)	7 (metros)
ALMA	1	200 (mm)	6 (mm)	7 (metros)
VIGAS TIPO B				
	# ELEMENTOS	ANCHO	ESPESOR	LONGUITUD
PATÍN (ALAS)	2	150 (mm)	10 (mm)	7 (metros)
ALMA	1	250 (mm)	6 (mm)	7 (metros)

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador.

Tabla 9. Diagrama de flujo en la descripción de la operación en el proceso de ensamblaje

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ENSAMBLAJE								
EMPRESA: METÁLICAS FERNANDO				FECHA: OCTUBRE / 2019				
ÁREA: PRODUCCIÓN				REALIZADO: Investigador				
	RESUMEN	Actual		Actual		%		
		N:	TPO:	N:	TPO:	VIGA TIPO A	VIGA TIPO B	
○	Operaciones	8	37,77	8	45,42	80%	77%	
⇒	Transporte	3	8,76	3	12,98	19%	22%	
□	Controles	1	0,58	1	0,59	1%	1%	
□	Esperas	0		0		0%	0%	
▽	Almacenamiento	0		0		0%	0%	
TOTAL		47,11		59,00		TIPO VIGA A	TIPO VIGA B	
Descripción Actividades		Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.	Tiempo min	Tiempo min
1	Transportar los flejes a la mesa de armado	○	⇒	□	□	▽	1,91	3,06
2	Asegurar el fleje (Alma) con clanes o playos a la mesa	●	⇒	□	□	▽	4,17	4,14
3	Marca alas superior e inferior en el centro del fleje(Patín)	●	⇒	□	□	▽	5,12	5,13
4	Calibrar parametros de la máquina según espesor	○	⇒	■	□	▽	0,58	0,59
5	Levanta el fleje central (alma) y se unen con el (patín) anclado ala mesa.	○	⇒	□	□	▽	5,43	7,11
6	Proceso soldara de los elementos (Alma y patín a 90°)	●	⇒	□	□	▽	8,95	11,51
7	Retitarar clanes o playos de la mesa (Alma)	●	⇒	□	□	▽	1,54	1,89
8	Asegurar el fleje (Alma) con clanes a la mesa	●	⇒	□	□	▽	3,85	5,13
9	Gira la viga y se adisiona el 3 elemento	●	⇒	□	□	▽	1,51	1,80
10	Proceso soldara de los elementos (Alma y patín a 90°)	●	⇒	□	□	▽	8,70	11,34
11	Colocar refuerzos (Rejilizadores) cada 3mt en las 2 caras de alma	●	⇒	□	□	▽	3,93	4,48
12	Transportar vigas a la mesa de remate o se apilan	○	⇒	□	□	▽	1,42	2,80
TOTAL=		8	3	1	0	0	47,11	59,00

Fuente: Empresa Metálicas Fernando, tomas en campo

Elaborado Por: El investigador.

El proceso de ensamblaje secuencialmente es el segundo de la fabricación de vigas y consta de las siguientes tareas:

1) Transportar los flejes a la mesa de armado

Este proceso se realiza con la ayuda de dos operadores trasladando los flejes a la mesa de armado para su posterior ensamblaje y soldadura.

2) Asegurar el fleje (Alma) con clanes o playos a la mesa.

Los operadores fijaran en la mesa de trabajo el fleje con playos de presión para que no exista movilidad en el momento del armado.

3) Marca alas superior e inferior en el centro del fleje (Patín)

Mediante una guía y una tiza para metal se traza en el centro de los flejes denominados patín o alas.

4) Calibrar parámetros de la maquina según espesor

En el proceso de ensamblaje los operadores utilizan soldadura eléctrica, el proceso de electrodo revestido (manual), identificado por la AWS como SMAW (Shield Metal Arc Welding), es un proceso de soldadura por arco eléctrico entre un electrodo revestido y un metal base. En los cuales los operadores calibran los parámetros de forma empírica, donde no toman en cuenta el amperaje, voltaje, velocidad de avance y material base, para obtener una buena penetración, ya que no existe un manual u hoja de parámetro para hacer el control. Para el material de aporte se utiliza electrodo revestido 70-18. Para la fundición del arco eléctrico es importante señalar el principio físico de transformar la energía eléctrica a energía térmica, normalmente cumple la ley de Ohm que es igual a $R \times I$.

$$U=R \times I$$

Dónde R la resistencia del arco, I es la intensidad de la corriente y U es la tensión o voltaje la potencia del arco es igual a $P=U \times I$ expresada en watts, esta energía concentrada en una pequeña área es la que forma el arco eléctrico, que se usa en todos los procesos de arco eléctrico para fundir tanto los metales bases y para los materiales de aporte, la energía térmica producida puede llegar aproximadamente a temperaturas de 4000° C, la energía es un flujo de electrones por un circuito cerrado, cuando ocurre una pequeña ruptura dentro de cualquier parte o apertura del circuito, los electrones se mueven a gran velocidad y saltan a través del espacio libre dentro de los terminales, produciendo suficiente tensión haciendo fluir continuamente los electrones.



Figura 12. Proceso de soldadura eléctrica

Fuente: (Cebora, 2019).

Elaborado Por: El Investigador.

Tabla 10. Diagrama de flujo en la descripción de la operación en el proceso de soldadura

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO SOLDADURA								
EMPRESA: METÁLICAS FERNANDO				FECHA: OCTUBRE / 2019				
ÁREA: PRODUCCIÓN				REALIZADO: Investigador				
	RESUMEN	Actual		Actual		%	%	
		N:	TPO:	N:	TPO:	VIGA TIPO A	VIGA TIPO B	
○	Operaciones	6	99,0	6	111,1	91%	91%	
⇒	Transporte	5	8,8	5	10,1	8%	8%	
□	Controles	1	1,5	1	1,7	1%	1%	
⊖	Esperas	0	0,0	0	0,0	0%	0%	
▽	Almacenamiento	0	0,0	0	0,0	0%	0%	
TOTAL		109,3		122,9		VIGA TIPO A	VIGA TIPO B	
Descripción Actividades		Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.	Tiempo mint	Tiempo mint
1	Transportar la viga a las mesas de remate	○	→	□	□	▽	1,19	1,4
2	Ubicar operadores y máquinas en los extremos, de forma cruzada en la viga.	○	→	□	□	▽	3,81	3,8
3	Calibrar los parámetros de las máquinas (Mig)	○	⇒	■	□	▽	1,52	1,7
4	Proceso de soldara, cordones continuos a los 3,5 metros	●	⇒	□	□	▽	25,76	30,0
5	Traslado de la máquina hacia el centro.	○	→	□	□	▽	1,45	1,5
6	Proceso de soldara, cordones continuos a los 3,5 metros	●	⇒	□	□	▽	23,35	24,7
7	Gira la viga	●	⇒	□	□	▽	0,62	0,6
8	Proceso de soldara, nuevamente de forma contraria en los 3,5 metros la viga	●	⇒	□	□	▽	23,61	27,5
9	Traslado de la máquina hacia el centro.	○	→	□	□	▽	0,66	1,7
10	Proceso de soldara, nuevamente de forma contraria en los 3,5 metros la viga	●	⇒	□	□	▽	23,83	26,4
11	Proceso de soldara de los refuerzos (regilizadores)	●	⇒	□	□	▽	1,83	1,8
12	Traslado de la viga soldada	○	→	□	□	▽	1,68	1,6
TOTAL		6	5	1	0	0	109,32	122,9

Fuente: Empresa Metálicas Fernando, tomas en campo.

Elaborado Por: El investigador.

El proceso de soldadura, es el que abarca mayor tiempo dentro de la prefabricación de vigas y se compone básicamente de:

1) Transportar la viga a las mesas de remate

Este proceso se realiza con los dos operadores de soldadura, trasladando la viga a los caballetes para su posterior soldadura o en otros casos lo levantan del piso donde se apilaron, esto causa mayor esfuerzo para los operadores y pérdida de tiempo.

2) Ubicar operadores y maquinas en los extremos, de forma cruzada en la viga

IPE:

En el inicio de jornada laboral las máquinas están colocadas en su lugar designado y completamente desconectas de la electricidad y tomas de CO₂, por lo tanto conectan a las tomas correspondientes y trasladan las maquinas hacía los extremos, verificando que los cables y manguera no se envuelvan en las ruedas de la máquina.

3) **Calibrar los parámetros de las maquinas Mig**

La soldadura MIG (GMAW) METAL ARC WELDING la soldadura por arco en la que se usa un electrodo consumible (alambre), bajo la protección de una atmósfera gas inerte de ahí sus siglas en ingles **Mig (metal inert gas)**.

Los parámetros contemplan, amperaje, velocidad de salida del alambre solido Mig y caudal del CO₂, estos parámetros son calibrados de forma empírica por los operadores, en los cuales no toman en cuenta los espesores de material base, ya que no existe un manual u hoja de parámetro para hacer el control, por esta razón se puede utilizar demasiados consumibles, como electricidad, alambre solido Mig y CO₂, causar pérdidas económicas innecesarias para la Empresa.

4) **Proceso de soldadura, cordones continuos a los 3,5 metros:**

El proceso de soldadura inicia cuando los operadores están completamente equipados con sus EPP y sus elementos adicionales de soldadura tales como : vidrio negro y micas, estos deben estar aptos para realizar el proceso, es por esta razón que los operadores no inician el proceso de forma inmediata ya que se realiza el proceso de limpiezas o cambios de micas y vidrio negro, luego de esto proceden a soldar cordones aproximadamente de 1 metro de longitud, el tiempo que tarda un operados depende de su habilidad y disposición de colaborar.

5) **Traslado de la maquina hacia el centro**

Para proceder a soldar los 3,5 metros restantes, se traslada la máquina hacia el centro de la viga para evitar el estirado de la antorcha Mig.

Proceso de soldara, cordones continuos a los 3,5 metros:

El proceso de soldadura continua después de trasladar la maquina al centro, soldando cordones aproximadamente de 1 metro de longitud.

6) Gira la viga

Los operadores se colocan en los extremos y giran la viga volteándola y levantándola para proceder a soldar esto toma tiempo y esfuerzo de parte de los operadores.

7) Proceso de soldadura, nuevamente pero de forma contraria en los 3,5 metros de la viga

Los operadores proceden a soldar de forma contraria, en este caso no se toma en cuenta la posición o ángulo de la antorcha de soldadura, produciendo defectos de soldadura; como exceso de partículas metálicas, porosidades y discontinuidad del cordón esto produce demoras en los procesos siguiente (acabado metálico).

8) Traslado de la maquina hacia el centro

Nuevamente se realiza el traslado de la máquina hacia el centro, esto causa retrasos en el proceso de soldadura, siempre es necesario verificar que los cables y manguera no se envuelvan en las ruedas de la máquina.

9) Proceso de soldara, nuevamente de forma contraria en los 3,5 metros la viga

Los operadores proceden a soldar de forma contraria, finalizando los cordones a lo largo de la viga.

10) Proceso de soldara de los refuerzos (regilizadores)

El proceso finaliza con la soldadura de los regilizadores con cordones descendentes.

11) Traslado de la viga soldada

Se traslada la viga hacia los caballetes o se apilan para el siguiente proceso, estas acciones la realizan cargando las vigas en muchos casos con la ayuda de otros operadores.

Tabla 11 Diagrama de flujo en la descripción de la operación en el proceso de acabado

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE ACABADO							
EMPRESA: METÁLICAS FERNANDO				FECHA: OCTUBRE / 2019			
ÁREA: PRODUCCIÓN				REALIZADO: Investigador			
RESUMEN	Actual		Actual		%		
	N:	TPO:	N:	TPO:	VIGA TIPO A	VIGA TIPO B	
○ Operaciones	3	40,60	3	46,48	95%	96%	
⇒ Transporte	0		0		0%	0%	
□ Controles	0		0		0%	0%	
▷ Esperas	0		0		0%	0%	
▽ Almacenamiento	1	2,12	1	2,15	5%	4%	
TOTAL		42,72		48,63	TIPO VIGA A	TIPO VIGA B	
Descripción Actividades	Op.	Trp.	Ctr.	Esp.	Alm.	Tiempo mint	Tiempo mint
1 Proceso de acabado de viga se limpian de partículas metálicas, óxido y grasa mediante (grata y cinceles)	●	⇒	□	▷	▽	21,09	24,27
2 Preparación de pintura anticorrosiva	●	⇒	□	▷	▽	1,79	3,05
3 Aplicación de pintura	●	⇒	□	▷	▽	17,72	19,16
4 Almacenaje de las vigas	○	⇒	□	▷	▽	2,12	2,15
TOTAL	3	0	0	0	1	42,72	48,63

Fuente: Empresa Metálicas Fernando, tomas de campo.

Elaborado Por: El investigador.

Las tareas involucradas en el proceso de acabado, son las que marcan el final de la línea de producción y garantizan la estética y calidad de las vigas y constan de:

1) Proceso de acabado de viga se limpian las partículas metálicas, óxido y grasa mediante (grata y cinceles)

Este proceso inicia colocando la viga en los caballetes correspondiente para realizar la limpieza mediante el uso de gratas para remover las partículas adheridas provocadas por el proceso de soldadura y si es necesario el uso del cincel.

2) Preparación de pintura anticorrosiva (pintura y thinner)

La preparación de pintura se realiza mezclando el thinner y pintura de acuerdo a las proporciones adecuadas para realizar el proceso de pintura.

3) Aplicación de pintura (aire comprimido)

Para este proceso se utilizan los equipos de EPP necesarios y se realiza la conexión de la toma de aire y se procede aplicar la pintura a un área de 5,6 m² de manera uniforme.

4) Almacenaje de las vigas

Una vez culminado el proceso de pintura y secado de la viga se procede almacenar las vigas. Para obtener mayores detalles en la prefabricación de las Vigas IP, se utilizó la herramienta del diagrama SIPOC (Gallardo, 2014), logrando diseñar el proceso que hace la empresa Metálicas Fernando de forma más sencilla, con el fin de identificar detalladamente todos los actores y actividades inherentes a tal labor. Su significado de acuerdo a sus iniciales es:

- Supplier: Proveedor
- Input: Entrada
- Process: Proceso
- Output: Salida
- Customer: Cliente (Jimenez, 2012).

Tabla 12. Diagrama SIPOC

S	I	P	O	C
Proveedores	Entradas	Proceso	Salida	Cliente
Materia prima	Láminas de acero	Medición	Láminas de acero demarcadas	Proceso de Corte
Espacio	Mesa de trabajo			
Proveedor de electricidad	Electricidad	Corte	Láminas metálicas cortadas	Proceso de ensamblaje
Maquinarias	Calibrage			
Proveedor de electricidad	Electricidad	Ensamblaje	Viga IP ensamblada	Proceso de soldadura
Maquinarias	Temperatura			
Láminas de acero	Vigas	Soldadura	Vigas terminadas	Almacenaje
Proveedor de electricidad	Electricidad			
Maquinaria	Maquinaria			
Láminas de acero	Vigas	Pintura	Vigas IP almacenadas	Clientes externos
Preparación de pintura	Pintura			

Fuente: Empres Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador.

De acuerdo al diagrama SIPOC, se evidencia que en cada etapa que lleva el proceso de prefabricación de Vigas IP desde la entrada de la materia prima hasta la terminación del producto, cumplido por la empresa Metálicas Fernando, representa la esquematización del proceso de producción basados en lotes de productos vinculados a los pedidos recibidos.

Procesamiento y análisis de la información actual

Tabla 13. Histórico de producción

Mes	Producción	
	Vigas Tipo A	Vigas Tipo B
Enero	10	30
Febrero	15	50
Marzo	28	45
Abril	10	25
Mayo	30	60
Junio	20	75
Julio	30	50
Agosto	40	75
Septiembre	40	30

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador.

Según, el histórico de producción de la empresa Metálicas Fernando, adicional a la información verbal obtenida por el equipo de producción, se detecta que su productividad depende en gran medida de su demanda, lo cual se evaluará a partir de las mediciones de tiempo observadas en la planta de fabricación en los próximos apartados.

Procesamiento y análisis de la información actual

Para obtener los datos en cuanto al consumo de los tiempos en el proceso de corte y en cada uno de los procesos de prefabricación de las vigas IP Tipo A y Tipo B, como investigación de campo, se procedió a visitar las instalaciones en el área del taller de la empresa Metálicas Fernando, donde se observó el desarrollo de la fabricación de vigas. Se realizó un levantamiento de información de diez (10) tomas de tiempo, recabadas en visitas efectuadas durante los meses de agosto y septiembre de 2018, con el propósito de monitorear los tiempos invertidos en la ejecución de cada proceso involucrado en la fabricación de Vigas IP.

