

Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña

Facultad de Ciencias y Tecnología

Escuela de Ingeniería Industrial

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”



Trabajo de grado presentado por:

Melitza Jaime Alcántara

Eliza A. Florián Matos

Para la obtención del grado de:

Ingeniero Industrial

Santo Domingo, D.N.

2020

INDICE

DEDICATORIAS	6
AGRADECIMIENTOS	7
PRIMERA PARTE: GENERALIDADES	9
CAPITULO I: MARCO INTRODUCTORIO	10
1.1 Introducción	10
1.2 Justificación	11
1.3 Objetivos	12
1.3.1 Objetivo general	12
1.3.2 Objetivos específicos	12
1.4 Motivación	13
CAPITULO II: MARCO TEORICO	14
2.1 Base teórica	14
CAPITULO III: MARCO CONCEPTUAL	19
3.1 Descripción de la empresa	19
3.1.1 Misión	20
3.1.2 Visión	20
3.1.3 Valores	20
3.2 Descripción del problema	21
3.3 Proyectos similares	21
3.4 Formulación del problema	24
3.5 Alcance	24
3.6 Límites	25
CAPITULO IV: MARCO METODOLOGICO	26
4.1 Diseño de la investigación	26
4.2 Elección de muestra	26
4.3 Herramientas y técnicas	27
4.4 Metodología de investigación	30
4.4.1 Metodología cuantitativa	30
4.4.2 Metodología cualitativa	30

SEGUNDA PARTE: DESARROLLO DEL PROYECTO	32
CAPITULO V: ESTUDIO TECNICO.....	33
5.1 Situación actual.....	33
5.1.1 Diagrama de flujo de operaciones.....	34
5.1.2 Descripción de los procesos de la máquina FTB	35
5.1.3 Análisis de operaciones de la línea de producción.....	35
5.1.4 Diagrama de operaciones	37
5.1.5 Procesos de la línea de producción.....	39
5.1.6 Historial de paradas de la máquina FTB 2018 - 2019.....	40
5.1.7 Gráfico de barras.....	42
5.1.8 Gráfico de pastel	43
5.1.9 Diagrama de Pareto	45
5.1.10 Diagrama de Ishikawa.....	47
5.1.10.1 Análisis de los 5 por qué	47
5.1.11 Estándares de tiempo	49
5.1.11.1 Número de observaciones a realizar.....	49
5.1.11.2 Estudio de tiempos	50
5.1.12 Productividad.....	52
5.1.12.1 Disponibilidad.....	54
5.1.12.2 Rendimiento.....	56
5.1.12.3 Calidad	56
5.1.12.4 Eficiencia productiva	58
CAPITULO VI: PROPUESTA.....	59
6.1 Introducción.....	59
6.2 Posibles soluciones.....	60
6.3 Accesorios y requerimientos del equipo	69
CAPITULO VII: EVALUACION ECONOMICA.....	70
7.1 Presupuesto	70
7.2 Análisis de la inversión	75
7.3 Costos de operaciones.....	76
7.4 Valor actual neto.....	78
CAPITULO VIII: CONSIDERACIONES	80

8.1 Conclusión -----	80
8.2 Recomendaciones -----	81
FUENTES BIBLIOGRÁFICAS:-----	83
ANEXOS-----	85

**“Propuesta para la mejora de procesos de la
máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de
productividad en una línea de producción en una
empresa de manufactura”**

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

DEDICATORIAS

Les dedico este trabajo de grado a mis padres Ramón Jaime y Maritza Alcántara por su apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera, por ser mi soporte para seguir adelante, por estar ahí en todo momento en especial los más difíciles para ayudarme a continuar de pie.

Agradezco a mis hermanos, en especial a Andreina Jaime y Maireny Jaime por ser mi ejemplo a seguir, por brindarme su apoyo para que hoy en día pueda alcanzar mis metas y enseñarme que todo lo que te propones en la vida puedes lograrlo con constante dedicación, disciplina y perseverancia.

Melitza Jaime

Con todo amor y cariño, le dedico este trabajo de grado a mis padres Elizardo Florián y Adela Matos quienes siempre han estado para brindarme su apoyo, por su sacrificio y esfuerzo para que yo culminara esta meta, por su confianza y creer en mi capacidad.

A mi esposo querido Hernie Moreta quien me ha demostrado simpatía, amor y comprensión en todo momento durante este camino.

A mis hermanos quienes han estado también dándome apoyo, amabilidad y solidaridad durante todo el transcurso de mi formación profesional.

Eliza Florián

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, le doy gracias a Dios por darme las fuerzas y la salud necesaria para alcanzar este logro, por permitir mi firmeza durante esta trayectoria a pesar de las adversidades presentadas a lo largo de este gran esfuerzo que comprendió mi carrera.

A mis padres Ramón Jaime y Maritza Alcántara por ser de gran apoyo durante este proceso, quienes han sido mi inspiración y fortaleza para mantenerme firme, quienes me han brindado palabras de aliento cuando lo necesite en los momentos de mayor dificultad.

A mis compañeros de clases: Alejandro De León, Samuel Sánchez, Lisbeth Peña, Valquiza Mármol y William Caraballo, quienes compartieron conmigo en los altos y bajos momentos, quienes me levantaron en mis caídas y que hoy en día se convirtieron en los hermanos que me regalo la universidad.

A mi compañera de tesis Eliza Florian por compartir sus experiencias, trabajos y por la oportunidad de culminar este logro.

A todos los profesores de la UNPHU, quienes me abrieron las puertas y me facilitaron los medios para continuar mi plan de estudio, porque a través de sus enseñanzas me instruyeron de una manera satisfactoria para alcanzar un nivel profesional.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

Y, por último, no menos importante a nuestro asesor de tesis Marcelino Paniagua por su dedicación, enseñanza y apoyo incondicional durante este proyecto.

Melitza Jaime

Agradezco a Dios con todo mi corazón por haberme permitido levantarme cada día y darme las fuerzas necesarias para alcanzar esta meta en el tiempo que establecí para la misma, sobre todo por permitirme estar en salud en cada fase de este trayecto.

A mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto al cual me he enfrentado, a mi compañera Melitza Jaime que con su acompañamiento hemos logrado esta meta, a todos mis compañeros de clases quienes han estado en cada momento para apoyarnos unos con otros con mucho amor, a la UNPHU por brindarme un espacio en el cual nos pudimos desenvolver sanamente para obtener buenos resultados y a nuestro asesor Marcelino Paniagua quien con toda su paciencia, dedicación y amabilidad estuvo ahí para el desarrollo de este proyecto.

Eliza Florián

“8 Porque mis pensamientos no son vuestros pensamientos, ni vuestros caminos mis caminos, dijo Jehová.

9 Como son más altos los cielos que la tierra, así son mis caminos más altos que vuestros caminos, y mis pensamientos más que vuestros pensamientos.”

Isaías 55:8-9

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

PRIMERA PARTE: GENERALIDADES

CAPITULO I: MARCO INTRODUCTORIO

1.1 Introducción

Mejorar los procesos es una decisión buena y válida para todas las empresas que desean obtener un resultado significativo. Para alcanzar lo que muchos llaman ‘servicio completo’ o de ‘alta conformidad y satisfacción’, es preciso tomar decisiones que apunten hacia una optimización estratégica de la cadena de valor, es decir, que apunten a un modelo teórico que permite describir el desarrollo de las actividades de una organización empresarial generando valor al producto final.

Por otro lado, la productividad en la empresa es un factor que no se puede descuidar y en algunos casos no se le presta la atención necesaria. Todas las empresas tienen como meta producir lo máximo y mejor posible, esforzarse para eso debería ser una prioridad. Cada empresa debe saber con exactitud cómo se comporta su productividad, en qué se basa y en qué fallan. La productividad puede ser tan importante como el rendimiento económico de la empresa.

Por ello, a lo largo de las últimas décadas se han desarrollado numerosos métodos que permiten optimizar las distintas fases de este tipo de procesos y logren de manera efectiva una mejora de procesos, considerando que teniendo el control de la productividad obtendremos una visión clara y precisa.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

En este trabajo desarrollaremos una solución para ser ejecutada y lograr el máximo rendimiento de la máquina FTB (Frame to Base), implementando la aplicación de los estándares internacionales ISO 13849-1 y IEC 62061 (2006), lo cual nos permitirá un mayor alcance de tiempo de actividad y aumento de productividad.

1.2 Justificación

Para una empresa de manufactura, la productividad y la máxima eficiencia de sus líneas de producción es de vital importancia ya que determinan las ganancias de la empresa. La “productividad” se define como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En esta empresa se considera más que importante este término, por lo que nos basamos en encontrar una manera de que ésta sea incrementada a través de la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base), la cual generaría una ganancia alrededor de US\$ 5,550,000 mensuales, permitiendo así a la empresa alcanzar el 95% de la meta establecida.

La eficiencia de la máquina FTB (Frame to Base) es para satisfacer la demanda de la línea y mantener un funcionamiento óptimo en el flujo de trabajo como del producto, disminuir costo y el riesgo de seguridad.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Mejorar la productividad de la máquina FTB (Frame to Base) de una línea de producción en una empresa de manufactura.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar la situación actual de la línea de producción.
- Identificar las principales causas del problema.
- Proponer una solución para la mejora de productividad de la máquina FTB (Frame to Base).
- Calcular la factibilidad económica del proyecto.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

1.4 Motivación

Como ingeniera industrial, mi gran deseo es desenvolverme en el mundo laboral desempeñando funciones que van acorde a mi área. Con el desarrollo de este trabajo buscamos el crecimiento de esta empresa para que ésta pueda alcanzar un mayor rendimiento de manera que minimice los costos y aumente sus ingresos. Queremos encontrar una solución para mejorar la productividad de una maquinaria y que nos permita lograr una optimización de recursos, a través de esto, alcanzar una posición mayor en el mercado, conseguir un cambio significativo y a la vez considerable para la empresa.

Eliza A. Florian Matos.

La manufactura es el proceso de producción o fabricación de un producto, donde hay un proceso de transformación. El ingeniero industrial observa a la manufactura como un mecanismo para la transformación de materiales en artículos útiles para la sociedad. Este proyecto me permite desarrollar una mejora en el área de manufactura, que puede ser capaz de generar ganancias para la empresa, esto es un importante factor de crecimiento profesional y tener la oportunidad de demostrar mi capacidad y conocimientos adquiridos a lo largo de nuestra carrera es de gran satisfacción.

Melitza Jaime Alcántara.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 Base teórica

Línea de producción: conjunto de operaciones secuenciales en las que se organiza un proceso para la fabricación de un producto. (seampedia, 2018).

Ensamble: es unir dos o más partes entre sí para formar un conjunto o subconjunto completo. (Slideshare, 2013).

Breaker: elemento que permite abrir o cerrar un circuito en tensión, interrumpiendo o estableciendo una circulación de intensidad. Opera bajo el control de la protección y su apertura, coordina con las de otros interruptores, permite aislar el punto en que ha ocurrido la falla. (Scribd, 2017).

Productividad: es un concepto afín a la economía que se refiere a la relación entre la cantidad de productos obtenida mediante un sistema productivo y los recursos empleados en su producción. En este sentido, la productividad es un indicador de la eficiencia productiva. (Significados.com, 2019).

Demanda: cantidad total de un bien o servicio que el consumidor desea adquirir. (Economipedia, 2015).

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

Downtime o tiempo inactivo: es aquel período durante el cual un sistema no se puede operar, por estar sometido a mantenimiento, como resultado de mal uso o por otros motivos. (Admtools, 2018).

Overall Equipment Efficiency (OEE): es un indicador que mide la eficacia de la maquinaria industrial, y que se utiliza como una herramienta clave dentro de la cultura de mejora continua. (Sistemasoe, 2016).

Takt time: cadencia o ritmo por el cual un producto debería ser fabricado para satisfacer la demanda del cliente. (Universitat Politècnica de València, 2014)

Estándar internacional ISO 13849-1: seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Principios generales para el diseño. (ISO 13849-1:2015).

Estándar internacional IEC 62061 (2006): seguridad de las máquinas. Seguridad funcional de sistemas de mando eléctricos, electrónicos y electrónicos programables relativos a la seguridad. (Ratificada por AENOR en septiembre de 2005).

Estándar internacional ISO 13849-2 (2013): seguridad de las máquinas. Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad. Validación. (ISO 13849-2:2012).

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

Rendimiento o Yield: es la relación entre el trabajo que nos resulta útil y todo el trabajo que tenemos que realizar en el mismo tiempo para lograr esa utilidad. Rendimiento es igual a energía.

Disponibilidad: capacidad de un elemento de encontrarse en un estado para desarrollar una función requerida bajo unas condiciones determinadas en un instante dado, asumiendo que se proveen los recursos externos requeridos. (UNE-EN 13306 de Febrero 2002).

Máquina FTB (Frame to Base): esta máquina está basada en atar los breaker, presiona el bimetálico o Krad contra la base en su primera estación y pasa a una segunda estación aplicando una inyección de grasa o lubricante en los puntos indicados. (Eaton Corporation).

Bimetálico: un sensor bimetálico es un dispositivo que está compuesto por dos láminas de metal, cada una de diferente material con diferentes características. Estas láminas monitorean los cambios de temperatura y dependiendo del calor que pase por ellas se pueden contraer o expandir. (Frank Mecafenix).

Simulación: la simulación por ordenador intenta modelizar sistemas reales o hipotéticos por ordenador de forma que su funcionamiento puede ser estudiado y podemos predecir su comportamiento. (Facultat d'Informàtica de Barcelona).

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

Bines: contenedores donde se colocan los materiales.

Diagrama de operaciones: es una representación gráfica simbólica de la elaboración de un producto o servicio que muestra las operaciones e inspecciones que estas efectúan y las relaciones posteriores cronológicas, además de los materiales que se utilizan en la ejecución de los mismos. (Josefina Pacheco, 5/04/19).

Diagrama de flujo: es una representación gráfica de un proceso. Se trata de representar los pasos que sigue un proceso desde que inicia hasta que se termina y para ello se utiliza una serie de elementos visuales que te ayuden a dibujar cada paso que sigue un proceso. (Iván Torres, gestión empresarial, ISO 9001).

Cuello de botella: se denomina a todo elemento que disminuye o afecta el proceso de producción en una empresa. (UPN, 7/12/16).

Lay-Out: esquema de distribución de los elementos dentro un diseño. (Significados.com, 07/08/2015).

Cradle: parte del breaker que se utiliza para el enganche mecánico. (EATON Corporation).

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

Handle: parte del breaker donde el usuario enciende o apaga el dispositivo de seguridad. (EATON Corporation).

SCRAP: es el material que es dañado o afectado en la línea de producción, y se descarta. (EATON Corporation).

MRN: es el material con defectos de fábrica y se descarta. (EATON Corporation).

Tiempo estándar: es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación. Se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estudio de tiempos. (Estudio del trabajo 1, Instituto Tecnológico de Tijuana).

Suplementos: o tiempos suplementarios, se considera el tiempo que se le concede al trabajador con el objetivo de compensar los retrasos, las demoras y los elementos contingentes que se presentan en la tarea o proceso. (Estudio del trabajo 1, Instituto Tecnológico de Tijuana).

CAPITULO III: MARCO CONCEPTUAL

3.1 Descripción de la empresa

Es una compañía que proporciona eficientes soluciones en administración de energía eléctrica, hidráulica y mecánica para sus clientes. La compañía es un líder mundial en tecnología de productos eléctricos, sistemas y servicios para la calidad de la energía, distribución y control, transmisión de energía, iluminación y productos de cableado; componentes hidráulicos, sistemas y servicios para equipos industriales y móviles; combustible aeroespacial, sistemas hidráulicos y neumáticos para uso comercial y militar, y sistemas de soportes de transmisión y trenes de potencia para camiones y automóviles para lograr un mayor rendimiento, ahorro de combustible y seguridad.

Debido al papel crucial que representa esta empresa, está comprometida a crear y mantener las fuertes relaciones entre clientes, construyendo así un fundamento de excelencia.

Esta empresa ha estado cumpliendo con las necesidades de sus clientes por más de 100 años. Durante de este tiempo, han progresado de un proveedor de piezas pequeñas de camiones a una industria multinacional diversificada.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

3.1.1 Misión

Proporcionar soluciones de administración de energía segura, confiable, eficiente y sostenible para nuestros clientes a nivel mundial.

3.1.2 Visión

Ser la compañía más admirada en nuestros mercados.

3.1.3 Valores

Comprendemos que nuestra capacidad de lograr nuestros objetivos de desempeño depende de que cada uno de nosotros adopte nuestros valores fundamentales:

Orientación al cliente: Nuestro cliente es la razón de todo lo que hacemos.

Personas: Reconocemos a nuestras personas como nuestro recurso más valioso.

Confianza: Confiamos en la fiabilidad de otros para hacer lo correcto.

Respeto: Nos tratamos con respeto y consideración.

Dignidad: Respetamos el orgullo y la autoestima de los demás.

Integridad: Somos honestos y éticos.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

3.2 Descripción del problema

Actualmente la máquina FTB (Frame to Base) presenta una baja productividad y un alto tiempo de inactividad o downtime que afecta el rendimiento de la línea de producción, por lo que no está cumpliendo con los estándares internacionales ISO 13849-1 y IEC 62061 (2006). Dicha máquina fue diseñada para producir 12,000 unidades de breakers en un turno de 28,600 segundos que corresponde a 8 horas de trabajo y en lo regular presenta una producción de 9,000 unidades de breakers en el mismo turno.

3.3 Proyectos similares

- **Desarrollo de una Metodología para Mejorar la Producción del Proceso de Elaboración de Tubos Plásticos**

El presente proyecto busca mejorar la productividad de una línea de producción que elabora tubos plásticos. Mediante la implementación de metodologías basadas en la producción esbelta se eliminarán los desperdicios encontrados en la línea de producción que provocan el bajo rendimiento de los procesos.

Jorge L. Jurado Mayorga

Campus Gustavo Galindo Guayaquil, Ecuador

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

- **Mejora de productividad de una línea de producción a través de la implementación de un programa especializado a la captura del métrico de eficiencia general de los equipos “OEE”**

Este proyecto consistió en la implementación de un sistema especializado en el métrico de la Eficiencia General de los Equipos, en el cual se muestra de una manera más clara la identificación de oportunidades de mejora en la línea de producción en el reporte de producción diaria, estas oportunidades se identificaron en los 3 factores con los cuales se calcula el OEE.

*Jazziel Camacho, Noé Alba Baena, Andrés Hernández,
Javier Molina, Mario Francisco Ramírez Barrera, David Zúñiga de León,
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez*

- **Optimización de Operaciones en la Línea de Producción para Incrementar la Productividad y Disminuir el Desperdicio**

El estudio referente a las variaciones de las características de los sistemas de producción revela la profundidad y amplitud del cambio que se está desarrollando en todo el ámbito productivo y en todo tipo de industria hasta el punto de que los centros modernos de producción son totalmente distintos de los convencionales, tanto en instalaciones como en organización y métodos de trabajo.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

Es relevante efectuar un estudio detallado de los diferentes sistemas de producción, para efecto de determinar bajo qué características del entorno productivo será más conveniente inclinarse por uno de estos sistemas de producción en particular.