Las lecturas, se han efectuado en cada subproceso o actividades de los procesos que conducen a la fabricación de la Viga IP de ambos tipos. De acuerdo a los procesos de ensamblaje de vigas IP prefabricado en la empresa Metálicas Fernando, se realizó la toma de diez lecturas en las cuales estas satisfacen los requerimientos del muestreo, donde realizamos la comprobación mediante la desviación estándar y el intervalo de confianza tomando la tabla de distribución T de Student.

Datos obtenidos en la observación del proceso de fabricación Vigas IP tipo A

A continuación se presenta una serie de tablas donde se hizo la recolección de los datos producto de la observación experimental *in situ* en cada una de las etapas del proceso. Tal recolección se realizó atendiendo a la metodología propuesta por (Meyers & Stephens, 2006), la cual se desarrolla de la siguiente manera:

El estudio de tiempos se ha reducido a 10 pasos y el formato que se ha diseñado para auxiliar al tecnólogo que lo realiza al ejecutarlos en la secuencia apropiada es el que se muestra a partir de la tabla 16, la actividad secuencial de realización de la toma de datos es la siguiente:

- a. Seleccionar el trabajo a estudiar.
- b. Recabar información acerca del trabajo.
- c. Dividir el trabajo en elementos.
- d. Hacer el estudio de tiempos reales.
- e. Extender el estudio de tiempos.
- f. Determinar el número de ciclos por cronometrar.
- g. Calificar, nivelar y normalizar el rendimiento del operador.
- h. Aplicar tolerancias.
- i. Verificar la lógica.
- j. Publicar el estándar de tiempo.

Como puede observarse, el procedimiento aplica tanto para la recolección de datos como el procesamiento de los mismos para el estudio de tiempos conducente. El formato está diseñado tanto para las técnicas de estudio de tiempos con retroceso como para las progresivas (como es en el caso de este estudio). Es importante tener en cuenta que cualquier cambio en los procesos, el trabajo o actividades, conduce a un cambio en los estándares y en consecuencia la aplicación del método desde el inicio.

DISTRIBUCION T DE STUDENT

Una variable con distribución t de Student se define como el cociente entre una variable normal estandarizada y la raíz cuadrada positiva de una variable χ^2 dividida por sus grados de libertad. Se aplica cuando la población estudiada sigue una distribución normal pero el tamaño muestra es demasiado pequeño como para que el estadístico en el que está basada la inferencia esté normalmente distribuido, utilizándose una estimación de la desviación típica en lugar del valor real. Es utilizado en análisis discriminante. (Miniguano, 2016)

Tabla 14. Distribución T de Student

<i>t</i>	0.40	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0005
1	0.324920	1.000000	3.077684	6.313752	12.70620	31.82052	63.65674	636.6192
2	0.288675	0.816497	1.885618	2.919986	4.30265	6.96456	9.92484	31.5991
3	0.276671	0.764892	1.637744	2.353363	3.18245	4.54070	5.84091	12.9240
4	0.270722	0.740697	1.533206	2.131847	2.77645	3.74695	4.60409	8.6103
5	0.267181	0.726687	1.475884	2.015048	2.57058	3.36493	4.03214	6.8688
6	0.264835	0.717558	1.439756	1.943180	2.44691	3.14267	3.70743	5.9588
7	0.263167	0.711142	1.414924	1.894579	2.36462	2.99795	3.49948	5.4079
8	0.261921	0.706387	1.396815	1.859548	2.30600	2.89646	3.35539	5.0413
9	0.260955	0.702722	1.383029	1.833113	2.26216	2.82144	3.24984	4.7809
10	0.260185	0.699812	1.372184	1.812461	2.22814	2.76377	3.16927	4.5869

Fuente: (Miniguano, 2016)

Elaborado por: El investigador

Para verificar el tamaño de la muestra que satisface el requerimiento de error realizamos el siguiente proceso tomando en cuenta la tabla 14 distribución T de Student donde; el número de grados de libertad es igual al tamaño de la muestra (número de observaciones independientes) menos 1, se considera un nivel alfa de: 0.05 para proyectos de investigación, se calcula la media y la desviación estándar a partir de la muestra.

Se aplica la distribución T de Student para calcular la probabilidad de error por medio de la fórmula general presentada al principio y se contrasta con el valor T obtenido de la tabla correspondiente (n) base a la evidencia disponible se acepta o se rechaza la hipótesis alternativa. Si la probabilidad de error (I_m) es mayor que el nivel de significancia se rechaza el número de lecturas. Si la probabilidad de error (I_m) es menor que el nivel de significancia se acepta la alternativa del número de lecturas.

Tabla 15. Medición del tiempo en el proceso de Corte Vigas Ip Tipo A

NUMERO DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (MINUTOS)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Verificación de medidas en planos.	R	0,4	9,42	14,74	20,14	25,59	31,00	36,29	41,58	47,01	52,42
		E	0,40	0,41	0,40	0,40	0,50	0,49	0,40	0,41	0,42	0,42
2	Selección del material para la fabricación.	R	1,45	10,44	15,74	21,14	26,60	32,00	37,29	42,58	48,01	53,43
		E	1,05	1,02	1,00	1,00	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00	1,01
3	Preparación del equipo de corte.	R	5,14	11,49	16,84	22,19	27,65	33,04	38,33	43,71	49,15	54,48
		E	1,05	1,05	1,10	1,05	1,05	1,04	1,04	1,13	1,14	1,05
4	Trazo de medidas.	R	6,35	12,70	18,10	23,46	28,90	34,30	39,58	44,97	50,40	55,72
		E	1,21	1,21	1,26	1,27	1,25	1,26	1,25	1,26	1,25	1,24
5	Realización de cortes.	R	7,6	13,92	19,30	24,67	30,10	35,49	40,77	46,18	51,60	56,92
		E	1,25	1,22	1,20	1,21	1,20	1,19	1,19	1,21	1,20	1,20
6	Transportar material a la mesa de trabajo	R	9,01	14,34	19,74	25,09	30,51	35,89	41,17	46,59	52,00	57,34
		E	0,42	0,42	0,44	0,42	0,41	0,40	0,40	0,41	0,40	0,42
			5,38	5,33	5,40	5,35	5,42	5,38	5,28	5,42	5,41	5,34

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador.

Tabla 16. Sumatoria de lecturas en el proceso de Corte Vigas Ip Tipo A

CICLOS	TIEMPO	T ²
1	5,91	34,9281
2	5,33	28,4089
3	5,4	29,16
4	5,35	28,6225
5	5,42	29,3764
6	5,38	28,9444
7	5,28	27,8784
8	5,42	29,3764
9	5,41	29,2681
10	5,34	28,5156
TOTAL	54,24	294,4788
MEDIA	5,424	

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador.

Desviación estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{N}}{N - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{294,4788 - \frac{(54,24)^2}{10}}{10 - 1}}$$

$$S = \mathbf{0,17671069}$$

El intervalo de confianza I_m =intervalo de confianza, T de Student para coeficiente de confianza del 90% S= desviación estándar.

$$I_m = 2 t_{0,90} \left(\frac{S}{\sqrt{N}} \right)$$

$$I_{10} = 2 (1,83) \left(\frac{0,17671069S}{\sqrt{10}} \right)$$

$$I_{10} = \mathbf{0,20452}$$

$$I = 2(0,05) T_m$$

$$I = 2(0,05) (5,424)$$

$$I = \mathbf{0,5424}$$

Utilizando la relación de I_m , I nos indica que $I_m: 0,20452 < I: 0,5424$ por lo que la muestra de 10 observaciones satisface los requerimientos del error de muestreo del proceso de corte de viga tipo A.

En la tabla 15, se puede observar la cantidad de datos que se tomaron en cada uno de las etapas o actividades que se llevan a cabo en el proceso de corte, los diferentes pasos a seguir para la toma de tiempos, muestra que R significa el tiempo de retorno a cero y E es el tiempo elemental. Adicionalmente, la empresa Metálicas Fernando tiene una jornada laboral de ocho (8) horas diarias. También es importante añadir que el capital humano disponible en la línea de producción, consta en total de cinco (5) operarios, distribuidos de la siguiente manera:

- Un (1) operario encargado del proceso de corte, que al terminar su labor se traslada al proceso de acabado.
- Dos (2) operarios responsables del proceso de ensamblaje.
- Dos (2) operarios llevan a cabo el proceso de soldadura.

Tabla 17. Mediciones de tiempo en el proceso de Ensamblaje Vigas Ip Tipo A

#	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (MINUTOS)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Transportar los flejes a la mesa de armado	R	1,36	37,55	74,32	110,98	147,92	184,73	221,51	258,21	295,02	331,95
		E	1,36	1,45	1,47	1,47	1,46	1,58	1,51	1,46	1,45	1,59
2	Asegurar el fleje (Alma) con clanes o playos a la mesa	R	4,37	40,78	77,57	114,20	151,12	188,14	224,72	261,43	298,47	335,16
		E	3,01	3,23	3,25	3,22	3,20	3,41	3,21	3,22	3,45	3,21
3	Marca alas superior e inferior en el centro del fleje(Patín)	R	7,95	44,28	81,07	117,70	154,67	191,69	228,22	264,92	301,95	338,66
		E	3,58	3,50	3,50	3,50	3,55	3,55	3,50	3,49	3,48	3,50
4	Calibrar parámetros de la máquina según espesor	R	8,45	44,60	81,46	118,08	155,06	192,04	228,59	265,29	302,33	339,05
		E	0,5	0,32	0,39	0,38	0,39	0,35	0,37	0,37	0,38	0,39
5	Levanta el fleje central (alma) y se unen con el (patín) anclado a la mesa.	R	12,7	48,82	85,67	122,31	159,27	196,26	232,80	269,49	306,54	343,26
		E	4,25	4,22	4,21	4,23	4,21	4,22	4,21	4,20	4,21	4,21
6	Proceso soldadura de los elementos (Alma y patín a 90°)	R	19,71	56,11	92,94	129,80	166,46	203,54	240,07	276,79	313,83	350,51
		E	7,01	7,29	7,27	7,49	7,19	7,28	7,27	7,30	7,29	7,25
7	Retirar clanes o playos de la mesa (Alma)	R	20,95	57,46	94,19	131,05	167,71	204,74	241,32	278,04	315,08	351,71
		E	1,24	1,35	1,25	1,25	1,25	1,20	1,25	1,25	1,25	1,20
8	Gira la viga y se adiciona el 3 elemento.	R	24,19	60,77	97,30	134,36	171,01	208,03	244,63	281,29	318,36	355,02
		E	3,24	3,31	3,11	3,31	3,30	3,29	3,31	3,25	3,28	3,31
9	Asegurar el fleje (Alma) con clanes a la mesa	R	25,58	62,02	98,60	135,61	172,26	209,29	245,91	282,54	319,66	356,32
		E	1,39	1,25	1,30	1,25	1,25	1,26	1,28	1,25	1,30	1,30
10	Proceso soldadura de los elementos (Alma y patín a 90°)	R	31,95	68,57	105,04	142,16	178,76	215,72	252,46	289,07	326,06	362,72
		E	6,37	6,55	6,44	6,55	6,50	6,43	6,55	6,53	6,40	6,40
11	Colocar refuerzos (Rejilizadores) cada 3m en la 2 caras de alma.	R	34,95	71,60	108,09	145,22	181,81	218,76	255,49	292,29	329,09	365,75
		E	3,00	3,03	3,05	3,06	3,05	3,04	3,03	3,22	3,03	3,03
12	Transportar vigas a la mesa de remate o se apila.	R	36,1	72,85	109,51	146,46	183,15	220,00	256,75	293,57	330,36	366,98
		E	1,15	1,25	1,42	1,24	1,34	1,24	1,26	1,28	1,27	1,23
			36,10	36,75	36,66	36,95	36,69	36,85	36,75	36,82	36,79	36,62

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador.

Tabla 18. Sumatoria de lecturas en el proceso de Ensamblaje Vigas Ip Tipo A

CICLOS	TIEMPO	T ²
1	36,1	1303,21
2	36,75	1350,5625
3	36,66	1343,9556
4	36,95	1365,3025
5	36,69	1346,1561
6	36,85	1357,9225
7	36,751	1350,636
8	36,82	1355,7124
9	36,79	1353,5041
10	36,62	1341,0244
TOTAL	366,981	13467,9861
MEDIA	36,6981	

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador.

Desviación estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{N}}{N-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{13467,9861 - \frac{(366,981)^2}{10}}{10 - 1}}$$

$$S = \mathbf{0,2311}$$

El intervalo de confianza I_m =intervalo de confianza, T de Student para coeficiente de confianza del 90% S = desviación estándar.

$$I_m = 2 t_{0,90} \left(\frac{S}{\sqrt{N}} \right)$$

$$I_{10} = 2 (1,83) \left(\frac{0,2311}{\sqrt{10}} \right)$$

$$I_{10} = \mathbf{0,267473}$$

$$I = 2(0,05) T_m$$

$$I = 2(0,05) (36,6981)$$

$$I = \mathbf{3,66981}$$

Utilizando la relación de I_m , I nos indica que $I_m: 0,267473 < I: 3,66981$ por lo que la muestra de 10 observaciones satisface los requerimientos del error de muestreo del proceso de ensamblaje de viga tipo A

De la misma manera, las tomas de tiempo en campo en el proceso de ensamblaje se llevaron a cabo bajo la metodología antes explicada, categorizando la duración del proceso en cuanto a sus actividades o tareas específicas. Es importante señalar que esta y todas las tablas, ofrecen información referente a las actividades que pueden retrasar directamente sus procesos.

Tabla 19. Mediciones de tiempo en el proceso de Soldadura Vigas Ip Tipo A

#	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (MINUTOS)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Transportar la viga a las mesas de remate	R	1,22	85,20	169,14	253,11	337,02	421,09	505,10	588,73	672,37	756,21
		E	1,00	1,02	1,03	1,02	1,03	1,20	1,22	1,02	1,02	1,02
2	Ubicar operadores y maquinas en los extremos, de forma cruzada en la viga.	R	4,26	88,46	172,38	256,34	340,27	424,33	508,34	591,96	675,61	759,65
		E	3,04	3,26	3,24	3,23	3,25	3,24	3,24	3,23	3,24	3,44
3	Calibrar los parámetros de las maquinas (Mig)	R	5,43	89,63	173,57	257,51	341,45	425,48	509,56	593,13	676,80	760,83
		E	1,17	1,17	1,19	1,17	1,18	1,15	1,22	1,17	1,19	1,18
4	Proceso de soldara, cordones continuos a los 3,5 metros	R	24,01	108,02	192,00	275,94	359,85	443,88	527,94	611,38	695,18	779,22
		E	18,58	18,39	18,43	18,43	18,40	18,40	18,38	18,25	18,38	18,39
5	Traslado de la maquina asia el centro.	R	25,17	109,28	193,26	277,18	361,11	445,13	529,18	612,61	696,41	780,46
		E	1,16	1,26	1,26	1,24	1,26	1,25	1,24	1,23	1,23	1,24
6	Proceso de soldara, cordones continuos a los 3,5 metros	R	43,55	127,38	211,37	295,29	379,23	463,14	547,30	630,72	714,51	798,57
		E	18,38	18,10	18,11	18,11	18,12	18,01	18,12	18,11	18,10	18,11
7	Gira la viga	R	44,10	127,97	211,91	295,87	379,79	463,69	547,85	631,28	715,08	799,08
		E	0,55	0,59	0,54	0,58	0,56	0,55	0,55	0,56	0,57	0,51
8	Proceso de soldara, nuevamente de forma contraria en los 3,5 metros la viga	R	62,16	146,34	230,25	314,22	398,16	482,04	566,24	649,63	733,43	817,43
		E	18,06	18,37	18,34	18,35	18,37	18,35	18,39	18,35	18,35	18,35
9	Traslado de la maquina hacia el centro.	R	62,68	146,89	230,80	314,74	398,72	482,59	566,79	650,18	733,95	817,95
		E	0,52	0,55	0,55	0,52	0,56	0,55	0,55	0,55	0,52	0,52
10	Proceso de soldara, nuevamente de forma contraria en los 3,5 metros la viga	R	81,2	165,40	249,34	333,28	417,25	501,14	584,99	668,73	752,48	836,47
		E	18,52	18,51	18,54	18,54	18,53	18,55	18,2	18,55	18,53	18,52
11	Proceso de soldara de los refuerzos (regilizadores)	R	82,63	166,83	250,78	334,71	418,66	502,57	586,42	670,06	753,91	837,91
		E	1,43	1,43	1,44	1,43	1,41	1,43	1,43	1,33	1,43	1,44
12	Traslado de la viga soldada	R	84,18	168,11	252,09	335,99	419,89	503,88	587,71	671,34	755,19	839,18
		E	1,55	1,28	1,31	1,28	1,23	1,31	1,29	1,28	1,28	1,27
			83,96	83,93	83,98	83,90	83,90	83,99	83,83	83,63	83,84	83,99

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador.

Tabla 20. Sumatoria de lecturas en el proceso de Soldadura Vigas Ip Tipo A

CICLOS	TIEMPO	T ²
1	83,96	7049,2816
2	83,933	7044,74849
3	83,975	7051,80063
4	83,901	7039,3778
5	83,902	7039,5456
6	83,99	7054,3201
7	83,83	7027,4689
8	83,631	6994,14416
9	83,844	7029,81634
10	83,992	7054,65606
TOTAL	838,958	70385,1597
MEDIA	83,8958	

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador.

Desviación estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{N}}{N-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{70385,1597 - \frac{838,958^2}{10}}{10 - 1}}$$

$$S = 0,109$$

El intervalo de confianza I_m = intervalo de confianza, T de Student para coeficiente de confianza del 90% S = desviación estándar.

$$I_m = 2 t_{0,90} \left(\frac{S}{\sqrt{N}} \right)$$

$$I_{10} = 2 (1,83) \left(\frac{0,109}{\sqrt{10}} \right)$$

$$I_{10} = 0,126155$$

$$I = 2(0,05) T_m$$

$$I = 2(0,05) (83,8958)$$

$$I = 8,38958$$

Utilizando la relación de Im, I nos indica que $Im: 0,126155 < I: 8,38958$ los que la muestra de 10 observaciones satisface los requerimientos del error de muestreo del proceso de soldadura de viga tipo A

Tabla 21. Mediciones de tiempo para el proceso de Acabados Vigas Ip Tipo A

#	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Proceso de acabado de viga se limpian de partículas metálicas, oxido y grasa mediante (grata y cinceles)	R	15,22	45,35	75,66	105,97	136,26	166,35	196,65	226,95	257,29	287,69
		E	15,22	15,22	15,22	15,23	15,22	15,00	15,22	15,24	15,24	15,22
2	Preparación de pintura anticorrosiva (pintura y tiñer)	R	16,5	46,64	76,96	107,25	137,55	167,63	198,00	228,23	258,57	288,97
		E	1,28	1,29	1,30	1,28	1,29	1,28	1,35	1,28	1,28	1,28
3	Aplicación de pintura (aire comprimido)	R	29	58,88	89,18	119,49	149,80	179,87	210,26	240,47	270,91	301,21
		E	12,50	12,24	12,22	12,24	12,25	12,24	12,26	12,24	12,34	12,24
4	Almacenaje de las vigas	R	30,13	60,44	90,74	121,04	151,35	181,43	211,71	242,05	272,47	302,75
		E	1,13	1,56	1,56	1,55	1,55	1,56	1,45	1,58	1,56	1,54
			30,13	30,31	30,30	30,30	30,31	30,08	30,28	30,34	30,42	30,28

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador.

Tabla 22. Sumatoria de lecturas en el proceso de Acabado Vigas Ip Tipo A

CICLOS	TIEMPO	T ²
1	30,13	907,8169
2	30,31	918,6961
3	30,3	918,09
4	30,3	918,09
5	30,31	918,6961
6	30,08	904,8064
7	30,28	916,8784
8	30,34	920,5156
9	30,42	925,3764
10	30,28	916,8784
TOTAL	302,75	9165,8443
MEDIA	30,275	

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador.

Desviación estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{N}}{N-1}}$$
$$S = \sqrt{\frac{9165,8443 - \frac{302,75^2}{10}}{10 - 1}}$$

$$S = 0,09891$$

El intervalo de confianza I_m =intervalo de confianza, T de Student para coeficiente de confianza del 90% S= desviación estándar.

$$I_m = 2 t_{0,90} \left(\frac{S}{\sqrt{N}} \right)$$

$$I_{10} = 2 (1,83) \left(\frac{0,09891}{\sqrt{10}} \right)$$

$$I_{10} = 0,11447$$

$$I = 2(0,05) T_m$$

$$I = 2(0,05) (30,275)$$

$$I = 3,0275$$

Utilizando la relación de I_m , I nos indica que $I_m: 0,11447 < I: 3,0275$ por los que la muestra de 10 observaciones satisface los requerimientos del error de muestreo del proceso de acabado de viga tipo A

El proceso de acabados, es la última fase donde se dispone ya del producto final y las actividades que se abordan en el mismo son aquellas relativas a la apariencia final de las Vigas IP Tipo A, en este caso. En la tabla 21, se muestra de igual manera los datos recabados que son distintos con respecto al resto. El número de actividades dentro del proceso es de 4 subprocesos considerando de igual manera las 10 lecturas que satisface el requerimiento.

Datos obtenidos en la observación del proceso de fabricación Vigas IP tipo B

Tabla 23. Mediciones de tiempo en el proceso de Corte Vigas Ip Tipo B

NUMERO DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (MINUTOS)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Verificación de medidas en planos.	R	0,45	6,65	12,82	18,98	25,23	31,36	37,46	43,56	49,71	55,87
		E	0,45	0,45	0,46	0,48	0,55	0,55	0,45	0,47	0,45	0,45
2	Selección del material para la fabricación.	R	1,56	7,75	13,91	20,08	26,31	32,51	38,54	44,67	50,81	56,96
		E	1,11	1,10	1,09	1,10	1,08	1,15	1,08	1,11	1,10	1,09
3	Preparación del equipo de corte.	R	2,9	9,00	15,16	21,40	27,56	33,76	39,80	45,93	52,07	58,21
		E	1,34	1,25	1,25	1,32	1,25	1,25	1,26	1,26	1,26	1,25
4	Trazo de medidas.	R	3,41	9,56	15,71	21,89	28,06	34,26	40,32	46,45	52,62	58,75
		E	0,51	0,56	0,55	0,49	0,50	0,50	0,52	0,52	0,55	0,54
5	Realización de cortes.	R	4,95	10,93	17,09	23,26	29,42	35,61	41,69	47,84	53,99	60,15
		E	1,54	1,37	1,38	1,37	1,36	1,35	1,37	1,39	1,37	1,40
6	Transportar material a la mesa de trabajo	R	6,2	12,36	18,50	24,68	30,81	37,01	43,09	49,26	55,42	61,58
		E	1,25	1,43	1,41	1,42	1,39	1,40	1,40	1,42	1,43	1,43
			6,20	6,16	6,14	6,18	6,13	6,20	6,08	6,17	6,16	6,16

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

Tabla 24. Sumatoria de lecturas en el proceso de Corte Vigas Ip Tipo B

CICLOS	TIEMPO	T ²
1	6,2	38,44
2	6,16	37,9456
3	6,14	37,6996
4	6,18	38,1924
5	6,13	37,5769
6	6,2	38,44
7	6,08	36,9664
8	6,17	38,0689
9	6,16	37,9456
10	6,16	37,9456
TOTAL	61,58	379,221
MEDIA	6,158	

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

Desviación estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{N}}{N-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{379,221 - \frac{(61,58)^2}{10}}{10 - 1}}$$

$$S = 0,035527767$$

El intervalo de confianza I_m =intervalo de confianza, T de Student para coeficiente de confianza del 90% S= desviación estándar.

$$I_m = 2 t_{0,90} \left(\frac{S}{\sqrt{N}} \right)$$

$$I_{10} = 2 (1,83) \left(\frac{0,035527767}{\sqrt{10}} \right)$$

$$I_{10} = 0,0411961099$$

$$I = 2(0,05) T_m$$

$$I = 2(0,05) (6,158)$$

$$I = 0,6158$$

Utilizando la relación de I_m , I nos indica que $I_m:0,0411 < I:0,6158$ por lo que la muestra de 10 observaciones satisface los requerimientos del error de muestreo del proceso de corte de viga tipo B

La tabla 23 muestra los tiempos tomados en la observación experimental de cada tarea o actividad que conforma el proceso de corte, específicamente para la Viga IP Tipo B. se realiza la toma de lecturas de 10 ciclos los cuales satisfacen de acuerdo al proceso de comprobación.

Tabla 25. Mediciones de tiempo en el proceso de Ensamblaje Vigas Ip Tipo B

#	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (MINUTOS)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Transportar los flejes a la mesa de armado.	R	2,26	48,45	94,56	141,02	187,66	233,48	279,46	325,88	372,00	418,47
		E	2,26	2,42	2,47	2,47	2,46	2,28	2,21	2,46	2,25	2,49
2	Asegurar el fleje (Alma) con clanes o playos a la mesa	R	5,37	51,68	97,81	144,24	190,86	236,69	282,67	329,10	375,25	421,68
		E	3,11	3,23	3,25	3,22	3,20	3,21	3,21	3,22	3,25	3,21
3	Marcar los (patines) superior e inferior en el centro del fleje	R	8,95	55,18	101,26	147,79	194,41	240,24	286,17	332,59	378,83	425,18
		E	3,58	3,50	3,45	3,55	3,55	3,55	3,50	3,49	3,58	3,50
4	Calibrar parámetros de la maquina según espesor	R	9,38	55,60	101,65	148,19	194,80	240,59	286,58	332,96	379,21	425,57
		E	0,43	0,42	0,39	0,4	0,39	0,35	0,41	0,37	0,38	0,39
5	Levantar el fleje central (alma) y se unen con el (patín) anclado ala	R	14,85	61,18	107,06	153,75	200,35	246,15	292,17	338,48	384,76	431,02
		E	5,47	5,58	5,41	5,56	5,55	5,55	5,59	5,52	5,55	5,45
6	Proceso soldara de los elementos (Alma y patín a 90°)	R	24,25	70,57	116,46	163,24	209,74	255,45	301,34	347,63	394,05	440,47
		E	9,40	9,39	9,40	9,49	9,39	9,30	9,17	9,15	9,29	9,45
7	Retirar clanes o playos de la mesa (Alma)	R	25,91	72,12	117,91	164,79	211,33	256,99	302,89	349,12	395,50	441,99
		E	1,66	1,55	1,45	1,55	1,59	1,54	1,55	1,49	1,45	1,52
8	Girar la viga y se adiciona el 3 elemento	R	30,12	76,43	122,46	169,10	215,63	261,48	307,20	353,67	399,78	446,30
		E	4,21	4,31	4,55	4,31	4,30	4,49	4,31	4,55	4,28	4,31
9	Asegurar el fleje (Alma) con clanes a la mesa	R	31,67	77,98	123,99	170,55	217,18	263,04	308,78	355,12	401,33	447,83
		E	1,55	1,55	1,53	1,45	1,55	1,56	1,58	1,45	1,55	1,53
10	Proceso soldara de los elementos (Alma y patín a 90°)	R	40,20	86,53	132,54	179,10	225,23	271,24	317,33	363,65	409,88	456,16
		E	8,53	8,55	8,55	8,55	8,05	8,20	8,55	8,53	8,55	8,33
11	Colocar refuerzos (Rejilizadores) cada 3m en la 2 caras de alma.	R	43,50	90,08	135,99	182,66	228,63	274,68	320,86	367,17	413,41	459,69
		E	3,30	3,55	3,45	3,56	3,40	3,44	3,53	3,52	3,53	3,53
12	Transportar vigas a la mesa de remate o se apila	R	46,03	92,09	138,55	185,20	231,20	277,25	323,42	369,75	415,98	462,22
		E	2,53	2,01	2,56	2,54	2,57	2,57	2,56	2,58	2,57	2,53
			46,03	46,06	46,46	46,65	46,00	46,04	46,17	46,33	46,23	46,24

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

Tabla 26. Sumatoria de lecturas en el proceso de Ensamblaje Vigas Ip Tipo B

CICLOS	TIEMPO	T ²
1	46,03	2118,7609
2	46,06	2121,5236
3	46,458	2158,34576
4	46,6533	2176,5304
5	46,0021	2116,1932
6	46,0422	2119,88418
7	46,171	2131,76124
8	46,33	2146,4689
9	46,234	2137,58276
10	46,2421	2138,33181
TOTAL	462,2227	21365,3828
MEDIA	46,22227	

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

Desviación estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{N}}{N-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{21365,3828 - \frac{(462,2227)^2}{10}}{10 - 1}}$$

$$S = 0,211$$

El intervalo de confianza Im=intervalo de confianza, T de Student para coeficiente de confianza del 90% S= desviación estándar.

$$Im = 2 t_{0,90} \left(\frac{S}{\sqrt{N}} \right)$$

$$I_{10} = 2 (1,83) \left(\frac{0,211}{\sqrt{10}} \right)$$

$$I_{10} = 0,24421$$

$$I = 2(0,05) T_m$$

$$I = 2(0,05) (46,22227)$$

$$I = 4,62222$$

Utilizando la relación de Im, I nos indica que Im.:0,24421 < I: 4,622222 por los que la muestra de 10 observaciones satisface los requerimientos del error de muestreo.

Tabla 27. Mediciones de tiempo en el proceso de Soldadura Vigas Ip Tipo B

#	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO		LECTURAS									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Transportar la viga a las mesas de remate	R	1,22	95,14	189,33	283,35	378,01	472,21	566,31	660,44	754,47	848,60
		E	1,22	1,23	1,25	1,21	1,32	1,20	1,22	1,21	1,24	1,22
2	Ubicar operadores y maquinas en los extremos, de forma cruzada en la viga.	R	4,26	98,40	192,57	286,58	381,26	475,45	569,55	663,67	757,71	852,04
		E	3,04	3,26	3,24	3,23	3,25	3,24	3,24	3,23	3,24	3,44
3	Calibrar los parámetros de las maquinas (Mig)	R	5,63	99,80	193,96	287,85	382,54	476,60	570,77	665,04	758,90	853,32
		E	1,37	1,40	1,39	1,27	1,28	1,15	1,22	1,37	1,19	1,28
4	Proceso de soldara, cordones continuos a los 3,5 metros	R	27,10	121,19	215,39	309,36	403,94	498,00	592,15	686,29	780,28	874,71
		E	21,47	21,39	21,43	21,51	21,40	21,40	21,38	21,25	21,38	21,39
5	Traslado de la maquina asia el centro.	R	28,58	122,45	216,65	310,80	405,20	499,25	593,39	687,52	781,51	875,95
		E	1,48	1,26	1,26	1,44	1,26	1,25	1,24	1,23	1,23	1,24
6	Proceso de soldara, cordones continuos a los 3,5 metros	R	47,65	141,55	235,76	330,20	424,71	518,66	612,51	706,63	800,61	895,08
		E	19,07	19,10	19,11	19,40	19,51	19,41	19,12	19,11	19,10	19,13
7	Gira la viga	R	48,24	142,14	236,30	330,76	425,27	519,21	613,06	707,19	801,18	895,59
		E	0,59	0,59	0,54	0,56	0,56	0,55	0,55	0,56	0,57	0,51
8	Proceso de soldara, nuevamente de forma contraria en los 3,5 metros la viga	R	69,50	163,51	257,64	352,11	446,64	540,56	634,45	728,54	822,73	916,94
		E	21,26	21,37	21,34	21,35	21,37	21,35	21,39	21,35	21,55	21,35
9	Traslado de la maquina asia el centro.	R	70,70	164,86	258,89	353,53	447,80	542,11	636,00	730,09	824,15	918,46
		E	1,20	1,35	1,25	1,42	1,16	1,55	1,55	1,55	1,42	1,52
10	Proceso de soldara, nuevamente de forma contraria en los 3,5 metros la viga	R	91,1	185,37	279,43	374,07	468,33	562,41	656,53	750,64	844,68	938,98
		E	20,40	20,51	20,54	20,54	20,53	20,3	20,53	20,55	20,53	20,52
11	Proceso de soldara de los refuerzos (regilizadores)	R	92,49	186,80	280,87	375,50	469,74	563,84	657,96	751,97	846,11	940,42
		E	1,39	1,43	1,44	1,43	1,41	1,43	1,43	1,33	1,43	1,44
12	Traslado de la viga soldada	R	93,91	188,08	282,14	376,69	471,01	565,09	659,23	753,23	847,38	941,67
		E	1,42	1,28	1,27	1,19	1,27	1,25	1,27	1,26	1,27	1,25
			93,91	94,17	94,06	94,55	94,32	94,08	94,14	94,00	94,15	94,29

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

Tabla 28. Sumatoria de lecturas en el proceso de Soldadura Vigas Ip Tipo B

CICLOS	TIEMPO	T ²
1	93,91	8819,0881
2	94,17	8867,9889
3	94,06	8847,2836
4	94,55	8939,7025
5	94,323	8896,82833
6	94,08	8851,0464
7	94,14	8862,3396
8	94	8836
9	94,15	8864,2225
10	94,29	8890,6041
TOTAL	941,673	88675,104
MEDIA	94,1673	

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

Desviación estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{N}}{N-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{88675,104 - \frac{(941,673)^2}{10}}{10 - 1}}$$

S= 0,18260

El intervalo de confianza Im=intervalo de confianza, T de Student para coeficiente de confianza del 90% S= desviación estándar.

$$Im = 2 t_{0,90} \left(\frac{S}{\sqrt{N}} \right)$$

$$I10 = 2 (1,83) \left(\frac{0,18260}{\sqrt{10}} \right)$$

I10 = 0,2113

$$I = 2(0,05) Tm$$

$$I = 2(0,05) (94,1673)$$

I = 9,41673

Utilizando la relación de Im, I nos indica que $Im\ 00,21134 < I: 9,41673$ los que la muestra de 10 observaciones satisface los requerimientos del error de muestreo del proceso de soldadura de viga tipo B.