Ing. José Constancio Ramos González

Tesis en Opción al Grado de Maestro en Ciencias

de la Administración con Especialidad en Producción Y Calidad

Monterrey. N.L. Diciembre 2001

- **Análisis de Rendimiento de una Línea de Producción de Bebidas Carbonatadas**

Para realizar el estudio de rendimiento, de una línea de producción de bebidas carbonatadas, se realizó el estudio general del proceso. Esto considerando situaciones de entorno de la organización, características del proceso, variables involucradas en los procesos, y las áreas más influyentes dentro del proceso productivo. Luego se determinaron los indicadores del grado de rendimiento de la línea de producción de la mejor forma. Para lo cual se utilizó el indicador de eficiencia general Overall Equipment Efficiency (OEE) que tiene como base de estudio tres pilares. Estos son disponibilidad, calidad y rendimiento maquinaria.

Josué Eduardo Quezada Palacios

Asesorado por el Ing. Edwin Josué Ixpatá Reyes

Guatemala, octubre de 2016

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

3.4 Formulación del problema

¿De qué manera podemos incrementar la productividad de la máquina FTB (Frame to Base) en esta línea de producción?

3.5 Alcance

El enfoque de este proyecto descriptivo es proponer una solución para aumentar la productividad de la máquina FTB (Frame to Base) en una línea de producción en una empresa de manufactura; abarcando los siguientes aspectos:

- Determinar los procesos actuales que se llevan a cabo en la línea de producción.
- Analizar las causas raíces de la baja productividad.
- Elaborar una propuesta que permita mejorar la situación actual de la línea de producción incrementando la productividad de la misma.
- Establecer políticas de buenas prácticas para el uso adecuado de la máquina FTB (Frame to Base).
- Establecer la factibilidad económica del proyecto.

Dentro de los trabajos a considerar:

- La realización de una evaluación económica donde podamos medir y comparar los beneficios de este proyecto.
- Elaboración de un estudio técnico que nos permita conocer la situación actual en que se encuentra esta línea de producción.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

- Análisis de tiempo para cada proceso dentro de la línea de producción, y a través de esto conocer cuáles son los tiempos de paradas de la máquina, takt time, eficiencia actual y rendimiento.
- Diseño de una propuesta que permita mejorar los procesos actuales de la máquina FTB (Frame to Base).

3.6 Límites

En la investigación de este proyecto nos limitaremos a el estudio y análisis de los procesos que realiza la máquina FTB (Frame to Base) que se encuentra en una línea de producción en una empresa de manufactura, de manera que se pueda implementar una mejora que incremente la productividad de la misma.

Es fundamental mencionar que este trabajo de investigación no abarca la puesta en marcha de las mejoras propuestas para la máquina de esta línea de producción.

CAPITULO IV: MARCO METODOLOGICO

4.1 Diseño de la investigación

Este proyecto es de tipo descriptivo debido a que, a través de observaciones, se plantea una problemática que no genera la utilidad deseada a la empresa y debido a esto, hemos decidido encontrar una solución adecuada elaborando una propuesta que permita dar un cambio significativo en la línea de producción seleccionada para este proyecto, y por lo tanto a nivel general, alcanzar una mejor posición y rentabilidad económica.

Con este trabajo buscamos que esta línea de producción sea más óptima y eficiente, mediante su implementación.

4.2 Elección de muestra

Nuestra muestra se compone de aquellas personas que tienen el conocimiento adecuado para estos tipos de procesos, es decir, aquellas personas que se relacionan diariamente con la supervisión y operación dentro de la línea de producción con la que se está trabajando, teniendo de esta manera un 15 - 25% de la población total. Nuestra recolección de datos se realiza dentro de esta empresa de manufactura, analizando la problemática que representa esta línea para la obtención de una solución óptima y eficaz.

4.3 Herramientas y técnicas

Dentro de las herramientas utilizadas para la elaboración de este proyecto están:

- **Encuestas:** a través de estas se ha obtenido una serie de informaciones necesarias para la recolección de datos deseados y útiles para el desarrollo de esta investigación; lo que nos permitió poder conocer ideas en cuanto a la experiencia de las personas que se relacionan y que también son impactadas por esta problemática.
- **Entrevistas:** se han utilizado las entrevistas como medio de obtención de informaciones más específicas y/o directas, mediante la conversación. De esta manera, se recolectó informaciones más amplias, debido a que las respuestas que se obtienen son menos limitadas, y que nos ayudaran a avanzar con lo planteado.
- **Observaciones:** a través de esta, se ha conocido cada una de las operaciones o procesos completos para entender de qué forma, en cuánto tiempo y cuáles son técnicas que se utilizan con el fin de determinar oportunidades de mejora en esta línea de producción.
- **Diagrama de flujo de operaciones:** se ha utilizado el diagrama de flujo de operaciones para mostrar gráficamente la secuencia de todas las operaciones, inspecciones, entre otros.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

- **Diagrama de flujo de procesos:** para representar gráficamente los procesos con los símbolos correspondientes a cada uno.
- **Diagrama de pareto:** a través de esta herramienta determinamos cuáles variables tienen mayor ocurrencia en el problema que presenta la máquina.
- **Diagrama causa y efecto:** nos ha permitido representar y organizar varios elementos llamado causas que puedan contribuir a resolver un problema conocido como efecto.
- **Paquete Office:** las herramientas de Microsoft Office, tales como Word, Excel y Power Point nos ayudaron a desarrollar las diferentes técnicas utilizadas en esta tesis, como las tablas de cálculos, presentaciones y gráficas para tener un mejor entendimiento.
- **Solidworks:** Es un software de diseño CAD 3D que utilizamos para modelar y simular el diseño de la máquina de producción.
- **Overall Equipment Effectiveness (OEE):** Esta métrica se utilizó para representar en un solo indicador dos parámetros de suma importancia para la mejora de productividad de una empresa de manufactura. Aplicándola para determinar los cálculos necesarios de la máquina.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

- **TIR:** esta herramienta fue utilizada para medir la rentabilidad de una inversión.
- **VAN:** es un indicador que utilizamos para también calcular la rentabilidad del proyecto a futuro evaluando los resultados que se quieren obtener.
- **Diagrama de efectivo:** es una herramienta se ha utilizado para observar de una mejor manera los movimientos de efectivo (ingresos y egresos) en un periodo.
- **ROI:** es un índice que utilizamos para medir la relación que existe entre las utilidades netas proyectadas y la inversión.
- **Sistema Westinghouse:** es un sistema que se ha utilizado para la realización del estudio de tiempos dentro de la línea de producción mediante la observación, obteniendo así el factor de calificación para los operadores.

Para la obtención del tiempo estándar utilizando el método Westinghouse, se ha calculado un tamaño de muestras utilizando la fórmula donde se desconoce el tamaño de la población, la cual nos ha permitido conocer cuántas observaciones se realizarían.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

4.4 Metodología de investigación

Para este trabajo, se tomó en cuenta los siguientes tipos de métodos:

4.4.1 Metodología cuantitativa

Para esta investigación, se consideró este tipo de metodología debido a que nos valimos de datos cuantificables, a los cuales se accede por medio de observaciones y mediciones.

Para el análisis de datos, la metodología cuantitativa procede mediante cálculos estadísticos, identificación de variables y patrones constantes, a partir de los cuales se elaboran los resultados y las conclusiones para este trabajo de investigación.

La misma forma parte del método científico, que considera la observación, formulación de hipótesis, experimentación y conclusión.

4.4.2 Metodología cualitativa

La razón por la que también se consideró esta investigación de este tipo es porque tratamos temas y materias que no pueden ser cuantificados, es decir, que no pueden ser trasladados a datos numéricos.

Los datos, en este sentido, se obtienen a partir de la observación directa, a través de entrevistas, investigación y análisis. De allí que la metodología cualitativa aplique procedimientos interpretativos y analíticos para el abordaje de su objeto de estudio.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

Esta investigación tiene los siguientes procedimientos:

- Observación de los procesos actuales presentes en la línea de producción.
- Identificación de las causas que generan la problemática.
- Establecimiento de una posible solución que permita mejorar los procesos actuales y convertirlos en procesos adecuados para un mayor rendimiento.
- Planteamientos de buenas prácticas para mantener una optimización de recursos dentro de la línea de producción.
- Realización de un estudio económico que permita visualizar la factibilidad del proyecto.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

SEGUNDA PARTE: DESARROLLO DEL PROYECTO

CAPITULO V: ESTUDIO TECNICO

5.1 Situación actual

Las empresas de manufactura tienden a presentar situaciones en las cuales es oportuno observar ciertas debilidades que se posee y que nos permiten considerarlas para la realización mejoras significantes en los métodos o procesos que se utilizan para la obtención de bienes. De esta manera contribuimos a la mejora continua a través de la optimización de recursos, la minimización de costos y disminución de errores que son cometidos con ciertas frecuencias dentro de las líneas de producción.