Tabla 29. Mediciones de tiempo en el proceso de Acabados Vigas Ip Tipo B

#	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	LECTURAS (MINUTOS)										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Proceso de acabado de viga se limpian de partículas metálicas, oxido y grasa mediante (grata y cinceles)	R	16,22	51,52	86,63	121,94	157,23	193,53	228,83	264,23	299,57	334,97
		E	18,22	18,22	18,22	18,23	18,22	18,21	18,22	18,24	18,24	18,22
2	Preparación de pintura anticorrosiva (pintura y tiñer)	R	18,5	53,81	88,93	124,22	159,52	195,81	231,18	266,51	301,85	337,25
		E	2,28	2,29	2,30	2,28	2,29	2,28	2,35	2,28	2,28	2,28
3	Aplicación de pintura (aire comprimido)	R	32	67,05	102,15	137,46	172,77	209,05	244,44	279,75	315,19	350,49
		E	13,50	13,24	13,22	13,24	13,25	13,24	13,26	13,24	13,34	13,24
4	Almacenaje de las vigas	R	33,3	68,41	103,71	139,01	175,32	210,61	245,99	281,33	316,75	352,03
		E	1,3	1,36	1,56	1,55	2,55	1,56	1,55	1,58	1,56	1,54
			35,30	35,11	35,30	35,30	36,31	35,29	35,38	35,34	35,42	35,28

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

Tabla 30. Sumatoria de lecturas en el proceso de Acabado Vigas Ip Tipo B

CICLOS	TIEMPO	T ²
1	35,3	1246,09
2	35,11	1232,7121
3	35,3	1246,09
4	35,3	1246,09
5	36,31	1318,4161
6	35,29	1245,3841
7	35,38	1251,7444
8	35,34	1248,9156
9	35,42	1254,5764
10	35,28	1244,6784
TOTAL	354,03	12534,6971
MEDIA	35,403	

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

Desviación estándar

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \frac{(\sum T)^2}{N}}{N-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{12534,6971 - \frac{(354,03)^2}{10}}{10 - 1}}$$

$$S = 0,32880$$

El intervalo de confianza I_m =intervalo de confianza, T de Student para coeficiente de confianza del 90% S= desviación estándar.

$$I_m = 2 t_{0,90} \left(\frac{S}{\sqrt{N}} \right)$$

$$I_{10} = 2 (1,83) \left(\frac{0,32880}{\sqrt{10}} \right)$$

$$I_{10} = 0,380555$$

$$I = 2(0,05) T_m$$

$$I = 2(0,05) (35,403)$$

$$I = 3,5403$$

Utilizando la relación de I_m , I nos indica que $I_m: 0,267473 < I: 3,66981$ por los que la muestra de 10 observaciones satisface los requerimientos del error de muestreo del proceso de acabado de viga tipo B.

Estudios de tiempo

A continuación se presenta el procedimiento de los datos recolectados y mostrados a partir de la Tabla 16, para cada tipo de viga (A y B) y se muestra el tratamiento de los mismos, permite la estimación de los tiempos normales, basado en la valoración del ritmo de trabajo, tolerancias para cada proceso involucrado en la fabricación de vigas IP y para la obtención de tiempos estándar.

Los cálculos asociados a este proceso, son los siguientes:

Cálculo de los totales:

Es la sumatoria de todos los datos correspondientes al subproceso y que se han considerado congruentes con la tendencia lógica de las tomas, así:

$$\sum_{1}^{t} ti = TOTAL$$

$$TOTAL = 0,40 + 0,41 + 0,40 + 0,40 + 0,50 + 0,49 + 0,40 + 0,41 + 0,42 + 0,42$$

$$TOTAL = 4,25$$

Cálculo del tiempo promedio:

Resulta de la división del total entre los ciclos congruentes de la serie de datos recabados, de la siguiente manera:

$$Tiempo Promedio = \frac{TOTAL}{CICLOS}$$

$$Tiempo Promedio = \frac{4,25}{10}$$

$$Tiempo Promedio = 0,425$$

Cálculo del Tiempo Normal (T_N)

Es la relación entre el tiempo promedio y la valoración del ritmo de trabajo (%R), cuyos valores son una constante que se evalúan por los parámetros establecidos por la OIT (tabla 33), en esta investigación, los mismos están reseñados en los Anexos para su consulta.

Tabla 31. Consideraciones laborales para los tiempos perdidos

Habilidad			Esfuerzo		
A	Habilísimo	0,15	A	Habilísimo	0,15
B	Excelente	0,1	B	Excelente	0,1
C	Bueno	0,05	C	Bueno	0,05
D	Medio	0	D	Medio	0
E	Regular	-0,05	E	Regular	-0,05
F	Malo	-0,1	F	Malo	-0,1
G	Torpe	-0,15	G	Torpe	-0,15
Condiciones			Consistencia		
A	Buena	0,05	A	Buena	0,05
B	Media	0	B	Media	0
C	Mala	-0,05	C	Mala	-0,05

Fuente: (Organización Internacional del Trabajo, 2017).

Estas son las consideraciones técnicas y estandarizadas para valorar el ritmo del trabajo, insumo indispensable para el cálculo de los tiempos normal y estándar de una jornada laboral. Por tanto, la misma es de común aplicación desde este punto y en lo sucesivo en la presente investigación.

El esfuerzo es la preocupación principal para valorar la dinámica (ritmo de trabajo) y ello es contemplar:

- 1. Habilidad.** El efecto de la habilidad se minimiza si sólo se cronometra a individuos habilitados. Los operadores deben estar capacitados por completo en su clasificación del trabajo antes de que se estudien sus tiempos.
- 2. Consistencia.** La consistencia se usa para determinar el número de ciclos. Un operador consistente necesita trabajar sólo unas cuantas partes antes de que el ciclo temporal se conozca con exactitud. La habilidad del operador debe ser evidente para el técnico que hace el estudio de tiempos, y la calificación que éste otorga al operador debe ser alta.
- 3. Condiciones de trabajo.** Éstas afectan el rendimiento de un operador. Pero si se pide a los empleados que trabajen en un ambiente caliente, frío, con polvo, sucio o ruidoso, su rendimiento disminuirá. Estas malas condiciones de trabajo

podrían eliminarse si se evidencia el costo verdadero. Si se pide a los operadores que levanten materiales pesados en el desempeño de sus deberes, hay que agregar una tolerancia de 25 por ciento más al estándar de tiempo.

- 4. Esfuerzo.** El esfuerzo es el factor más importante de la calificación. Es la velocidad o tiempo del operador, y se mide con base en el operador normal que trabaja al 100 por ciento. Como ya se dijo, la calificación de 100 por ciento para el rendimiento está definida así: a. Caminar 264 pies en 1.000 minutos, o 3 millas por hora. b. Repartir 52 cartas en cuatro manos alrededor de una mesa de 30 × 30 pulgadas, en .500 minutos. c. Ensamblar 30 pernos de 3/8 × 2 pulgadas en un tablero, en .435 minutos (Meyers & Stephens, 2006).

Tabla 32. Valoración del ritmo de trabajo para el proceso de Corte de la Viga IP Tipo A

%R : Valoración del ritmo de trabajo							
ELEMENTOS	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Calificación (FC)	TOTAL	%R
1	0,1	0	0,05	0,05	0,2	1,2	120
2	0,1	-0,05	0,05	0,05	0,15	1,15	115
3	0,1	0,1	0,05	0,05	0,3	1,3	130
4	0	0,15	0,05	0,05	0,25	1,25	125
5	0,15	0	0	0,05	0,2	1,2	120
6	0,1	-0,05	0,05	0,05	0,15	1,15	115

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

La valoración del ritmo de trabajo, como se indica en la tabla 32, se desarrolló en base a todos los elementos de la tabla 31, una evaluación de las consideraciones sugeridas por la Organización Internacional del Trabajo y se puede observar que cada una es correspondiente a las actividades de cada proceso, dichos consideraciones las analizara el investigados, y mediante la obtención del valor de (%R) procedemos a calcular el tiempo normal.

$$T_N = \frac{(Tiempo\ Promedio)(\%R)}{100}$$

$$T_N = \frac{(0,425)(120)}{100}$$

$$T_N = 0,51$$

Cálculo del tiempo Estándar (minutos)

El tiempo estándar se define como “el tiempo requerido para producir un artículo en una estación de manufactura, con las tres condiciones siguientes: 1. Operador calificado y bien capacitado; 2. Manufactura a ritmo normal, y 3. Hacer una tarea específica”, y una vez que se tienen los tiempos normales para cada subproceso, se efectúa la sumatoria, de los valores de la tolerancia (tabla 34), por consideraciones del tiempo perdido por los operarios involucrados, estos valores están relacionados por unas constantes establecidas por la OIT.

Las tolerancias son el tiempo extra que se agrega al tiempo normal para que el estándar de tiempo sea práctico y alcanzable.

Tipos de tolerancia

Las tolerancias se dividen en tres categorías:

1. Personal.
2. Fatiga.
3. Retraso

Tolerancia personal

La tolerancia personal es el tiempo que se da a un empleado para llevar a cabo actividades tales como:

1. Hablar con amigos acerca de temas que no son del trabajo.
2. Ir al baño.
3. Tomar una bebida.
4. Cualquier otra razón controlada por el operador para no trabajar.

La gente necesita tiempo personal y ningún administrador se molestará por una cantidad apropiada de tiempo dedicado a dichas actividades. Se ha definido que una

cantidad apropiada de tiempo es el 5 por ciento del día laboral, es decir, 24 minutos por día.

Tolerancia por fatiga

La tolerancia por fatiga es el tiempo que se concede a un empleado para recuperarse de la fatiga. El tiempo de tolerancia por fatiga se da a los trabajadores en forma de recesos en la labor, comúnmente se conocen como tiempo para el café. Los recesos tienen lugar a intervalos variables y son de distinta duración, pero todos están diseñados para permitir que los empleado se recuperen del cansancio por trabajar. La mayoría de los empleados de hoy, tienen muy poca carga física implícita en sus trabajos, pero la fatiga mental es igual de agotadora.

Las tolerancias son una parte importante del estándar de tiempo y si se establecen en forma apropiada auxiliarán a la mejora continua de la calidad de vida en el trabajo. Si un trabajo tiene aspectos indeseables que no reflejen el ciclo individual, las tolerancias deben reflejarlo. De ese modo, existe dinero para justificar el cambio necesario. Una tasa base de 10 por ciento que abarque toda la planta sigue siendo muy deseable, pero, de ser necesario, podrían añadirse tolerancias adicionales. Los formatos usados en este texto permiten un rango para las tolerancias

Tolerancias por retrasos Las tolerancias por retrasos son inevitables debido a que se encuentran fuera del control del operador. Algo pasa que impide trabajar al empleado. La razón debe conocerse y el costo contabilizarse para desarrollar la justificación de éste.

Algunos ejemplos de retrasos evitables incluyen los siguientes:

1. Espera de instrucciones o asignaciones.
2. Espera de materiales o equipo para manejarlos.
3. Descompostura o mantenimiento de maquinaria.
4. Instruir a otros (capacitación de empleados nuevos).
5. Acudir a reuniones, si se autoriza, entre otros (Meyers & Stephens, 2006).

En el caso de las tolerancias, las mismas son específicas para cada caso que se estudie, porque depende de las características de cada proceso, los operarios y la valoración del ritmo de trabajo, por ejemplo, se presenta la tolerancia para el proceso de corte de la Viga Ip Tipo A, así:

Tabla 33. Tolerancias correspondientes al proceso de Corte Viga Ip Tipo A

JORNADA DE 8 HORAS= 480 MINUTOS			
TOLERACIAS CONSTANTES SUMADAS AL TIEMPO NORMAL		TIEMPO/MINT	PROCESO CORTE
TIEMPO PERSONAL=	5%	24	0,327
DOS RECESOS DE 10 MINUTOS=	4%	20	0,262
USO DE FUERZA/ ENERGIAL MUSCULAR 10KG	3%	15	0,196
TOTAL:		12%	0,785

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

La tabla 33, muestra las tolerancias de proceso de corte viga IP tipo A, que se obtuvo de la siguiente manera:

$$Tolerancia = \Sigma TN * Tiempo personal \%$$

$$Tolerancia = 6,54 * 0,05$$

$$TL= 0,327$$

$$Tolerancia = \Sigma TN * Dos recesos de 10 minutos \%$$

$$Tolerancia = 6,54 * 0,04$$

$$TL= 0,2616$$

$$Tolerancia = \Sigma TN * Uso de fuerza/ energia muscular 10kg \%$$

$$Tolerancia = 6,54 * 0,03$$

$$Tolerancia= 0,1962$$

$$\Sigma Tolerancia = 0,785$$

El siguiente paso es sumar el tiempo normal y la tolerancia, para el cálculo del tiempo estándar en este caso para el proceso de corte de la Viga IP Tipo A.

$$Tiempo Estándar = \Sigma T_N Total + \Sigma Tolerancia$$

$$Tiempo Estándar = 6,54 + 0,785$$

$$Tiempo Estándar = 7,32$$

Tabla 34. Estudio de tiempos del proceso de Corte Viga Ip Tipo A

NUMERO DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	TOTAL	TIEMPO PROMEDIO	% R	TIEMPO NORMAL	FRECUENCIA	TIEMPO UNITARIO NORMAL	RANGO
		CICLOS						
1	Verificación de medidas en planos.	4,25 10	0,43	120	0,51	1 1	0,51	0
2	Selección del material para la fabricación.	10,09 10	1,01	115	1,16	1 1	1,16	0
3	Preparación del equipo de corte.	10,70 10	1,07	130	1,39	1 1	1,39	0
4	Trazo de medidas.	12,46 10	1,25	125	1,56	1 1	1,56	0
5	Realización de cortes.	12,07 10	1,21	120	1,45	1 1	1,45	0
6	Transportar material a la mesa de trabajo	4,14 10	0,41	115	0,48	1 1	0,48	0
TOTALES		53,71	5,37		6,54		6,54	
							MINUTOS NORMALES EN TOTAL	6,54
							TOLERANCIA	0,785
							MINUTOS ESTÁNDAR	7,329

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

La tabla 34, muestra los datos que generan los cálculos de tiempo estándar, de las etapas del proceso de corte de la Viga IP Tipo A, considerando la valoración del ritmo de trabajo y tolerancias aplicadas por pérdidas normales de tiempo en una jornada laboral.

Tabla 35. Tolerancias correspondientes al proceso de Ensamblaje Viga Ip Tipo A

JORNADA DE 8 HORAS= 480 MINUTOS			
TOLERACIAS CONSTANTES SUMADAS AL TIEMPO NORMAL		TIEMPO/MINT	PROCESO CORTE
TIEMPO PERSONAL=	5%	24	2,103
DOS RECESOS DE 10 MINUTOS=	4%	20	1,682
USO DE FUERZA/ ENERGIAL MUSCULAR 10KG	3%	15	1,262
TOTAL:	12%	59	5,047

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

El cálculo de las tolerancias depende del proceso, la duración del mismo y el tipo de actividad a la que está sometido el operario, estos datos permiten la estimación del tiempo estándar, considerando las paradas del operario y se asume que el valor arrojado es el tiempo productivo.

Los resultados de la valoración del ritmo de trabajo para este proceso se pueden observar en el Anexo 1.

Tabla 36. Estudio de tiempo para el proceso de Ensamblaje Vigas Ip Tipo

NÚMERO DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	TOTAL	TIEMPO PROMEDIO	% R	TIEMPO NORMAL	FRECUENCIA	TIEMPO UNITARIO NORMAL	RANGO
		CICLOS						
1	Transportar los flejes a la mesa de armado.	14,80 10	1,48	115	1,70	1 1	1,70	0
2	Asegurar el fleje (Alma) con clanes o playos a la mesa	32 10	3,24	115	3,73	1 1	3,73	0
3	Marcar los (patines) superior e inferior en el centro del fleje	35,15 10	3,52	130	4,57	1 1	4,57	0
4	Calibrar parámetros de la máquina según espesor	3,84 10	0,38	135	0,52	1 1	0,52	0
5	Levantar el fleje central (alma) y se unen con el (patín) anclado a la mesa.	42,17 10	4,22	115	4,85	1 1	4,85	0
6	Proceso soldadura de los elementos (Alma y patín a 90°)	72,64 10	7,26	110	7,99	1 1	7,99	0
7	Retirar clanes o playos de la mesa (Alma)	12,49 10	1,25	110	1,37	1 1	1,37	0
8	Girar la viga y se adiciona el 3 elemento	32,71 10	3,27	105	3,43	1 1	3,43	0
9	Asegurar el fleje (Alma) con clanes a la mesa	12,83 10	1,28	105	1,35	1 1	1,35	0
10	Proceso soldadura de los elementos (Alma y patín a 90°)	64,72 10	6,47	120	7,77	1 1	7,77	0
11	Colocar refuerzos (Rejilizadores) cada 3m en la 2 caras de alma.	30,54 10	3,05	115	3,51	1 1	3,51	0
12	Transportar vigas a la mesa de remate o se apila	12,68 10	1,27	100	1,27	1 1	1,27	0
TOTALES		366,98	36,70		42,06		42,06	
							MINUTOS NORMALES EN TOTAL	42,06
							TOLERANCIA	5,047
							MINUTOS ESTÁNDAR	47,106

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

El estudio de tiempos del proceso de ensamblaje para la Viga IP Tipo A se muestra en la tabla 36 y en ella se puede observar que la cantidad de subprocessos aumentaron a diferencia del proceso inicial con un total de doce actividades, dada la complejidad del proceso y a la cantidad del tiempo consumido que es de 47,106 minutos estándar bajo la metodología ya descrita.

Tabla 37. Tolerancias correspondientes al proceso de Soldadura Vigas Ip Tipo A

JORNADA DE 8 HORAS= 480 MINUTOS			
TOLERACIAS CONSTANTES SUMADAS AL TIEMPO NORMAL		TIEMPO/MINT	PROCESO CORTE
TIEMPO PERSONAL=	5%	24	4,880
DOS RECESOS DE 10 MINUTOS=	4%	20	3,904
USO DE FUERZA/ ENERGIAL MUSCULAR 10KG	3%	15	2,928
TOTAL:	12%	59	11,712

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

La tabla 37 muestra la tolerancia para el proceso de soldadura de la vigas IP Tipo A, la cual es de 11,712, Lo correspondiente a la valoración del ritmo de trabajo para este proceso, se encuentra reflejado en el Anexo 2.

Tabla 38. Estudio de tiempo para el proceso de Soldadura Vigas Ip Tipo A

NÚMERO DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	TOTAL CICLOS	TIEMPO PROMEDIO	% R	TIEMPO NORMAL	FRECUENCIA	TIEMPO UNITARIO NORMAL	RANGO
1	Transportar la viga a las mesas de remate	10,59 10	1,06	100	1,06	1 1	1,06	0
2	Ubicar operadores y máquinas en los extremos, de forma cruzada en la viga.	32,41 10	3,24	105	3,40	1 1	3,40	0
3	Calibrar los parámetros de las máquinas (Mig)	11,79 10	1,18	115	1,36	1 1	1,36	1
4	Proceso de soldara, cordones continuos a los 3,5 metros	184,03 10	18,40	125	23,00	1 1	23,00	0
5	Traslado de la maquina asia el centro.	12,37 10	1,24	105	1,30	1 1	1,30	0
6	Proceso de soldara, cordones continuos a los 3,5 metros	181,27 10	18,13	115	20,85	1 1	20,85	0
7	Gira la viga	5,56 10	0,56	100	0,56	1 1	0,56	0
8	Proceso de soldara, nuevamente de forma contraria en los 3,5 metros la viga	183,28 10	18,33	115	21,08	1 1	21,08	0
9	Traslado de la maquina asia el centro.	5,39 10	0,54	110	0,59	1 1	0,59	0
10	Proceso de soldara, nuevamente de forma contraria en los 3,5 metros la viga	184,99 10	18,50	115	21,27	1 1	21,27	0
11	Proceso de soldara de los refuerzos (regilizadores)	14,20 10	1,42	115	1,63	1 1	1,63	0
12	Traslado de la viga soldada	13,08 10	1,31	115	1,50	1 1	1,50	0
TOTALES		838,96	83,90		97,60		97,60	
						MINUTOS NORMALES EN TOTAL	97,60	
						TOLERANCIA	11,712	
						MINUTOS ESTÁNDAR	109,316	

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

El proceso de soldadura, es el que ha manifestado hasta el momento es el proceso con el mayor consumo de tiempo estándar, dando una lectura de 109,316 minutos, tal como se nota en la tabla 38.

Tabla 39. Tolerancias correspondientes al proceso de Acabados Vigas Ip Tipo A

JORNADA DE 8 HORAS= 480 MINUTOS			
TOLERACIAS CONSTANTES SUMADAS AL TIEMPO NORMAL		TIEMPO/MINT	PROCESO CORTE
TIEMPO PERSONAL=	5%	24	1,924
DOS RECESOS DE 10 MINUTOS=	4%	20	1,539
USO DE FUERZA/ ENERGIAL MUSCULAR 10KG	3%	15	1,155
TOTAL:		59	4,234

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

La tabla 39 muestra la tolerancia en el proceso acabado se puede notar que hay una variación considerable en la lectura de la tolerancia en el proceso de acabado, mientras más prolongado es un proceso, la tolerancia tiende a ser mayor como se evidenció en los demás procesos.

Las constantes utilizadas para el cálculo de la tabla 41 se visualizan en el Anexo 3, en lo que corresponde a la valoración del ritmo de trabajo para el proceso de Acabados de la Viga IP Tipo A.

Tabla 40. Estudio de tiempo para el proceso de Acabados Vigas Ip Tipo A

NÚMERO DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	TOTAL	TIEMPO PROMEDIO	% R	TIEMPO NORMAL	FRECUENCIA	TIEMPO UNITARIO NORMAL	RANGO
		CICLOS						
1	Proceso de acabado de viga se limpian de partículas metálicas, oxido y grasa mediante	152,03 10	15,20	125	19,00	1 1	19,00	0
2	Preparación de pintura anticorrosiva (pintura y tiñer)	12,91 10	1,29	125	1,61	1 1	1,61	0
3	Aplicación de pintura (aire comprimido)	122,77 10	12,28	130	15,96	1 1	15,96	0
4	Almacenaje de las vigas	16,60 10	1,66	115	1,91	1 1	1,91	0
TOTALES		304,31	30,43		38,49		38,49	
						MINUTOS NORMALES EN TOTAL		38,49
						TOLERANCIA		4,234
						MINUTOS ESTÁNDAR		42,720

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

En la tabla 40 se observa que el proceso de acabado el número de subprocesos disminuyeron a diferencia del resto de procesos con un total de 4 actividades donde el tiempo estándar consumido es de 42,72 minutos.

Estudio de tiempos para vigas Ip tipo B

Tabla 41. Tolerancias correspondientes al proceso de Corte Vigas Ip Tipo B

JORNADA DE 8 HORAS= 480 MINUTOS			
TOLERACIAS CONSTANTES SUMADAS AL TIEMPO NORMAL		TIEMPO/MINT	PROCESO CORTE
TIEMPO PERSONAL=	5%	24	0,346
DOS RECESOS DE 10 MINUTOS=	4%	20	0,277
USO DE FUERZA/ ENERGIAL MUSCULAR 10KG	3%	15	0,208
TOTAL:	12%	59	0,831

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

La tolerancia aplicada al proceso de corte para la viga tipo B se muestra en la tabla 41. La valoración del ritmo de trabajo para este proceso, se encuentra detallada en el Anexo 4.

Tabla 42. Estudio de tiempo para el proceso de Corte Vigas Ip Tipo B

NÚMERO DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	TOTAL CICLOS	TIEMPO PROMEDIO	% R	TIEMPO NORMAL	FRECUENCIA	TIEMPO UNITARIO NORMAL	RANGO
1	Verificación de medidas en planos.	4,76 10	0,48	120	0,57	1 1	0,57	0
2	Selección del material para la fabricación.	11,01 10	1,10	115	1,27	1 1	1,27	0
3	Preparación del equipo de corte.	10,03 10	1,00	130	1,30	1 1	1,30	0
4	Trazo de medidas.	5,24 10	0,52	125	0,66	1 1	0,66	0
5	Realización de cortes.	13,90 10	1,39	120	1,67	1 1	1,67	0
6	Transportar material a la mesa de trabajo	12,73 10	1,27	115	1,46	1 1	1,46	0
TOTALES		57,67	5,77		6,93		6,93	
							MINUTOS NORMALES EN TOTAL	6,93
							TOLERANCIA	0,831
							MINUTOS ESTÁNDAR	7,760

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador.

La tabla 42, muestra el estudio de tiempo para el proceso de corte de la viga IP Tipo B, en ella se puede observar el tiempo estándar de 7,76 minutos.

Tabla 43. Tolerancias correspondientes al proceso de Ensamblaje Vigas Ip Tipo B

JORNADA DE 8 HORAS= 480 MINUTOS			
TOLERACIAS CONSTANTES SUMADAS AL TIEMPO NORMAL		TIEMPO/MINT	PROCESO CORTE
TIEMPO PERSONAL=	5%	24	2,634
DOS RECESOS DE 10 MINUTOS=	4%	20	2,107
USO DE FUERZA/ ENERGIAL MUSCULAR 10KG	3%	15	1,580
TOTAL:		12%	6,321

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

La tabla 43 muestra que la tolerancia es 6,321. La valoración del ritmo de trabajo puede visualizarse en el Anexo 5.

Tabla 44. Estudio de tiempo para el proceso de Ensamblaje Vigas Ip Tipo B

NÚMERO DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	TOTAL	TIEMPO PROMEDIO	% R	TIEMPO NORMAL	FRECUENCIA	TIEMPO UNITARIO NORMAL	RANGO
		CICLOS						
1	Transportar los flejes a la mesa de armado.	23,77 10	2,38	115	2,73	1 1	2,73	0
2	Asegurar el fleje (Alma) con clanes o playos a la mesa	32 10	3,21	115	3,69	1 1	3,69	0
3	Marcar los (patines) superior e inferior en el centro del fleje	35,25 10	3,53	130	4,58	1 1	4,58	0
4	Calibrar parámetros de la máquina según espesor	3,93 10	0,39	135	0,53	1 1	0,53	0
5	Levantar el fleje central (alma) y se unen con el (patín) anclado a la mesa.	55,24 10	5,52	115	6,35	1 1	6,35	0
6	Proceso soldara de los elementos (Alma y patín a 90°)	93,43 10	9,34	110	10,28	1 1	10,28	0
7	Retirar clanes o playos de la mesa (Alma)	15,35 10	1,54	110	1,69	1 1	1,69	0
8	Girar la viga y se adiciona el 3 elemento	43,62 10	4,36	105	4,58	1 1	4,58	0
9	Asegurar el fleje (Alma) con clanes a la mesa	15,30 10	1,53	105	1,61	1 1	1,61	0
10	Proceso soldadura de los elementos (Alma y patín a 90°)	84,39 10	8,44	120	10,13	1 1	10,13	0
11	Colocar refuerzos (Rejilizadores) cada 3m en la 2 caras de alma.	34,81 10	3,48	115	4,00	1 1	4,00	0
12	Transportar vigas a la mesa de remate o se apila	25,02 10	2,50	100	2,50	1 1	2,50	0
TOTALES		462,22	46,22		52,68		52,68	
					MINUTOS NORMALES EN TOTAL		52,68	
					TOLERANCIA		6,321	
					MINUTOS ESTÁNDAR		58,998	

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador.

En la tabla 44 tenemos un tiempo estándar de 58,99 minutos a diferencia del proceso de ensamblaje de la viga tipo A el valor del tiempo consumido aumento considerablemente.

Tabla 45. Tolerancias correspondientes al proceso de Soldadura Vigas Ip Tipo B

JORNADA DE 8 HORAS= 480 MINUTOS			
TOLERACIAS CONSTANTES SUMADAS AL TIEMPO NORMAL		TIEMPO/MINT	PROCESO CORTE
TIEMPO PERSONAL=	5%	24	5,485
DOS RECESOS DE 10 MINUTOS=	4%	20	4,388
USO DE FUERZA/ ENERGIAL MUSCULAR 10KG	3%	15	3,291
TOTAL:	12%	59	13,164

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

Según la tabla 45, la tolerancia que se aplica al tiempo perdido en el proceso de soldadura, se evidencia que en cuanto más duración posea un proceso mayor es la tolerancia.

Tabla 46. Estudio de tiempo para el proceso de Soldadura Vigas Ip Tipo B

NÚMERO DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	TOTAL		TIEMPO PROMEDIO	% R	TIEMPO NORMAL	FRECUENCIA	TIEMPO UNITARIO NORMAL	RANGO
			CICLOS						
1	Transportar la viga a las mesas de remate	12,32	10	1,23	105	1,29	1	1,29	0
2	Ubicar operadores y máquinas en los extremos, de forma cruzada en la viga.	32,41	10	3,24	105	3,40	1	3,40	0
3	Calibrar los parámetros de las máquinas (Mig)	12,92	10	1,29	115	1,49	1	1,49	0
4	Proceso de soldara, cordones continuos a los 3,5 metros	214,00	10	21,40	125	26,75	1	26,75	0
5	Traslado de la máquina hacia el centro.	12,89	10	1,29	105	1,35	1	1,35	0
6	Proceso de soldadura, cordones continuos a los 3,5 metros	192,06	10	19,21	115	22,09	1	22,09	0
7	Gira la viga	5,58	10	0,56	100	0,56	1	0,56	0
8	Proceso de soldadura, nuevamente de forma contraria en los 3,5 metros la viga.	213,68	10	21,37	115	24,57	1	24,57	0
9	Traslado de la maquina asia el centro.	13,97	10	1,40	110	1,54	1	1,54	0
10	Proceso de soldadura, nuevamente de forma contraria en los 3,5 metros la viga.	204,95	10	20,50	115	23,57	1	23,57	0
11	Proceso de soldara de los refuerzos (regilizadores)	14,16	10	1,42	115	1,63	1	1,63	0
12	Traslado de la viga soldada	12,73	10	1,27	115	1,46	1	1,46	0
TOTALES		941,67		94,17		109,70		109,70	
							MINUTOS NORMALES EN TOTAL	109,70	
							TOLERANCIA	13,164	
							MINUTOS ESTÁNDAR	122,867	

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

En la tabla 46, se muestran que los datos de esta observación que al igual que el proceso de ensamblaje este proceso se lleva a cabo considerando doce subproceso o actividades con un tiempo estándar de 122,86 minutos.

Tabla 47. Tolerancias correspondientes al proceso de Acabados Vigas Ip Tipo B

JORNADA DE 8 HORAS= 480 MINUTOS			
TOLERACIAS CONSTANTES SUMADAS AL TIEMPO NORMAL		TIEMPO/MINT	PROCESO CORTE
TIEMPO PERSONAL=	5%	24	2,191
DOS RECESOS DE 10 MINUTOS=	4%	20	1,752
USO DE FUERZA/ ENERGIAL MUSCULAR 10KG	3%	15	1,314
TOTAL:		11%	4,819

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

La tabla 47 muestra una tolerancia de 4,82 minutos, se compone de pocos subprocesos (ver Anexo 7. Valoración del ritmo de trabajo para el proceso de Acabados de la Viga IP Tipo B).