Conociendo esto, en esta sección hemos representado la situación actual de esta línea de producción en esta empresa de manufactura mediante de la utilización de algunas herramientas que nos permiten ver a detalle los procesos que se implementan actualmente en la empresa, tales como: diagrama de flujo de procesos, análisis de operaciones, estudio de tiempo, diagrama de Pareto, histogramas, diagrama de pescado (causa y efecto), entre otras... describiendo los diversos escenarios que se exponen y tienden a reducir las ganancias mediante la baja productividad en esta línea de producción.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

5.1.1 Diagrama de flujo de operaciones

Con esta herramienta hemos representado gráficamente las operaciones que son realizados en la línea de producción elegida para la elaboración de este proyecto, a través de una serie de pasos estructurados y vinculados que permiten llevar a cabo el producto final:

Fecha de realización:	1		Página	1		
Proceso:	ENSAMBLADO		Ficha			
Actividad:	MANUFACTURA		Número:			
Tipo de diagrama:	Hombre					
	Material	X				
Método:	Actual	X				
	Propuesto					
Actividad	Actual		Propuesto		Economía	
	Cant.	Tiempo	Cant.	Tiempo	Cant.	Tiempo
Operación	15	34.44	0	0	0	0
Transporte	0	0	0	0	0	0
Demora	0	0	0	0	0	0
Inspección	3	6.48	0	0	0	0
Almacenamiento	0	0	0	0	0	0
Distancia Total	0	0	0	0	0	0
Tiempo total	0	34.44	0	0	0	0
Aprobado por:						
Descripción de Actividades	Actividades					
	Oper.	Transport.	Demora	Inspección	Almacena.	Tiempo (s)
1 Sub-Ensamble Soldado a la base	●					2.6
2 Prensado (FTB)	●					2.9
3 Formado del Cable (Shunt)	●					1.91
4 Ensamble Mecánico 1	●					2.44
5 Ensamble Mecánico 2	●					2.42
6 Ensamble Mecánico 3	●					2.74
7 Máquina Autorivet	●					2.71
8 Máquina Innovar	●					2.24
9 Ensamble Mecánico 4	●					2.08
10 Prueba 1	●			■		1.89
11 Prueba 2	●			■		2.36
12 Colocación Label UL	●			■		2.23
13 Operación de tampo	●					1.61
14 Rev. Punto negro	●					2.23
15 Empaque	●					2.08
TOTAL	15	0	0	3	0	34.44

Tabla 1. Diagrama de flujo de operaciones.

5.1.2 Descripción de los procesos de la máquina FTB

1. Luego que el operario coloca el bimetálico en la base, pasa a la estación de FTB, ésta en su primera etapa sujeta las piezas y las pone en posición para prensar.
2. En esta segunda etapa, la máquina procede a prensar el bimetálico contra la base.
3. En su tercera etapa, la pieza pasa a la estación de inyección de grasa, lubricando el bimetálico en la base.

5.1.3 Análisis de operaciones de la línea de producción

En esta parte demostraremos el diagrama de flujo de materiales, desde su entrada a la línea (IN), describiendo así los procesos por los que estos pasan hasta que llegan a ser producto final (OUT). Indicándonos la cantidad de operaciones que se realiza en esta línea de producción, dónde se realizan las inspecciones del producto, en cuáles partes el producto es WIP, cuáles de las operaciones son el cuello de botella, entre otros:

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

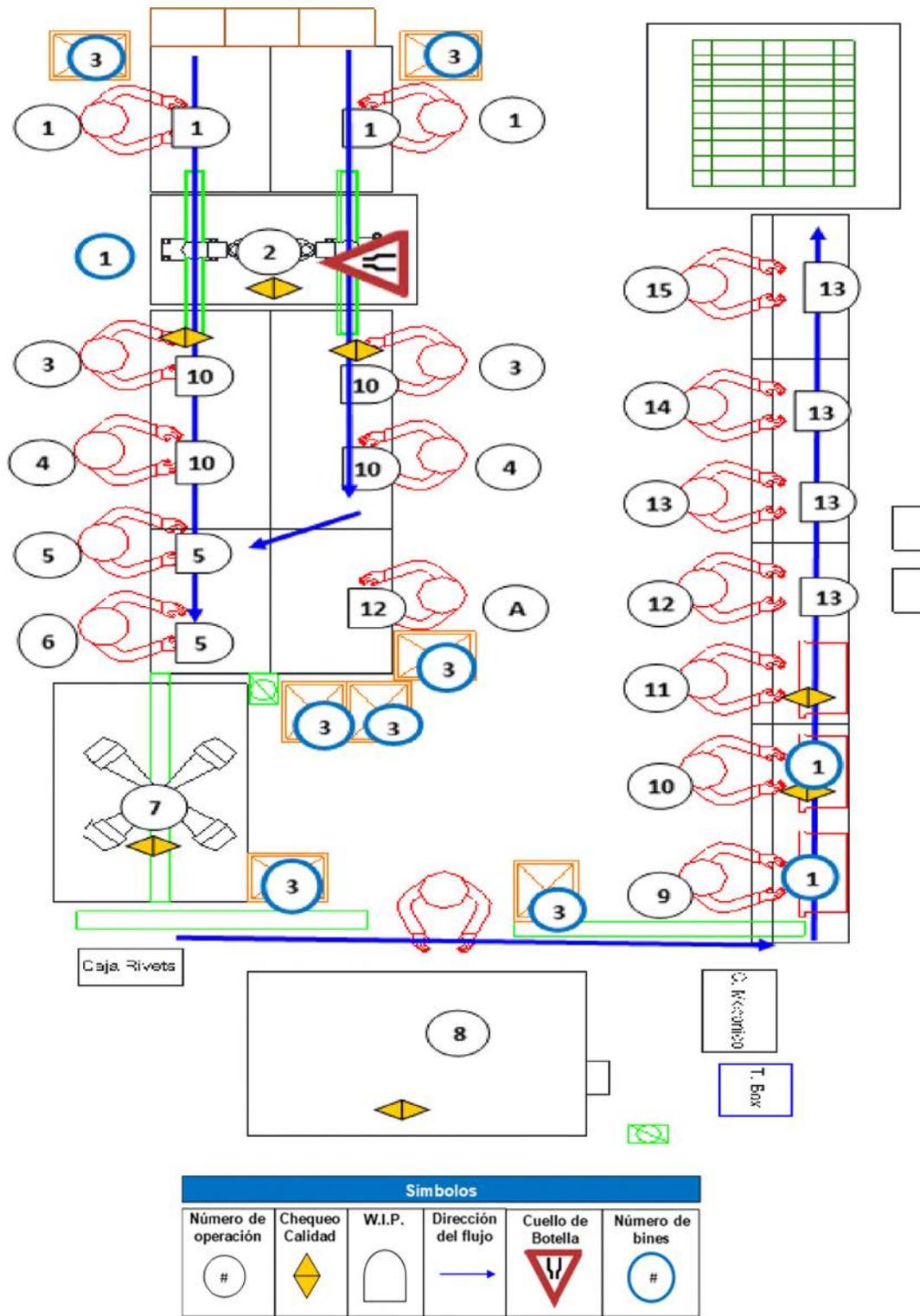


Figura 1. Layout de la línea de producción.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

5.1.4 Diagrama de operaciones

A continuación, hemos presentado las operaciones e inspecciones que forman los procesos de esta línea de producción; enfocando los puntos en los cuales los materiales son introducidos, y que se obtiene en cada una:

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

Entradas	Proceso	Salidas
Base Sub-ensamble del marco	1 Sub-ensamble soldado a la base	Sub-ensamblaje del marco prensado Base defectuosa Base dañada Sub-ensamble del frame defectuoso Sub-ensamble del frame dañado
Sub-ensamblaje prensado Máquina FTB Collar Grasa lubricante (magnalube)	2 Prensado (FTB)	Subconjunto de breaker Base dañada Sub-ensamble del marco dañado Base ensamblada con bimetálico Base con Magnalube (grasa)
Subconjunto de breaker Trip cam Barra de espiral forming(H) Herramientas para shunt forming(H) Shunt forming Spring mecanizado Sostenedor mecánico (cradle)	3 Formado del cable (shunt)	Subconjunto de breaker Material defectuoso
Subconjunto de breaker Terminal línea Barrera de cierre Palanca encendido (handle)	4 Ensamble mecánico 1	Subconjunto de breaker Material defectuoso
Subconjunto de breaker Colocación de extinguidores Arc Ext SML (extinguidor 1) Arc Ext BIG (extinguidor 2) Aislante (L barrier)	5 Ensamble mecánico 2	Subconjunto de breaker Material defectuoso
Subconjunto de breaker Colocación de cobertura al breaker Herramientas manuales	6 Ensamble mecánico 3	Subconjunto de breaker Material defectuoso
Máquina autorivet Subconjunto de breaker Remache	7 Máquina autorivet	Breakers remechado Material dañado Breakers para retrabajo Plásticos rotos
Subconjunto de breaker Calibración de breaker Evaluación de breaker Máquina innovar	8 Máquina innovar	Calibración de breaker Material dañado Breakers para retrabajo Plásticos rotos
Subconjunto de breaker Calibración de parámetros	9 Ensamble mecánico 4	Calibración de breaker Breakers para retrabajo Material dañado
Breakers Prueba de choque	10 Prueba 1	Breakers después de prueba 1 Breakers para retrabajo
Breakers Prueba de choque	11 Prueba 2	Breakers después de prueba 2 Breakers para retrabajo
Breakers probados Etiquetado de breaker	12 Colocación label UL	Breakers probados Breakers etiquetados
Breakers probados Pintura Máquina de tiempo	13 Operación de tiempo	Breakers buenos Breakers con información printeada Breakers mal printeados
Breakers printeados Label seal (punto negro) Revisión punto negro	14 Rev. punto negro	Breakers con información printeada Breakers mal printeados Breakers para retrabajo
Breakers Cajas (según estructura) Labels (espera estructura)	15 Empaque	Empaquetado de breakers Breakers para retrabajo
Breakers no conformes	16 Retrabajo	Breakers para reintegración Bases dañadas Coberturas dañadas Materiales para reintegración

Tabla 2. Diagrama de operaciones.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

5.1.5 Procesos de la línea de producción

Total operadores: 17		Total operaciones: 15	
Secuencia	Operación	Descripción de procesos	Tiempo Promedio (seg)
1	Sub-ensamble soldado a la base	Tomar la base y colocar el bimetál	2.60
2	Máquina FTB (prensado)	Proceso de prensado del bimetál contra la base, y procede a inyectar grasa.	2.90
3	Formado del cable shunt forming	Consiste en dar vuelta al sostenedor mecánico y dar terminación a la base.	1.91
4	Ensamble mecánico 1	Consiste en ensamblar palanca de encendido o ensamble mecánico.	2.44
5	Ensamble mecánico 2	Colocar extinguidor para evitar que se queme el plástico.	2.42
6	Ensamble mecánico 3	Se procede a tapar base con su cobertura	2.74
7	Máquina autorivet	Proceso de remache para cerrar la unidad y evitar contacto con partes internas.	2.71
8	Máquina innovar	Proceso de calibración o prueba, luego pasa a enfriamiento y por último se reevalúa	2.24
9	Ensamble mecánico 4	Verificar que los atributos del breaker se cumplen	2.08
10	Prueba 1	Proceso de choque 1, se realiza la primera prueba del breaker	1.89
11	Prueba 2	Proceso de choque 2, se realiza la segunda prueba del breaker	2.36
12	Colocación label UL	Colocación del label UL, se etiqueta breaker	2.23
13	Operación de tampo	Label de fecha, consiste en printear y grabar información	1.61
14	Rev. punto negro	Verificar que cumplen los puntos negros del label.	2.23
15	Empaque	Proceso de empaque	2.08