Tabla 48. Estudio de tiempo para el proceso de Acabados Vigas Ip Tipo B

NÚMERO DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN DE ELEMENTO	TOTAL	TIEMPO PROMEDIO	% R	TIEMPO NORMAL	FRECUENCIA	TIEMPO UNITARIO NORMAL	RANGO
		CICLOS						
1	Proceso de acabado de viga se limpian de partículas metálicas, oxido y grasa mediante	182,24 10	18,22	120	21,87	1 1	21,87	0
2	Preparación de pintura anticorrosiva (pintura y tiñer)	22,91 10	2,29	120	2,75	1 1	2,75	0
3	Aplicación de pintura (aire comprimido)	132,77 10	13,28	130	17,26	1 1	17,26	0
4	Almacenaje de las vigas	16,11 10	1,61	120	1,93	1 1	1,93	0
TOTALES		354,03	35,40		43,81		43,81	
							MINUTOS NORMALES EN TOTAL	43,81
							TOLERANCIA	4,819
							MINUTOS ESTÁNDAR	48,631

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

La tabla 48 muestra el tiempo estándar consumido en el proceso de acabado vigas tipo B de 48,63 minutos y sus diferentes actividades para la finalización del producto.

Diferencia entre los tiempos estándar de los subprocesos de Viga IP tipo A y B

Tabla 49. Diferencia de tiempo estándar para el proceso de Corte de Vigas IP Tipo A y Tipo B

PROCESO DE CORTE			
SUBPROCESO	TIEMPO ESTANDAR VIGA A (MINT)	TIEMPO ESTANDAR VIGA B (MINT)	DIFERENCIA
Verificación de medidas en planos.	0,569	0,640	0,071
Selección del material para la fabricación.	1,295	1,418	0,123
Preparación del equipo de corte.	1,552	1,460	0,092
Trazo de medidas.	1,738	0,734	1,004
Realización de cortes.	1,616	1,868	0,252
Transportar material a la mesa de trabajo	0,531	1,640	1,108
TOTAL DIFERENCIA=	7,30	7,76	0,46

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

La tabla 49, muestra las diferencias de tiempo existentes en las actividades que componen el proceso de corte en la fabricación de Viga IP Tipo A y Tipo B. Es una tabla comparativa que muestra qué proceso invierte mayor cantidad de tiempo en su ejecución o viceversa y en ese sentido, se nota que la fabricación de Vigas IP Tipo B tiene un tiempo mayor de consumo, arrojando una diferencia general de 6% lo que quiere decir, que en conjunto, la fabricación de las Vigas IP Tipo A tarda 0,46 minutos menos que de lo que se invierte en tiempo con las Vigas IP Tipo B.

Nótese, la diferencia entre un proceso y otro marcado en el subproceso de Transportar material a la mesa de trabajo, donde la duración en la Viga Ip tipo B, aumenta al tiempo de la Tipo A en 1,108 minutos.

Tabla 50. Diferencia de tiempo estándar para el proceso de Ensamblaje de Vigas IP Tipo A y Tipo B

PROCESO DE ENSAMBLAJE			
SUBPROCESO	TIEMPO ESTANDAR VIGA A (MINT)	TIEMPO ESTANDAR VIGA B (MINT)	DIFERENCIA
Transportar los flejes a la mesa de armado	1,91	3,06	1,155
Asegurar el fleje (Alma) con clanes o playos a la mesa	4,17	4,14	0,039
Marcar las superior e inferior en el centro del fleje (Patín)	5,12	5,13	0,015
Calibrar parámetros de la máquina según espesor	0,58	0,59	0,014
Levanta el fleje central (alma) y se unen con el (patín) anclado a la mesa.	5,43	7,11	1,683
Proceso soldadura de los elementos (Alma y patín a 90°)	8,95	11,51	2,561
Retirar clanes o playos de la mesa (Alma)	1,54	1,89	0,352
Gira la viga y se adiciona el 3 elemento.	3,85	5,13	1,283
Asegurar el fleje (Alma) con clanes a la mesa	1,51	1,80	0,291
Proceso soldadura de los elementos (Alma y patín a 90°)	8,70	11,34	2,644
Colocar refuerzos (Rejilizadores) cada 3m en la 2 caras de alma.	3,93	4,48	0,550
Transportar vigas a la mesa de remate o se apila.	1,42	2,80	1,382
TOTAL DIFERENCIA=	47,11	59,00	11,89

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

En el proceso de ensamblaje, nuevamente se evidencia que la fabricación de la Viga IP Tipo B posee una duración mayor que la Tipo A con un tiempo de 11,89 minutos de diferencia, incluso nótese que en la actividad de soldadura de los elementos (Alma y patín a 90°) alcanzando una diferencia de 2,561 minutos.

Tabla 51. Diferencia de tiempo estándar para el proceso de Soldadura de Vigas IP Tipo A y Tipo B

PROCESO DE SOLDADURA			
SUBPROCESO	TIEMPO ESTANDAR VIGA A (MINT)	TIEMPO ESTANDAR VIGA B (MINT)	DIFERENCIA
Transportar la viga a las mesas de remate	1,19	1,45	0,263
Ubicar operadores y máquinas en los extremos, de forma cruzada en la viga.	3,81	3,81	0,000
Calibrar los parámetros de las máquinas (Mig)	1,52	1,66	0,146
Proceso de soldara, cordones continuos a los 3,5 metros	25,76	29,96	4,196
Traslado de la máquina hacia el centro.	1,45	1,52	0,061
Proceso de soldara, cordones continuos a los 3,5 metros	23,35	24,74	1,390
Gira la viga	0,62	0,62	0,002
Proceso de soldara, nuevamente de forma contraria en los 3,5 metros la viga	23,61	27,52	3,916
Traslado de la máquina hacia el centro.	0,66	1,72	1,057
Proceso de soldara, nuevamente de forma contraria en los 3,5 metros la viga	23,83	26,40	2,571
Proceso de soldadura de los refuerzos (regilizadores)	1,83	1,82	0,005
Traslado de la viga soldada	1,68	1,64	0,045
TOTAL DIFERENCIA=	109,32	122,87	13,55

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

La tabla 51, refleja la diferencia de tiempos entre el proceso de soldadura de una viga y otra y, aunque la diferencia general es de 13,55 minutos, dado que este proceso es complejo para ambas vigas. La mayor diferencia que ocurre en los subprocesos que involucran de una u otra manera es el proceso de soldar.

Tabla 52. Diferencia de tiempo estándar para el proceso de Acabados de Vigas IP Tipo A y Tipo B

PROCESO DE ACABADO			
SUBPROCESO	TIEMPO ESTANDAR VIGA A (MINT)	TIEMPO ESTANDAR VIGA B (MINT)	DIFERENCIA
Proceso de acabado de viga se limpian de partículas metálicas, oxido y grasa mediante (grata y cinceles)	21,09	24,27	3,180
Preparación de pintura anticorrosiva (pintura y tiñer)	1,79	3,05	1,260
Aplicación de pintura (aire comprimido)	17,72	19,16	1,443
Almacenaje de las vigas	2,12	2,15	0,027
TOTAL DIFERENCIA=	42,72	48,63	5,91

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

La diferencia expresada en la tabla 52 dentro del proceso de acabado es del 5,91 minutos. Además destaca que en subproceso de acabado de viga se limpian de partículas metálicas, óxido y grasa mediante (grata y cinceles) con una diferencia de 3,180 minutos con mayor duración de tiempo de la viga tipo B.

Tabla 53. Variación de tiempos para la fabricación de Vigas IP Tipo A y Tipo B

(Por procesos y global)

Proceso	Viga IP Tipo A (min)	TIEMPO %	Viga IP Tipo B (min)	TIEMPO %	Diferencia
					(min)
Corte	7,3	4%	7,76	3%	0,46
Ensamblaje	47,11	23%	59	25%	11,89
Soldadura	109,32	53%	122,87	52%	13,55
Acabados	42,7	21%	48,6	20%	5,91
TOTAL	206,44	100%	238,26	100%	31,81

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

La tabla 53, nos indica la diferencia general entre ambas vigas donde tiene una duración de 31,81 minutos, el tiempo mayor es de la fabricación de la Viga IP Tipo B.

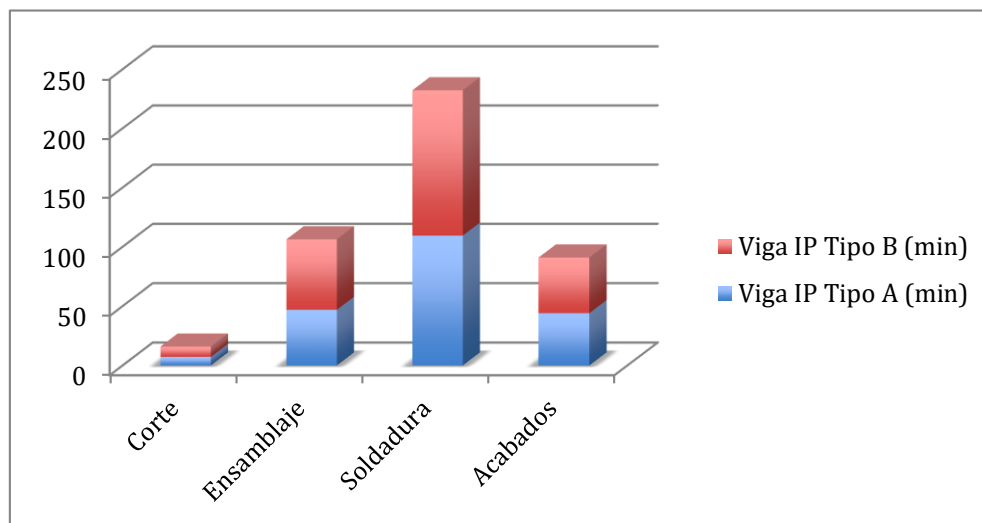


Figura 13. Producción de Vigas IP

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

La figura 13, muestra la diferencia antes tabulada entre cada uno de los procesos en términos de minutos, siendo el proceso de corte y el de acabados los que menor diferencia en tiempo manifiestan. La evidencia que se demuestra en los datos recabados y en el gráfico adjunto muestra que efectivamente el proceso de fabricación de Vigas IP Tipo B es el que mayor cantidad de tiempo demanda en su ejecución.

Tabla 54. Comportamiento de la productividad respecto al tiempo (Julio-Septiembre 2018)

Fecha	Tiempo Estandar		Operadores 4,5			
	Viga IP Tipo A	Viga IP Tipo B	Tiempo consumido Minutos	Tiempo Disponibles Minutos	Diferencia Disponibles Minutos	Productividad
	206,44	238,26				
2/7/2018	1	2	682,96	2160	1477,04	0,46
3/7/2018	1	3	921,22	2160	1238,78	0,74
4/7/2018	1	3	921,22	2160	1238,78	0,74
5/7/2018	1	3	921,22	2160	1238,78	0,74
6/7/2018	1	3	921,22	2160	1238,78	0,74
9/7/2018	2	2	889,4	2160	1270,60	0,70
10/7/2018	1	3	921,22	2160	1238,78	0,74
11/7/2018	1	2	682,96	2160	1477,04	0,46
12/7/2018	1	3	921,22	2160	1238,78	0,74
13/7/2018	1	3	921,22	2160	1238,78	0,74
16/7/2018	1	3	921,22	2160	1238,78	0,74
17/7/2018	1	2	682,96	2160	1477,04	0,46
18/7/2018	1	2	682,96	2160	1477,04	0,46
19/7/2018	2	2	889,4	2160	1270,60	0,70
20/7/2018	2	2	889,4	2160	1270,60	0,70
23/7/2018	2	2	889,4	2160	1270,60	0,70
24/7/2018	2	3	1127,66	2160	1032,34	1,09
25/7/2018	2	2	889,4	2160	1270,60	0,70
26/7/2018	2	2	889,4	2160	1270,60	0,70
27/7/2018	2	2	889,4	2160	1270,60	0,70
30/7/2018	2	2	889,4	2160	1270,60	0,70
3/8/2018	1	4	1159,48	2400	1240,52	0,93
6/8/2018	2	3	1127,66	2400	1272,34	0,89
7/8/2018	1	4	1159,48	2400	1240,52	0,93
8/8/2018	2	3	1127,66	2400	1272,34	0,89
9/8/2018	2	3	1127,66	2400	1272,34	0,89
13/8/2018	2	4	1365,92	2400	1034,08	1,32
14/8/2018	2	3	1127,66	2400	1272,34	0,89
15/8/2018	2	3	1127,66	2400	1272,34	0,89
16/8/2018	2	4	1365,92	2400	1034,08	1,32
17/8/2018	2	3	1127,66	2400	1272,34	0,89

Continuación de la tabla 54.

Fecha	Viga IP Tipo A	Viga IP Tipo B	Tiempo consumido	Tiempo Disponibles	Diferencia Disponibles Minutos	Productividad
20/8/2018	2	3	1127,66	2400	1272,34	0,89
21/8/2018	2	4	1365,92	2400	1034,08	1,32
22/8/2018	2	3	1127,66	2400	1272,34	0,89
23/8/2018	2	3	1127,66	2400	1272,34	0,89
24/8/2018	2	3	1127,66	2400	1272,34	0,89
27/8/2018	2	4	1365,92	2400	1034,08	1,32
28/8/2018	2	4	1365,92	2400	1034,08	1,32
29/8/2018	1	3	921,22	2400	1478,78	0,62
30/8/2018	2	3	1127,66	2400	1272,34	0,89
31/8/2018	2	3	1127,66	2400	1272,34	0,89
3/9/2018	2	2	889,4	2160	1270,60	0,70
4/9/2018	2	2	889,4	2160	1270,60	0,70
5/9/2018	2	2	889,4	2160	1270,60	0,70
6/9/2018	2	2	889,4	2160	1270,60	0,70
7/9/2018	2	2	889,4	2160	1270,60	0,70
10/9/2018	3	1	857,58	2160	1302,42	0,66
11/9/2018	2	2	889,4	2160	1270,60	0,70
12/9/2018	2	2	889,4	2160	1270,60	0,70
13/9/2018	2	2	889,4	2160	1270,60	0,70
14/9/2018	2	2	889,4	2160	1270,60	0,70
17/9/2018	3	1	857,58	2160	1302,42	0,66
18/9/2018	2	2	889,4	2160	1270,60	0,70
19/9/2018	2	1	651,14	2160	1508,86	0,43
20/9/2018	2	1	651,14	2160	1508,86	0,43
21/9/2018	3	1	857,58	2160	1302,42	0,66
24/9/2018	2	2	889,4	2160	1270,60	0,70
25/9/2018	3	1	857,58	2160	1302,42	0,66
26/9/2018	2	2	889,4	2160	1270,60	0,70
TOTAL	107	148	PROMEDIO DE PRODUCTIVIDAD=			0,78

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

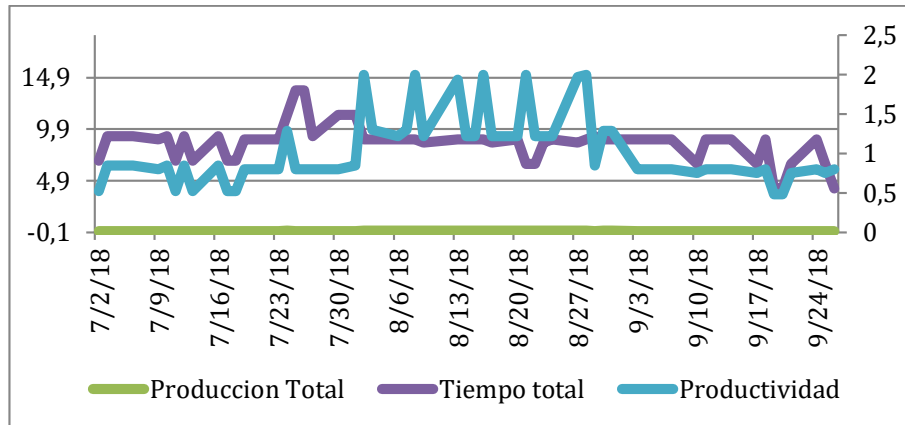


Figura 14. Comportamiento de la productividad con respecto al tiempo (Jul-Sep)

Fuente: Empresa Metálicas Fernando.

Elaborado Por: El investigador

Esta gráfica (Figura 14), muestra la productividad como variable dependiente del tiempo en el período Julio-Septiembre, del año inmediato anterior (2018), en la que se puede apreciar la confirmación de la tendencia que se ha venido presentando a lo largo de la investigación que indica que la productividad es variable con respecto a la producción (Ver tabla 54) y los incrementos del tiempo de producción no redundan en una mejora en las cantidades de vigas producidas, pero si incide sobre la productividad, nótese que cuando la producción se estabiliza, la productividad aumenta.

La producción total no sobrepasa las seis (06) vigas por día y el tiempo es relativamente alto, lo cual indica que la variable que más afecta es la producción. Nótese, que la línea verde representa la productividad medida con respecto al tiempo, esto es, el tiempo real de operación en el proceso con respecto al tiempo disponible por los seis operadores de la planta, es decir:

$$\text{Horas disponibles por trabajador al día} = 8 \text{ horas}$$

Tomando en cuenta que existen 4 operadores a tiempo completo y 1 operador labora media jornada dependiendo la producción en la planta para la fabricación de una viga IP se disponen 2160 minutos en relación a estos minutos disponibles restamos los minutos consumidos. Por tanto la productividad, bajo estos parámetros es:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Tiempo real}}{\text{Tiempo disponible}}$$

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para dar lugar al desarrollo de los resultados del presente trabajo de investigación, se considera los datos recabados en el estudio técnico vinculado con el proceso de prefabricado de vigas IP en la empresa “Metálicas Fernando”.

Proceso productivo en la Prefabricación de Vigas IP.

Se muestra en la figura 10 siguiendo un orden secuencial propio de los procesos; diagrama de flujo del proceso productivo de la empresa Metálicas Fernando en lo que respecta a la producción de Vigas IP, tanto tipo A como Tipo B, es importante tener en cuenta que dicho proceso obedece a una plataforma manual de producción y la demanda se registra siempre a contra pedidos (encargos). Para la empresa, el proceso productivo finaliza con el almacenaje de la pieza acabada, el despacho y la comercialización, no son parte de las actividades medulares que registra la compañía, toda vez que los clientes procesan la compra antes de la producción en si misma.

La consecución de los objetivos se alcanza mediante la fabricación de Vigas IP, pasa por un óptimo sistema de soldadura, por ello la figura 11 describe de forma ilustración el perfil de las Vigas IP que se producen en Metálicas Fernando. En ella se puede obtener información, sobre los lados de la misma, ellos deben ser paralelos al eje, y el grosor de cada fleje (o espesor, también llamado) debe ser de igual dimensión, por ejemplo.

Descripción de actividades del proceso de producción en la prefabricación de vigas IP tipo A y tipo B

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 el tiempo total en la que se realiza el proceso productivo y a la vez el porcentaje de cada actividad.

Esta descripción se lleva a cabo mediante los diagramas de flujo descriptivos de cada uno de los procesos que definen la fabricación de Vigas IP tipo A y B, como se muestra en la tabla 7, donde se describe el proceso de corte.

En él se puede identificar con claridad qué tipo de actividades o subprocesos están asociados al corte e identificar mediante que actividades generan un valor positivo o negativo dentro del proceso y a la categoría a la que pertenece con el porcentaje, En el diagrama de flujos de proceso de corte de viga tipo A, se identifica un total de 5 Operaciones con un tiempo de 6,77 minutos que pertenece al 93% dentro de la actividad, así también 1 de transporte con un tiempo de 0,53 con un 7% del total del tiempo consumido que es de 7,30 minutos. Mientras que la viga tipo B mantenemos un total de 5 Operaciones con un tiempo de 6,12 minutos que pertenece al 79% dentro de la actividad, así también 1 de transporte con un tiempo de 1,64 con un 21% del total del tiempo consumido que es de 7,76 minutos. Lo cual se puede observar mediante los datos obtenidos que las operaciones de los subprocesos tiene mayor influencia de consumo de tiempo siendo una actividad que genera valor dentro de la empresa, mientras que el transporte es un valor menor pero se puede optimizar este tiempo.

En la tabla 8, presenta las especificaciones estandarizadas del producto a obtener (Vigas) en cuanto a las partes que la conforman en términos de unidades de longitud en

el Sistema Internacional de medidas. Esta tabla, sirve también para indetificar las especificaciones de las dimensiones la viga tipo A y B.

La tabla 9 muestra el diagrama de flujo para el proceso de ensamblaje de las Vigas IP tipo A y B, detalla los tiempos referenciales que tarda en ejecutarse cada uno de los subprocesos involucrados con un total de 8 Operaciones cuyo tiempo de 37,77 minutos que pertenece al 80% dentro de la actividad, así también 3 de transporte con un tiempo de 8,76 con un 19% y 1 de control con 0,58 con un 1% con un total del tiempo consumido que es de 47,11 minutos . Mientras que la viga tipo B mantenemos un total de 8 Operaciones con un tiempo de 45,42 minutos que pertenece al 77% dentro de la actividad, así también 3 de transporte con un tiempo de 12,98 con un 22% y de 1 control con un 0,59 minutos y el 1%, el total del tiempo consumido que es de 59 minutos. De igual manera de acuerdo a los datos obtenidos se observa que las operaciones de los subprocesos tiene mayor consumo de tiempo siendo una actividad agrega valor dentro de la empresa, mientras que el transporte y control es un valor menor.

Se puede observar de igual manera que la figura 12 se describe en forma ilustrativa el proceso de soldadura eléctrica que se emplea para los procesos de ensamblaje y soldadura, respectivamente.

La tabla 10 es el diagrama de flujo de proceso de soldadura. Es importante señalar que el proceso de soldadura y ensamblaje son los más largos en términos de tiempo y en cantidad de actividades a desarrollar, esquemáticamente cada uno cuenta con 12 subprocesos . En esta tabla se detalla de la viga tipo A un total de 6 Operaciones con un tiempo de 99 minutos que pertenece al 91% ; 5 de transporte con un tiempo de 8,80 con un 8 % y finalmente 1 de control con 1,5 con un 1% con un total del tiempo de 109,3 minutos .En caso de la que la viga tipo B con un total de 6 Operaciones con un tiempo de 111,10 minutos que pertenece al 91%; 5 de transporte con un tiempo de 10,1 con un 8% y de 1 control con un 1,70 minutos y el 1%, el total del tiempo es de 122,90 minutos. dentro del diagrama se evidencia que la operación mantiene una

porcentaje mayor de tiempos dentro de este proceso, se refleja que el transporte aumenta por ser un proceso en el cual los operadores debe realizar repetitivamente el transporte de maquinaria el cual se puede disminuir su tiempo, 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.

Y por último en la tabla 11 se muestra el flujo de proceso para acabados que es la última etapa de la fabricación de Vigas, el cual cuenta con tan sólo cuatro subprocesos. Es el más corto en término de actividades y no así con respecto a la duración que tiene cada uno. Las actividades que se describen a la mencionada tabla, dan cuenta de la importancia de los subprocesos ya que de ellos depende la presentación final del producto obtenido.

En la viga tipo A existe un total de 3 operaciones con un tiempo de 40,60 minutos; 1 almacenaje cuyo tiempo estimado es de 2,12 minutos con un total de tiempo de 42,72 minutos. En la viga tipo B un total de 3 operaciones con un tiempo de 46,48 minutos; 1 almacenaje cuyo tiempo estimado es de 2,15 minutos con un total de 48,63. Siendo la operación con un porcentaje mayor al resto.

También en la tabla 12, de acuerdo con la descripción de los procesos, se muestra el cuadro SIPOC que es una esquematización técnica y logística de cada una de las etapas del hecho productivo, en donde se puede identificar de forma clara el flujo existente desde la materia prima hasta el producto terminado, pasando por los clientes y proveedores tanto internos, como externos. Es útil para identificar la interdependencia de los procesos vinculados a la producción de las Vigas IP de ambos tipos. En este caso, la logística se mantiene para ambos tipos de Vigas. En síntesis es un diagrama donde se va las entradas y salidas que se producen a lo largo de la producción.

Una vez definidos, los insumos conceptuales que generan claridad sobre los procesos que se llevan a cabo, se procede al análisis numérico respectivo, que desde el

punto de vista de la ingeniería son los que detallarán los procesos más tardíos y menos eficientes, tal vez en la producción de Metálicas Fernando.

Procesamiento y análisis de la información actual

Este apartado se inicia a partir de la tabla 13 que muestra la producción que registró la empresa entre los meses de enero y septiembre del año 2018, en la cual se puede observar que las Vigas IP Tipo B fueron las más demandadas y que la producción máxima de las mismas no superó las 75 unidades por mes. Al igual que las Vigas IP Tipo A, mostraron un tope de producción equivalente a 40 piezas en un mes, otro factor importante a analizar es que la demanda de las Vigas no es un factor constante, ni creciente con respecto al tiempo, lo evidente es que el mercado que abarca Metálicas Fernando requiere mayormente de Vigas IP Tipo B.

Partiendo de esos datos de producción, se procede a efectuar el estudio en campo donde se analizará cada uno de los subprocesos asociados a cada una de las etapas de la producción de la empresa, por tanto se tiene que:

Datos obtenidos en la observación del proceso de fabricación Vigas IP tipo A

Bajo la metodología propuesta por Meyers y Stephens se realizó la toma de 10 lecturas de tiempos de los diferentes procesos, las tomas de lecturas se realiza mediante la desviación estándar y el intervalo de confianza tomando como referencia la tabla 14 que es la distribución T de student para comprobar que el número de lecturas satisface el requerimiento.

En la tabla 15 para el proceso de corte de las Vigas IP Tipo A, se identifica la toma de lecturas con un total de 10, posterior a esto en la tabla 17 se determina el número de ciclos con sus tiempos respectivos, se realiza la media; con esta información realizamos la desviación estándar tomando la fórmula $\sqrt{((\sum T^2 - (\sum T)^2/N)/(N - 1))}$ una vez obtenida la desviación estándar se indentifica el intervalo de confianza

en donde utilizamos la fórmula $I_m = 2 t_{0,90} (S/\sqrt{N})$ para determinar el valor de t tomamos el tiempo que indica en la tabla 15 de acuerdo a la distribución T de Student; se determina el valor de I con su fórmula $I=2(0,05) T_m$, se relaciona I_m con I en donde nos dice Si la probabilidad de error (I_m) es mayor que el nivel de significancia se rechaza el número de lecturas. Si la probabilidad de error (I_m) es menor que el nivel de significancia se acepta la alternativa del número de lecturas, de acuerdo a los datos obtenidos que se realiza a cada proceso aplicando las fórmulas se observa que todos satisfacen el número de lecturas con un total de 10 tanto para el proceso ensamble, soldadura y acabado metálico de la viga tipo A y B (Ver tablas desde la 15 hasta la tabla 30).

Estudio de tiempos

El estudio de tiempos son operaciones matemáticas que usan herramientas de la ingeniería industrial para estimar los tiempos de duración de una actividad determinada, estimar sus desviaciones y retrasos. Además se ofrecen insumos que están representados por:

La tabla 31 indica las consideraciones laborales para los tiempos perdidos, es la representación que indica por parte de la Organización Internacional del Trabajo y que sirven de insumo fundamental para el cálculo de la tolerancia del tiempo perdido en una jornada laboral por trabajador, se considera la habilidad de un individuo para la realización de una tarea específica, el esfuerzo que se realiza para llevar a cabo una determinada actividad, las condiciones laborales y la consistencia del trabajo.

La valoración del ritmo de trabajo, se describe en la tabla 32, la cual es específica para cada etapa de una producción y está relacionada directamente con cada actividad.

Posteriormente se puede obtener información de cómo se calcula el tiempo estándar, uno de los factores a tener en cuenta para el cálculo del tiempo estándar, es la tolerancia (Ver Tabla 33), es una estimación procedente de estudios de la Organización

Internacional del Trabajo (OIT), se define una jornada de 480 minutos al día, que representa las ocho (08) horas laborales y la cantidad de operarios disponibles en el proceso productivo. La tolerancia igualmente es única por proceso y depende de los factores de la valoración del trabajo y el tiempo normal de ejecución de una actividad.

Estudios de tiempo aplicado a los procesos de fabricación de las Vigas IP

En la tabla 34 se observa en el proceso de corte de la viga tipo A la determinación del tiempo normal que es de 6,54 minutos con una tolerancia de 0,785 minutos; el tiempo normal sumado la tolerancia determina el tiempo estándar del proceso que es 7,33 minutos; en el proceso de la ensamble en la tabla 36 se obtiene un tiempo normal de 42,06 minutos con una tolerancia de 5,05 minutos con un total de tiempo estándar de 47,106 minutos, mientras en el proceso de la soldadura en la tabla 38 cuyo tiempo normal es de 97,60 con la tolerancia de 11,712 minutos y el tiempo estándar de 109,316 minutos ; en la tabla 40 para finalizar el proceso de acabado metálico mantenemos los siguientes datos como tiempo normal 38,49 minutos una tolerancia de 4,234 minutos y tiempo estándar total de 42,72.

En proceso de prefabricación de la viga tipo B en la tabla 42 se observa en el proceso de corte la determinación del tiempo normal que es de 6,93 minutos con una tolerancia de 0,831 el tiempo estándar del proceso que es 7,76 minutos; en el proceso de la ensamble en la tabla 44 se obtiene un tiempo normal de 52,68 minutos con una tolerancia de 6,321 minutos con un total de tiempo estándar de 58,99 minutos, mientras en el proceso de la soldadura en la tabla 46 cuyo tiempo normal es de 109.70 con la tolerancia de 13,16 minutos y el tiempo estándar de 122,86 minutos ; en la tabla 48 para finalizar el proceso de acabado metálico mantenemos los siguientes datos como tiempo normal 43,81 minutos una tolerancia de 4,82 minutos y tiempo estándar total de 48,63.

Comparativa entre los tiempos de los subprocesos de Viga IP tipo A y B

Las tablas desde la 49 a la 52 muestran una comparación porcentual de la diferencia de los tiempos que hay entre las actividades de cada proceso para los dos tipos de Vigas.

En ellas se puede observar que la diferencia siempre es a favor de la fabricación de las Vigas IP Tipo B, de acuerdo a los tiempos, es la viga con mayor tiempo de fabricación como nos indica en la tabla 53 un resumen de los tiempos estándar y la duración de cada proceso, se determina que la Viga IP Tipo requiere 206,44 minutos para fabricarla y la Tipo B 238,26 minutos, es decir 31,81 más que la Viga IP Tipo A.

En la figura 13 es la representación gráfica de la tabla 53 donde nos muestra que el proceso de soldadura es el que mayor tiempo consume.

Productividad

Por otra parte y como elementos para el cálculo de la productividad se recogieron los datos relativos a la producción global diaria de cada día entre el trimestre comprendido de Julio a Septiembre del 2018 (Ver Tabla 54) y se puede observar que la productividad mínima está por el orden del 43% mientras que la máxima sobrepasa el 100%, es un comportamiento dispar y no una tendencia sostenida en el proceso tal como se puede apreciar en la figura 14 que relaciona la productividad con la producción y los tiempos requeridos para la misma.

Si se aplica el coeficiente de correlación de Pearson, se obtiene lo representado en la figura 14, que da respuesta a la incógnita planteada en la hipótesis donde se concluye que la productividad es un hecho matemático que está directamente relacionado con la producción, en tal sentido se tiene que; a mayor producción mayor productividad.

Comparación con estudios similares

Una investigación realizada en México tuvo como objetivo fundamental el aplicar la metodología del Estudio de Tiempos, esto con el fin de determinar el tiempo estándar

para llevar a cabo la implementación de ayudas visuales actualizadas, las cuales ayuden a los trabajadores de las empresas manufactureras a poder realizar su trabajo de una manera mas eficiente y fácil de llevar a cabo. La empresa en la que se aplico esta metodología fue la planta G.E. INTERLOGIX, la cual se encarga de la fabricación de alarmas y dispositivos de seguridad (Coronado, 2008).

Este estudio demuestra lo que se intenta describir en la investigación sobre Metálicas Fernando y se refiere que los tiempos estándar son los idóneos para estudiar procesos ya que los mismos consideran de forma objetiva las pérdidas, producto de la actividad humana y las necesidades cotidianas.

Por otra parte se tiene que en Guatemala, se realizó un estudio de investigación es de tipo experimental y presenta un estudio de tiempos y movimientos realizado en una empresa que elabora cortes Típicos en el municipio de Salcaja, Quetzaltenango. Se determinó como el estudio de tiempos y movimientos ayuda a alcanzar la productividad, ya que la mayoría de estas empresas trabajan de forma empírica, no entregando a tiempo los pedidos que les son solicitados (Rivera, 2014).

En el sentido expuesto de la anterior investigación se da cuenta la importancia de los estudios de tiempo para mejorar la productividad y lograr estandarizar los procesos asociados al hecho de producción, así como la disminución de las mermas de materia prima. Por tanto, la relación se manifiesta en que los estudios de tiempo son útiles para determinar las debilidades en un procesos y propender a su mejora. En este caso, se empleó para analizar y diagnosticar la situación general de una línea de producción.