Tabla 3. Procesos de la línea de producción.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

5.1.6 Historial de paradas de la máquina FTB 2018 - 2019

A continuación, hemos representado el historial de paradas de la máquina FTB en un periodo de 18 meses (1.5 años), mostrando las causas de las mismas:

Reporte de paradas de máquina FTB (2018-2019)		
Fecha	Tiempo parada (min)	Problema
5-ene.-18	363	Rotura de pieza (tornillo)
11-ene.-18	93	Rotura de pieza (base)
16-ene.-18	240	Rotura de pieza (cilindro)
16-ene.-18	30	Reajuste de parte (sujeción de base)
17-ene.-18	78	Rotura de pieza (tornillo)
21-ene.-18	326	Rotura de pieza (cilindro)
28-ene.-18	284	Reajuste de parte (puente divisor defectuoso)
15-feb.-18	98	Falla eléctrica
19-feb.-18	189	Rotura de pieza (guarda del selector)
26-feb.-18	203	Rotura de pieza (cilindro)
6-mar.-18	322	Rodamiento continuo de plato
10-mar.-18	206	Rodamiento continuo de plato
13-mar.-18	71	Rotura de pieza (tornillo)
17-mar.-18	99	Rotura de pieza (tornillo)
24-mar.-18	243	Rodamiento continuo de plato
25-mar.-18	213	Reajuste de parte (puente divisor defectuoso)
30-mar.-18	164	Falta de limpieza de sensores
2-abr.-18	20	Falta de limpieza de sensores
11-abr.-18	270	Reajuste de parte (polea de transmisión)
21-abr.-18	15	Rotura de pieza (tornillo)
7-may.-18	302	Rotura de pieza (tornillo)
8-jun.-18	204	Rotura de pieza (guarda del selector)
11-jun.-18	362	Reajuste de parte (polea del motor)
12-jun.-18	185	Reajuste de parte (puente divisor defectuoso)
21-jun.-18	106	Rotura de pieza (tornillo)
29-jun.-18	309	Rotura de pieza (tornillo)
2-jul.-18	116	Reajuste de parte (puente divisor defectuoso)
2-jul.-18	282	Rodamiento continuo de plato
3-jul.-18	179	Rodamiento continuo de plato
6-jul.-18	97	Falla eléctrica
13-jul.-18	169	Rotura de pieza (tornillo)
18-jul.-18	231	Condiciones inseguras

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

26-jul.-18	146	Condiciones inseguras
27-jul.-18	302	Rotura de pieza (tornillo)
1-ago.-18	453	Falla eléctrica
13-ago.-18	352	Reajuste de parte (polea del motor)
21-ago.-18	349	Reajuste de parte (polea del motor)
31-ago.-18	388	Rotura de pieza (tornillo)
2-sep.-18	412	Rotura de pieza (guarda del selector)
10-sep.-18	422	Reajuste de parte (polea del motor)
23-sep.-18	449	Reajuste de parte (puente divisor defectuoso)
6-oct.-18	298	Rotura de pieza (cilindro)
19-oct.-18	313	Reajuste de parte (sujeción de base)
30-oct.-18	433	Condiciones inseguras
27-nov.-18	424	Rotura de pieza (base)
30-nov.-18	337	Condiciones inseguras
1-dic.-18	301	Rotura de pieza (base)
3-dic.-18	427	Rodamiento continuo de plato
10-ene.-19	386	Rotura de pieza (cilindro)
13-ene.-19	274	Rotura de pieza (base)
18-ene.-19	321	Reajuste de parte (polea del motor)
24-ene.-19	409	Rotura de pieza (base)
31-ene.-19	393	Rotura de pieza (cilindro)
4-feb.-19	450	Reajuste de parte (sujeción de base)
15-feb.-19	345	Reajuste de parte (sujeción de base)
20-feb.-19	106	Reajuste de parte (sujeción de base)
27-feb.-19	414	Rotura de pieza (guarda del selector)
1-mar.-19	403	Reajuste de parte (polea de transmisión)
16-mar.-19	446	Rotura de pieza (guarda del selector)
1-abr.-19	408	Rotura de pieza (tornillo)
9-abr.-19	344	Condiciones inseguras
22-abr.-19	364	Rotura de pieza (tornillo)
27-abr.-19	447	Falla eléctrica
5-may.-19	347	Reajuste de parte (polea del motor)
11-may.-19	271	Reajuste de parte (puente divisor defectuoso)
24-may.-19	310	Rotura de pieza (tornillo)
26-may.-19	260	Rotura de pieza (tornillo)
6-jun.-19	335	Condiciones inseguras
11-jun.-19	340	Rotura de pieza (tornillo)
11-jun.-19	113	Rotura de pieza (tornillo)
12-jun.-19	97	Rotura de pieza (tornillo)
29-jun.-19	328	Rodamiento continuo de plato
	19,786	

Tabla 4. Paradas en la línea de producción (2018-2019).

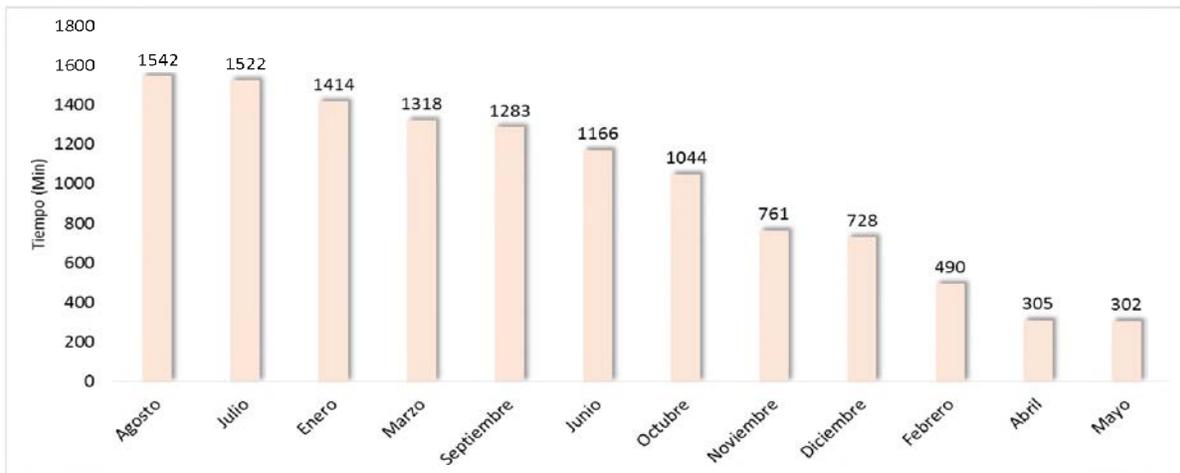
“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Promedio
Cantidad de paradas	7	3	7	3	1	5	8	4	3	3	2	2	5	4	2	4	4	5	4

Tabla 5. Total de averías por mes.

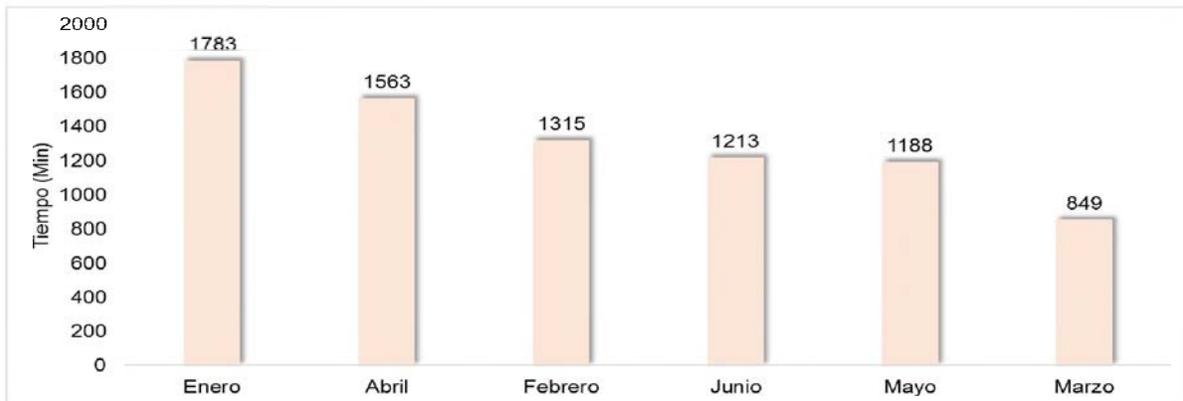
5.1.7 Gráfico de barras

Hemos representado mediante un histograma las paradas de la máquina FTB durante los meses que fueron afectados en los años 2018 y 2019, las cuales representan cantidades horarias significantes que se consideran tiempo improductivo, generando retrasos en la línea de producción, y por lo tanto hacen que incrementen las pérdidas en la empresa.



Gráfica 1. Tiempo de inactividad (2018).