Comprobación de la hipótesis

- ✓ **Hipótesis nula:** El proceso productivo de vigas IP no incide en la productividad de la empresa.
- ✓ **Hipótesis alternativa:** El proceso productivo de vigas IP si incide en la productividad de la empresa.

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:

Coeficiente de correlación de Karl Pearson

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.

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 55

Tabla 55. . Grado de relación según coeficiente de correlación

Coeficiente	Interpretación
$r = 1$	Correlación perfecta
$0.80 < r < 1$	Muy alta
$0.60 < r < 0.80$	Alta
$0.40 < r < 0.60$	Moderada
$0.20 < r < 0.40$	Baja
$0 < r < 0.20$	Muy baja
$r = 0$	Nula

Fuente: (Jimenez Cornejo, 2018)

Elaborado por: El investigador

Como se muestra conforme la tabla 55 Los valores comparativos del coeficiente de correlación de Pearson, el indicador calculado de $R^2 = 0,94$ corresponde a una correlación positiva alta entre las variables. Se comprueba la funcionalidad de la hipótesis alterna planteada:

$$y = 0,0012x - 0,3363$$

$$R^2 = 0,9466$$

Hipótesis alternativa: El proceso productivo de vigas IP si incide en la productividad

de la empresa.

A continuación se expone el gráfico lineal de los puntos de X y Y.

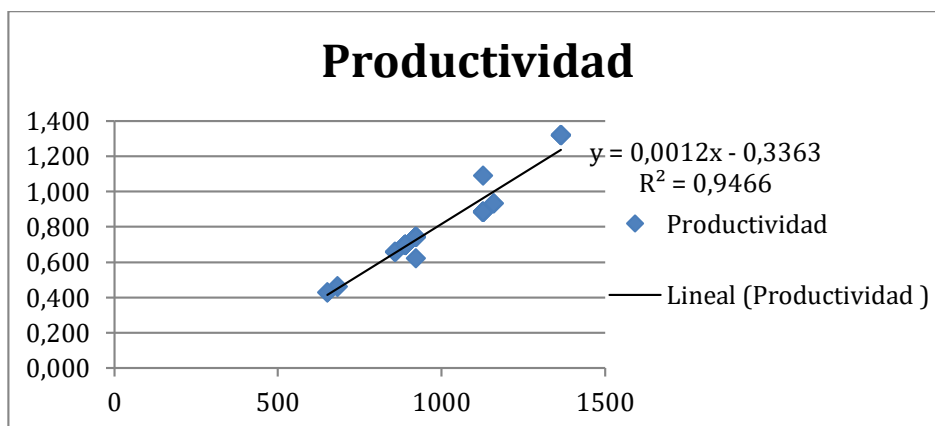


Figura 15. Productividad

Elaborado Por: El investigador.

Con los resultados obtenidos en la figura 15, se deduce que existe una relación lineal fuerte entre las variables. La relación es positiva porque a medida que una variable aumenta, la otra variable también aumenta. se comprueba la, relación directamente proporcional que hay entre la producción y la productividad en la fabricación de Vigas IP Tipo A y Tipo B.

De igual manera con el análisis de la tabla 55 se realizó un cálculo de productividad relacionando los tiempos disponibles y útiles en el proceso productivo. En concreto, la gráfica demuestra que a medida que se incrementa la producción, la variable productividad también sufre un incremento y la línea de tendencia lleva consigo una correlación fuerte por encima del 0,95.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La situación actual de la Empresa Metálicas Fernando, es propio de una micro empresa en desarrollo, a través de la investigación se identifico los procesos y subprocesos para la fabricación de vigas IP siendo estos; proceso de corte, proceso de ensamblaje, proceso de soldadura y proceso de acabado.
- El establecimiento del diagrama de flujo del proceso de ensamblaje permitió determinar las actividades de operación, transporte, espera, inspección y almacenamiento; en cada uno de ellos, se pudo calcular los tiempos estándar para las vigas tipo A con un total de 206,44 minutos y la viga tipo B es de 238,26 minutos; cabe anotar que el tiempo más prolongado fue en el proceso de soldadura tanto como para la viga tipo A y B con un porcentaje superior al 50% que se evidencia en la tabla 53.
- De acuerdo con el método estadístico de coeficiente de correlación de Pearson se obtuvo una correlación muy alta entre las variables de estudio con un valor $R^2=0,95$ con una pendiente positiva. Por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa; El proceso productivo de vigas IP si incide en la productividad de la empresa.

Recomendaciones

Luego del presente estudio, se recomienda como parte del enriquecimiento de la investigación, en futuras ocasiones, abordar los aspectos siguientes:

- Incorporar el estudio de tiempos que se ha desarrollado en el presente trabajo, de manera que el desempeño del proceso de prefabricado de vigas IP pueda optimizarse; aprovechando y potencializando los recursos y herramientas con las que cuenta la empresa Metálicas Fernando.
 - Reducir los tiempos en el proceso de soldadura de vigas con el fin de hacerlo más eficiente y aumentar la producción de vigas IP
- 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.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Anchatuña, B. (2017). *Análisis del Proceso de inspección cruda - esmaltado cerámico de la empresa Edsa, S.A. y su incidencia en la productividad*. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad Indoamericana.
- Coronado, J. (2008). *Determinación del tiempo estándar para la determinación de las ayudas visuales en una línea de producción de una empresa manufacturera*. Navajoa, Sonora, México: Instituto tecnológico de Sonora.
- Espinoza, A. (junio de 2011). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA FABRICACIÓN DE VIGAS METÁLICAS*. Recuperado el 19 de 12 de 2018, de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/7917/1/47779_1.pdf
- Estrella . (2018). *Estudio del Proceso de embochado y su incidencia en la productividad de la empresa San Marcos en la Provincia de Cotopaxi*. Recuperado el 29 de octubre de 2018, de <http://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/751/1/Estrella%20Paz%20Shylmar%20Espartaco.pdf>
- Francisco, G. B. (2015). *metodologia eficiente para optimizacion de protico industriales en vigas armadas*. Obtenido de digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/.../1/TD_FranciscoJavierGonzalezBlanco.pdf
- Hernandez, F. B. (1994). *Metodología de la Investigación*. Colombia: McGraw-Hill.
- HERRERA, C. (01 de DICIEMBRE de 2018). *VIGA IPE*. Obtenido de VIGAS IPE 300: <http://www.carlosherrera.cl/productos/viga-ipe-300/>
- Jimenez Cornejo, D. (30 de 05 de 2018). *COEFICIENTE DE PEARSON*. Obtenido de <https://www.tesiseinvestigaciones.com/estadiacutesticos-descriptivos/coeficiente-de-pearson>
- Jimenez, d. (18 de octubre de 2012). *Un diagrama de los mas util para mapeo de procesos*. Obtenido de <https://www.pymesycalidad20.com/sipoc-un-diagrama-de-lo-mas-util-para-mapeo-de-procesos.html>
- Mercedes, C. A. (16 de Junio de 2012). *Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4054232.pdf>

- Meyers, F., & Stephens, M. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales* (Tercera Edición ed.). Distrito Federal, México, México: Pearson Educaion.
- MIDEPLAN. (JUNIO de 2009). *Guía para la Elaboración de Diagramas de Flujo*. Recuperado el 15 de NOVIEMBRE de 2018, de <https://pnlytalentohumano.files.wordpress.com/2015/10/guia-para-la-elaboracion-de-flujogramas.pdf>
- Miniguano, E. (Junio de 2016). *Estadística en Investigación*. Recuperado el 12 de 08 de 2019, de <https://estadisticaeninvestigacion.wordpress.com/distribucion-t-de-student/>
- Naranjo. (05 de Septiembre de 2010). *Centro de Investigaciones Económicas y de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa*. Recuperado el 05 de Septiembre de 2018, de <https://www.flacso.edu.ec/portal/pnTemp/PageMaster/frgexoqabz7gclf0nzkhs012x1yhhf.pdf>
- NOVACERO. (2016). *TRANSFORMACIÓN DEL ACERO*. Recuperado el 19 de 12 de 2018, de SISTEMAS ESTRUCTURALES: <http://fedimetal.com.ec/wp-content/uploads/2017/07/NOVACERO.pdf>
- Organización Internacional del Trabajo. (2017). *Consideraciones de una jornada laboral moderna*. Ginebra, Suiza: OIT.
- Proecuador. (Mayo de 2018). *Negocios Sin Fronteras*. Recuperado el 28 de Octubre de 2018, de <https://www.proecuador.gob.ec/metalmecanica-y-automotriz/>
- Quillupangui Asimbaya, D. R. (Enero de 2014). *Estandarización de los Procesos de Fabricación*. Obtenido de Estandarización de los Procesos de Fabricación: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/7295>
- Ramirez, A. (2 de mayo de 2018). *Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción*. Recuperado el 8 de octubre de 2018, de Ingeniería Sostenible: <http://www.fimcp.espol.edu.ec/>
- Ramirez, H. (17 de Mayo de 2017). *Virtual Pro*. Recuperado el 28 de Octubre de 2018, de Procesos Industriales:

<https://www.revistavirtualpro.com/revista/automatizacion-y-control-de-procesos-segunda-entrega/3>

- Risquez de Morales, G. (1999). *Metodología de la Investigación I: Manual teórico-práctico*. PROEDUCA.
- Rivera, E. (2014). *Estudios de tiempos y movimientos para alcanzar la productividad en la elaboración de cortes típicos en el municipio Salcajá*. Quetzaltenango, Guatemala: Universidad Rafael Landívar.
- Rodríguez Coronado, J. (Diciembre de 2008). *DETERMINACIÓN DEL TIEMPO ESTANDAR*. Obtenido de http://biblioteca.itson.mx/dac/sl/tesis/257_javier_rodriguez.pdf
- Sabino, C. (1995). *El proceso de Investigación*. Caracas: PANAPO.
- Sevilla, A. (2017). La Productividad. *Economipedia*.
- Tiscornia, E. Ó. (05 de Mayo de 2009). *Virtual Pro Procesos industriales*. Recuperado el 28 de Octubre de 2018, de Procesos industriales: <https://www.revistavirtualpro.com/revista/optimizacion-de-procesos-industriales/2>
- Vargas Cordero, Z. R. (Enero de 2009). *LA INVESTIGACIÓN APLICADA: NA FORMA DE CONOCER LAS REALIDADES CON EVIDENCIA*. Recuperado el lunes de noviembre de 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>
- Vargas, Z. (8 de Junio de 2009). La Investigación aplicada: una forma de conocer realidades con evidencia científica. *Revista Educación*(33), 165.

ANEXOS

Anexo 1. Valoración del ritmo de trabajo para el proceso de Ensamblaje de Vigas IP Tipo A

%R : Valoración del ritmo de trabajo							
# Elementos	Habilidad	Esfuerzo	Condicion	Consistencia	Calificación (fc)	Total	%R
1	0	0,05	0,05	0,05	0,15	1,15	115
2	0,1	-0,05	0,05	0,05	0,15	1,15	115
3	0,1	0,1	0,05	0,05	0,3	1,3	130
4	0,1	0,15	0,05	0,05	0,35	1,35	135
5	0,15	0	-0,05	0,05	0,15	1,15	115
6	0,1	-0,05	0	0,05	0,1	1,1	110
7	0	0	0,05	0,05	0,1	1,1	110
8	0,05	0	-0,05	0,05	0,05	1,05	105
9	0	0	0	0,05	0,05	1,05	105
10	0,1	0,05	0	0,05	0,2	1,2	120
11	0,05	0,05	0	0,05	0,15	1,15	115
12	0	0	-0,05	0,05	0	1	100

Fuente: El Investigador.

Anexo 2. Valoración del ritmo de trabajo para el proceso de Soldadura de Vigas IP Tipo A

%R : Valoración del ritmo de trabajo							
# Elementos	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Calificación (fc)	Total	%R
1	0	0,05	-0,05	0	0	1	100
2	0,05	0	-0,05	0,05	0,05	1,05	105
3	0,05	0	0,05	0,05	0,15	1,15	115
4	0,1	0,05	0,05	0,05	0,25	1,25	125
5	0	0,05	-0,05	0,05	0,05	1,05	105
6	0,1	-0,05	0,05	0,05	0,15	1,15	115
7	0	0	-0,05	0,05	0	1	100
8	0,1	-0,05	0,05	0,05	0,15	1,15	115
9	0	0,05	0	0,05	0,1	1,1	110
10	0,1	-0,05	0,05	0,05	0,15	1,15	115
11	0,1	-0,05	0,05	0,05	0,15	1,15	115
12	0,05	0,05	0	0,05	0,15	1,15	115

Fuente: El Investigador.

Anexo 3. Valoración del ritmo de trabajo para el proceso de Acabados de Vigas IP Tipo A

%R : Valoración del ritmo de trabajo							
# ELEMENTO	Habilidad	Esfuerzo	Condicion	Consistencia	Calificación (FC)	TOTAL	%R
1	0,1	0	0,05	0,05	0,2	1,2	120
2	0,1	-0,05	0,05	0,05	0,15	1,15	115
3	0,1	0,1	0,05	0,05	0,3	1,3	130
4	0	0,15	0,05	0,05	0,25	1,25	125
5	0,15	0	0	0,05	0,2	1,2	120
6	0,1	-0,05	0,05	0,05	0,15	1,15	115

Fuente: El Investigador.

Anexo 4. Valoración del ritmo de trabajo para el proceso de Corte de Vigas IP Tipo B

%R : Valoración del ritmo de trabajo							
# ELEMENTOS	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Calificación (FC)	TOTAL	%R
1	0,1	0	0,05	0,05	0,2	1,2	120
2	0,1	-0,05	0,05	0,05	0,15	1,15	115
3	0,1	0,1	0,05	0,05	0,3	1,3	130
4	0	0,15	0,05	0,05	0,25	1,25	125
5	0,15	0	0	0,05	0,2	1,2	120
6	0,1	-0,05	0,05	0,05	0,15	1,15	115

Fuente: El Investigador.

Anexo 5. Valoración del ritmo de trabajo para el proceso de Ensamblaje de Vigas IP Tipo B

%R : Valoración del ritmo de trabajo							
# Elementos	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Calificación (fc)	Total	%R
1	0	0,05	0,05	0,05	0,15	1,15	115
2	0,1	-0,05	0,05	0,05	0,15	1,15	115
3	0,1	0,1	0,05	0,05	0,3	1,3	130
4	0,1	0,15	0,05	0,05	0,35	1,35	135
5	0,15	0	-0,05	0,05	0,15	1,15	115
6	0,1	-0,05	0	0,05	0,1	1,1	110
7	0	0	0,05	0,05	0,1	1,1	110
8	0,05	0	-0,05	0,05	0,05	1,05	105
9	0	0	0	0,05	0,05	1,05	105
10	0,1	0,05	0	0,05	0,2	1,2	120
11	0,05	0,05	0	0,05	0,15	1,15	115
12	0	0	-0,05	0,05	0	1	100

Fuente: El Investigador.

Anexo 6. Valoración del ritmo de trabajo para el proceso de Soldadura Vigas IP Tipo B

%R : Valoración del ritmo de trabajo							
# Elementos	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Calificación (fc)	Total	%R
1	0	0,05	-0,05	0,05	0,05	1,05	105
2	0,05	0	-0,05	0,05	0,05	1,05	105
3	0,05	0	0,05	0,05	0,15	1,15	115
4	0,1	0,05	0,05	0,05	0,25	1,25	125
5	0	0,05	-0,05	0,05	0,05	1,05	105
6	0,1	-0,05	0,05	0,05	0,15	1,15	115
7	0	0	-0,05	0,05	0	1	100
8	0,1	-0,05	0,05	0,05	0,15	1,15	115
9	0	0,05	0	0,05	0,1	1,1	110
10	0,1	-0,05	0,05	0,05	0,15	1,15	115
11	0,1	-0,05	0,05	0,05	0,15	1,15	115
12	0,05	0,05	0	0,05	0,15	1,15	115

Fuente: El Investigador.

Anexo 7. Valoración del ritmo de trabajo para el proceso de Acabados Vigas IP Tipo B

%R : Valoración del ritmo de trabajo							
# ELEMENTOS	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Calificación (FC)	TOTAL	%R
1	0,1	0	0,05	0,05	0,2	1,2	120
2	0,1	0	0,05	0,05	0,2	1,2	120
3	0,1	0,1	0,05	0,05	0,3	1,3	130
4	0	0,15	0	0,05	0,2	1,2	120

Fuente: El Investigador.