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”



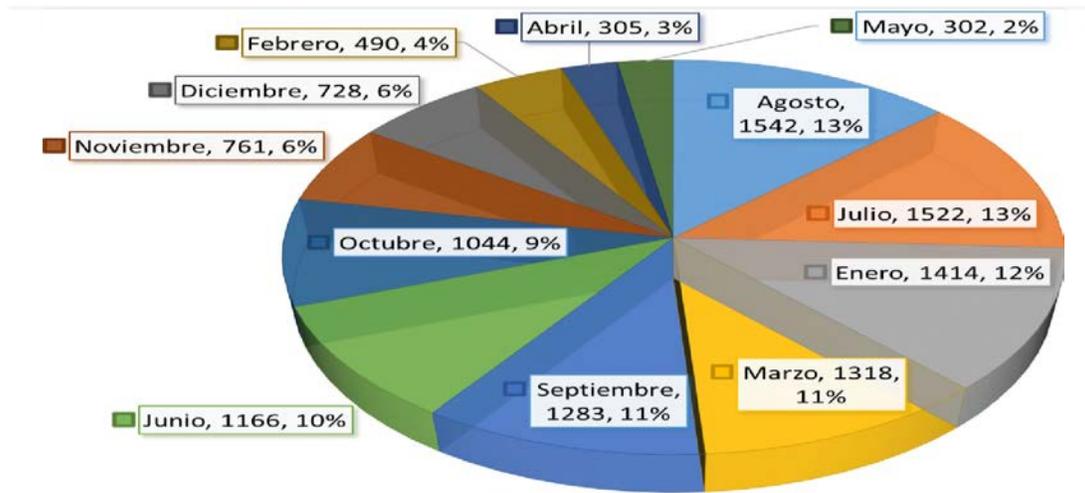
Gráfica 2. Tiempo de inactividad (2019).

5.1.8 Gráfico de pastel

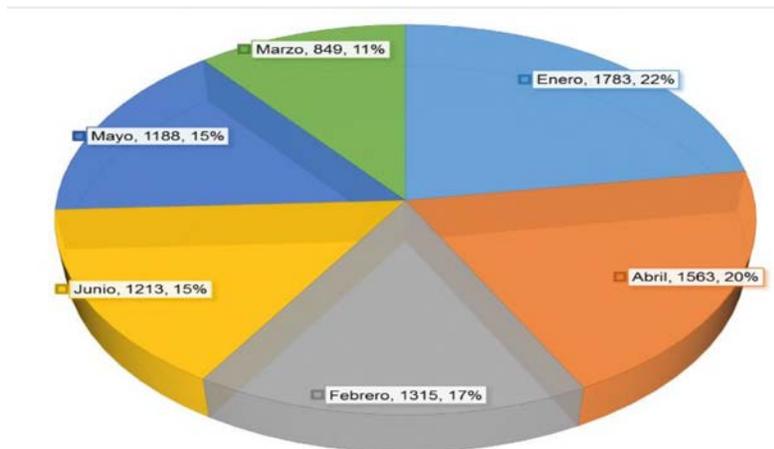
Con la utilización del diagrama de pastel, hemos mostrado el porcentaje de paradas correspondiente a los meses de los años 2018 y 2019, representando qué proporción le corresponde a cada mes del mencionado año.

Se evidencia que el mes de Enero del 2019 fue el más afectado debido a que el porcentaje de inactividad es de un 22%, seguido del mes de Abril del mismo año con un 20%.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”



Gráfica 3. Porcentajes de inactividad (2018).



Gráfica 4. Porcentajes de inactividad (2019).

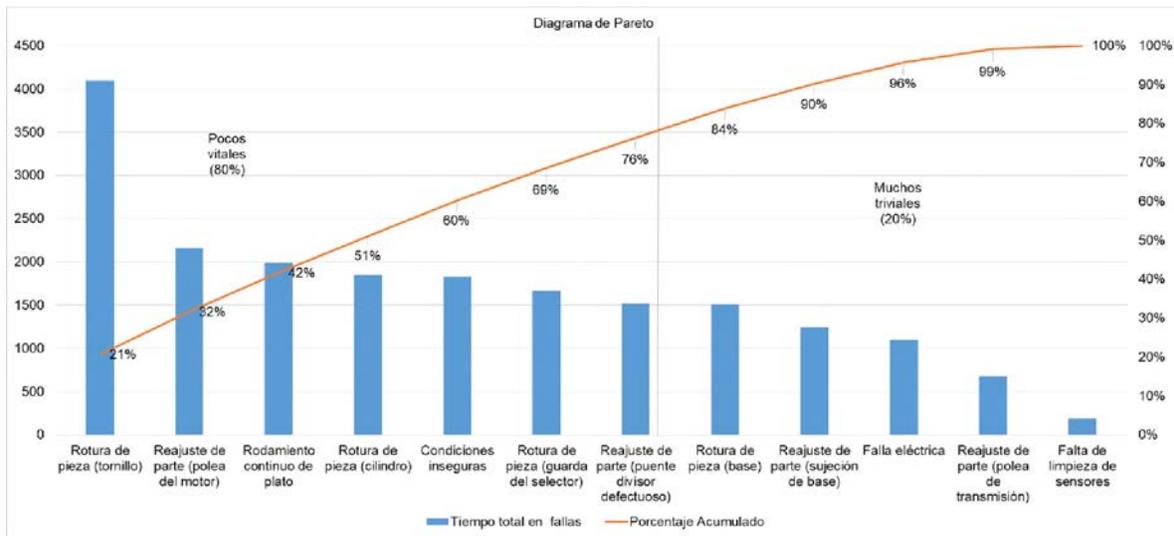
“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

5.1.9 Diagrama de Pareto

Problemas	Frecuencia con la que ocurre	Tiempo total en fallas	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
Rotura de pieza (tornillo)	18	4094	21%	21%
Reajuste de parte (polea del motor)	6	2153	11%	32%
Rodamiento continuo de plato	7	1987	10%	42%
Rotura de pieza (cilindro)	6	1846	9%	51%
Condiciones inseguras	6	1826	9%	60%
Rotura de pieza (guarda del selector)	5	1665	8%	69%
Reajuste de parte (puente divisor defectuoso)	6	1518	8%	76%
Rotura de pieza (base)	5	1501	8%	84%
Reajuste de parte (sujeción de base)	5	1244	6%	90%
Falla eléctrica	4	1095	6%	96%
Reajuste de parte (polea de transmisión)	2	673	3%	99%
Falta de limpieza de sensores	2	184	1%	100%
	72	19786		

Tabla 6. Frecuencias de fallas, diagrama de Pareto.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”



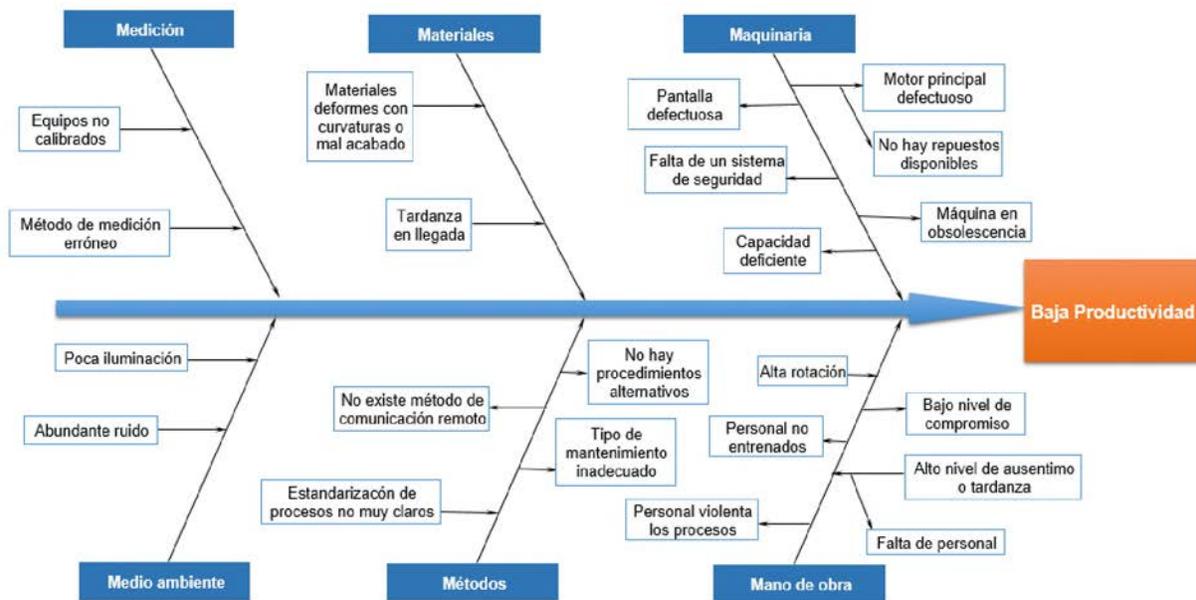
Gráfica 5. Diagrama de Pareto.

A través de esta herramienta, identificamos las causas principales del tiempo de inactividad en esta línea de producción, mostrando que las roturas de tornillo son las más frecuentes, y que ocupan el 21% del tiempo total; seguido del reajuste de la polea del motor ocupando un 32% de inactividad en conjunto.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

5.1.10 Diagrama de Ishikawa

Con la utilización del diagrama de pescado o diagrama de Ishikawa, hemos identificado algunas de las causas potenciales (o reales) de este problema de rendimiento, mostrando las posibles causas principales por la que se genera la baja productividad en esta línea de producción.



Gráfica 6. Diagrama de pescado.

5.1.10.1 Análisis de los 5 por qué

A) **Causa:** personal violenta los procesos.

1. ¿Por qué el personal violenta los procesos?

➤ Porque no tienen conocimientos de los procedimientos.

2. ¿Por qué no tienen conocimientos de los procedimientos?

➤ Porque introducen cantidades de piezas inadecuadas por tiempo al equipo.

3. ¿Por qué introducen cantidades de piezas inadecuadas por tiempo al equipo?

- Por falta de entrenamiento (se crean cúmulos al salir piezas del equipo).

4. ¿Porque el operador no está entrenado?

- Por falta de un plan de entrenamiento por parte de sus superiores.

5. ¿Por qué no existe un plan de control de entrenamiento?

- Porque no hay un plan de control que evite las roturas de piezas.

B) **Causa:** motor principal del equipo defectuoso.

1. ¿Por qué el motor principal del equipo está defectuoso?

- Por falta de repuesto.

2. ¿Por qué no hay repuesto para la máquina?

- Porque los repuestos han sido descontinuados por el fabricante.

3. ¿A qué se debe que los repuestos sean descontinuados?

- Por innovación y mejora continua.

4. ¿Por qué influye la innovación en estos cambios?

- Por competitividad y el tiempo determinado que tiene cada repuesto en el mercado para entrar en obsolescencia.

5.1.11 Estándares de tiempo

Determinaciones de tiempo estándar por operación, estudios de tiempo, y cálculos de calificaciones y suplementos por operaciones.

5.1.11.1 Número de observaciones a realizar

Donde:

$$N = Z^2 * p * q / l^2$$

n: tamaño mínimo de muestra.

Z: nivel de confianza, para 90%= 1.65, 95%= 1.96 y para 99%= 2.58.

p: prevalencia del fenómeno de estudio.

l: nivel de precisión (error).

q: completa p hasta que sea 1.

Hemos planteado el siguiente problema:

Se requiere calcular el número de observaciones para una línea de producción tomando el 90% del tiempo del operario por turno, se estima un 92% de confianza para no exceder el 8% de error.

L	8%
Z	1.75
P	0.9
Q	0.1

Indicándonos un total de 43.06 observaciones a realizar.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

5.1.11.2 Estudio de tiempos

Con la utilización del método Westinghouse, hemos obtenido el tiempo estándar para cada operación de esta línea de producción, indicándonos un tiempo total de 46.16 minutos para el proceso completo de ensamble de un breaker.

Dentro de las formulas a utilizar para la obtención de tiempo estándar, están las siguientes:

$$\text{Tiempo normal (TN)} = (\text{FC} + 1) * \text{TP}$$

$$\text{Tiempo estándar (TE)} = \text{TN} * (1 + \% \text{ suplemento})$$

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

Secuencia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Operación	Sub-ensamble soldado a la base	Máquina FTB (prensado)	Formado del cable shunt foming	Ensamble mecánico 1	Ensamble mecánico 2	Ensamble mecánico 3	Máquina autorivet	Máquina inmovar	Ensamble mecánico 4	Prueba 1	Prueba 2	Colocación label UL	Operación de tiempo	Rev. punto negro	Empaque	
Tiempo de ciclo (Seg)	1	2.61	2.9	1.94	2.46	2.43	2.74	2.72	2.25	2.08	1.9	2.37	2.23	1.63	2.22	2.08
	2	2.59	2.8	1.95	2.42	2.44	2.7	2.73	2.23	2.09	1.8	2.38	2.23	1.61	2.23	2.11
	3	2.61	2.81	1.8	2.45	2.3	2.73	2.7	2.23	2.05	1.91	2.39	2.34	1.59	2.23	2.09
	4	2.63	2.89	1.94	2.39	2.35	2.8	2.65	2.24	2.06	1.89	2.35	2.21	1.61	2.34	2.08
	5	2.6	3	1.83	2.35	2.4	2.69	2.66	2.19	2.06	1.94	2.36	2.35	1.63	2.21	2.09
	6	2.61	3.01	1.89	2.48	2.44	2.75	2.79	2.25	2.08	1.88	2.34	2.322	1.6	2.35	2.08
	7	2.6	2.92	1.85	2.5	2.46	2.71	2.78	2.25	2.1	1.92	2.35	2.24	1.61	2.322	2.09
	8	2.68	2.89	1.94	2.43	2.45	2.73	2.63	2.25	2.1	1.92	2.37	2.19	1.6	2.24	2.05
	9	2.65	2.85	1.92	2.4	2.49	2.75	2.67	2.23	2.09	1.85	2.37	2.18	1.68	2.19	2.07
	10	2.61	2.93	1.9	2.44	2.35	2.76	2.73	2.21	2.11	1.93	2.37	2.2	1.65	2.18	2.01
	11	2.59	2.9	1.93	2.36	2.42	2.7	2.72	2.24	2.09	1.89	2.36	2.3	1.61	2.2	2.08
	12	2.6	2.99	2	2.42	2.37	2.74	2.73	2.26	2.08	1.9	2.34	2.3	1.59	2.3	2.08
	13	2.61	2.91	1.96	2.41	2.38	2.75	2.74	2.22	2.09	1.91	2.35	2.2	1.6	2.3	2.09
	14	2.63	2.87	1.92	2.49	2.31	2.71	2.69	2.22	2.08	1.92	2.38	2.19	1.61	2.2	2.11
	15	2.62	2.85	1.94	2.46	2.35	2.76	2.65	2.22	2.09	1.87	2.39	2.25	1.63	2.19	2.09
	16	2.59	2.93	1.92	2.46	2.44	2.78	2.67	2.22	2.05	1.88	2.35	2.25	1.56	2.22	2.08
	17	2.59	2.89	1.93	2.44	2.45	2.74	2.73	2.23	2.07	1.9	2.34	2.25	1.57	2.23	2.09
	18	2.58	2.85	1.89	2.45	2.56	2.66	2.69	2.24	2.01	1.93	2.34	2.23	1.6	2.24	2.08
	19	2.6	2.93	1.85	2.39	2.44	2.68	2.71	2.26	2.08	1.81	2.35	2.21	1.59	2.23	2.09
	20	2.57	2.9	1.92	2.35	2.41	2.69	2.73	2.28	2.08	1.89	2.36	2.24	1.61	2.22	2.05
	21	2.62	2.99	1.89	2.48	2.44	2.7	2.72	2.27	2.09	1.92	2.34	2.26	1.63	2.21	2.08
	22	2.61	2.87	1.9	2.5	2.46	2.76	2.73	2.25	2.11	1.8	2.32	2.22	1.6	2.23	2.09
	23	2.61	2.85	1.84	2.43	2.34	2.74	2.73	2.26	2.09	1.81	2.36	2.22	1.58	2.21	2.08
	24	2.63	2.93	1.94	2.4	2.35	2.79	2.7	2.26	2.08	1.89	2.35	2.22	1.56	2.2	2.09
	25	2.56	2.89	1.92	2.44	2.39	2.75	2.65	2.28	2.09	1.99	2.37	2.26	1.68	2.2	2.05
	26	2.57	2.85	1.9	2.48	2.39	2.75	2.66	2.25	2.08	1.98	2.37	2.22	1.59	2.19	2.06
	27	2.6	2.9	1.93	2.5	2.4	2.76	2.79	2.19	2.09	1.92	2.36	2.23	1.58	2.21	2.06
	28	2.59	2.8	1.95	2.43	2.49	2.71	2.78	2.19	2.05	1.89	2.34	2.21	1.6	2.21	2.08
	29	2.61	2.81	1.94	2.4	2.43	2.75	2.63	2.23	2.08	1.85	2.35	2.21	1.65	2.23	2.1
	30	2.63	2.89	1.92	2.44	2.43	2.8	2.67	2.22	2.09	1.93	2.38	2.2	1.63	2.22	2.1
	31	2.6	3	1.93	2.36	2.36	2.69	2.73	2.22	2.08	1.9	2.39	2.24	1.62	2.19	2.09
	32	2.58	3.01	1.94	2.42	2.35	2.75	2.72	2.22	2.09	1.9	2.35	2.25	1.6	2.22	2.05
	33	2.56	2.92	1.92	2.46	2.45	2.71	2.66	2.25	2.07	1.91	2.34	2.23	1.64	2.23	2.08
	34	2.68	2.86	1.93	2.47	2.43	2.73	2.79	2.24	2.08	1.87	2.34	2.21	1.68	2.24	2.09
	35	2.59	2.88	1.89	2.44	2.43	2.75	2.78	2.26	2.06	1.85	2.35	2.23	1.58	2.23	2.08
	36	2.58	2.81	1.85	2.45	2.44	2.76	2.63	2.27	2.08	1.93	2.36	2.22	1.6	2.22	2.09
	37	2.6	2.89	1.94	2.46	2.49	2.7	2.67	2.27	2.09	1.89	2.34	2.18	1.65	2.23	2.07
	38	2.55	3	1.95	2.44	2.35	2.74	2.72	2.25	2.05	1.92	2.32	2.23	1.63	2.24	2.08
	39	2.62	2.99	1.8	2.45	2.4	2.75	2.72	2.26	2.11	1.93	2.36	2.21	1.62	2.23	2.06
	40	2.58	2.92	1.94	2.39	2.44	2.71	2.72	2.26	2.1	1.87	2.35	2.21	1.6	2.22	2.08
	41	2.61	2.86	1.83	2.35	2.46	2.76	2.75	2.25	2.08	1.9	2.36	2.19	1.63	2.21	2.09
	42	2.63	2.88	1.89	2.48	2.45	2.78	2.72	2.25	2.07	1.86	2.34	2.2	1.63	2.23	2.05
	43	2.56	2.9	1.85	2.5	2.49	2.74	2.72	2.26	2.04	1.9	2.39	2.18	1.61	2.21	2.11
Tiempo Promedio	2.60	2.90	1.91	2.44	2.42	2.74	2.71	2.24	2.08	1.89	2.36	2.23	1.61	2.23	2.08	

Tabla 7. Tiempos de operaciones observados.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

Factor de calificación y suplementos										
Operacion	Tarea	Habilidad	Esfuerzos	Condiciones	Consistencia	FC	TP	TN	% Supl.	TE
Sub-ensamble soldado a la base	1	0.03	0.05	0.04	0.03	0.15	2.60	2.99	0.14	3.41
Máquina FTB (prensado)	2	-0.05	0.08	0.02	0.03	0.08	2.90	3.13	0.16	3.63
Formado del cable Shunt Forming	3	0.08	-0.04	0.04	0.03	0.11	1.91	2.12	0.20	2.54
Ensamble Mecánico 1	4	0.06	0.1	-0.03	0.01	0.14	2.44	2.78	0.20	3.33
Ensamble Mecánico 2	5	0.03	0.08	0.04	0	0.15	2.42	2.78	0.18	3.28
Ensamble Mecánico 3	6	0.08	0.02	0.02	0	0.12	2.74	3.06	0.18	3.62
Máquina Autorivet	7	0.03	0.02	0.02	0.01	0.08	2.71	2.93	0.18	3.45
Máquina Innovar	8	0.11	-0.04	-0.03	0.01	0.05	2.24	2.35	0.18	2.78
Ensamble Mecánico 4	9	0.08	0.05	0.04	-0.02	0.15	2.08	2.39	0.18	2.82
Prueba 1	10	0.06	0.05	0.04	-0.02	0.13	1.89	2.14	0.24	2.65
Prueba 2	11	0.03	0.04	-0.03	0.03	0.07	2.36	2.52	0.20	3.03
Colocación label UL	12	0.03	0.05	0.04	0.03	0.15	2.23	2.57	0.23	3.16
Operación de tampo	13	0.01	0.08	0.06	0.01	0.16	1.61	1.87	0.25	2.34
Rev. Punto negro	14	0.08	0.1	0.04	0	0.22	2.23	2.72	0.14	3.10
Empaque	15	0.11	0.08	0.04	0	0.23	2.08	2.56	0.18	3.02
							34.43	38.91		46.16

Tabla 8. Suplementos y tiempo estándar.

Se consideraron los suplementos tanto variables como constantes para operarios tanto hombres como mujeres en esta línea de producción de esta empresa de manufactura.

FC = Calificaciones

TP = Tiempo Promedio

TN = Tiempo Normal

% Sup. = Suplementos

TE = Tiempo Estándar

5.1.12 Productividad

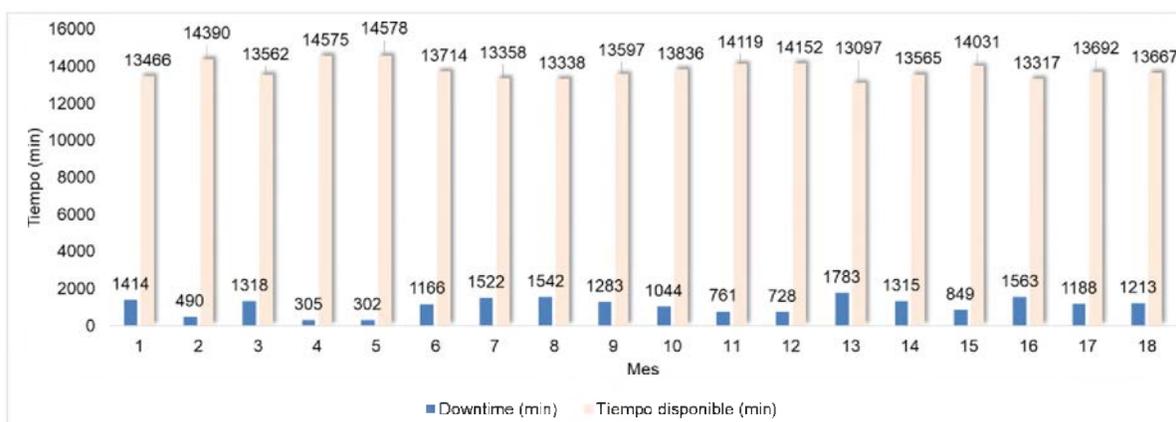
Con las informaciones siguientes y algunas de las anteriores es posible obtener el tiempo medio entre fallas (MTBF) y tiempo medio para reparar (MTTR), los cuales son dos indicadores muy importantes en el mantenimiento de fallas.

A continuación, hemos presentado el tiempo total en inactividad debido a fallas por mes y el tiempo disponible:

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

Año	Mes	Tiempo parada (min)	Tiempo disponible (min)
2018	Agosto	1542	13338
2018	Julio	1522	13358
2018	Enero	1414	13466
2018	Marzo	1318	13562
2018	Septiembre	1283	13597
2018	Junio	1166	13714
2018	Octubre	1044	13836
2018	Noviembre	761	14119
2018	Diciembre	728	14152
2018	Febrero	490	14390
2018	Abril	305	14575
2018	Mayo	302	14578
2019	Enero	1783	13097
2019	Abril	1563	13317
2019	Febrero	1315	13565
2019	Junio	1213	13667
2019	Mayo	1188	13692
2019	Marzo	849	14031

Tabla 9. Tiempo total en inactividad vs tiempo disponible por mes.



Gráfica 7. Tiempos de paradas vs tiempos disponibles en el periodo Enero 2018 – Junio 2019.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

5.1.12.1 Disponibilidad

A continuación, hemos presentado la disponibilidad por mes, considerando que en un turno de 8 horas hay 14,880 minutos; de la cual obtuvimos un 93% como promedio, cálculos obtenidos a través de las formulas siguientes:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$$

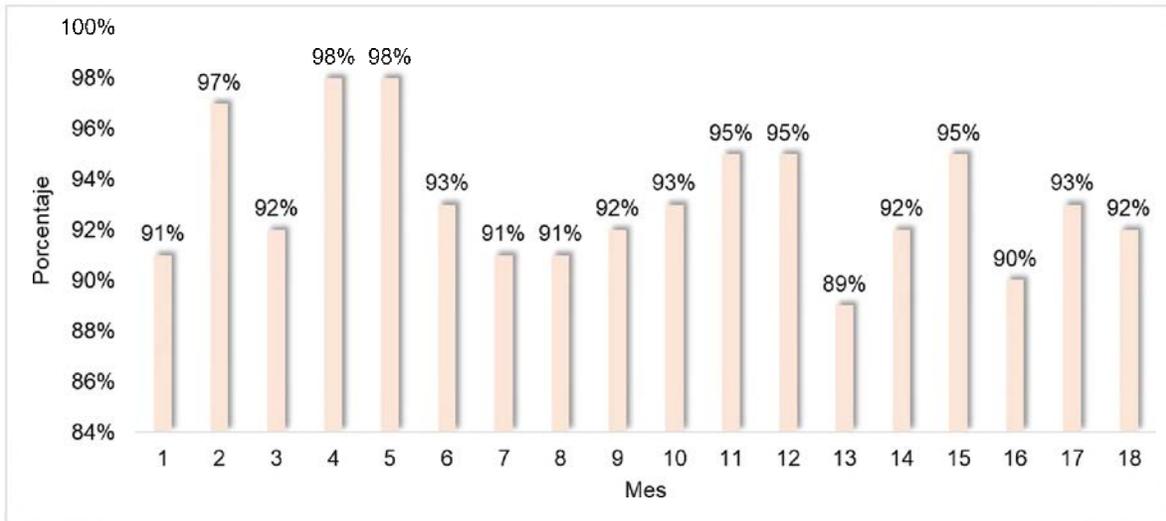
$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Total de avería}}$$

$$\text{MTTR} = \frac{\text{Tiempo inactivo}}{\text{Total de avería}}$$

Mes	MTTR (min)	MTBF (min)	Disponibilidad
Enero 2018	202	2125.71	91%
Febrero 2018	163.33	4960	97%
Marzo 2018	188.29	2125.71	92%
Abril 2018	101.67	4960	98%
Mayo 2018	302	14880	98%
Junio 2018	233.2	2976	93%
Julio 2018	190.25	1860	91%
Agosto 2018	385.5	3720	91%
Septiembre 2018	427.67	4960	92%
Octubre 2018	348	4960	93%
Noviembre 2018	380.5	7440	95%
Diciembre 2018	364	7440	95%
Enero 2019	356.6	2976	89%
Febrero 2019	328.75	3720	92%
Marzo 2019	424.5	7440	95%
Abril 2019	390.75	3720	90%
Mayo 2019	297	3720	93%
Junio 2019	242.6	2976	92%
Tiempo promedio	295.92	4831.08	93%

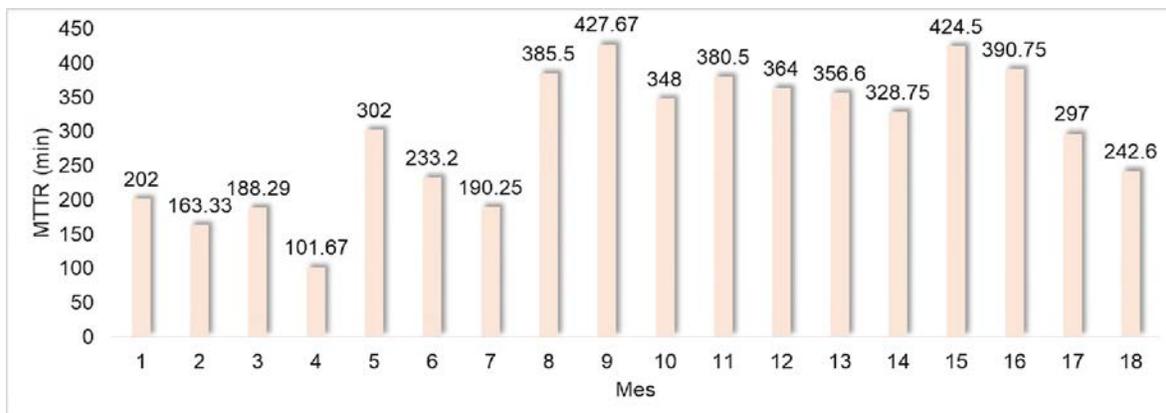
Tabla 10. Tiempo medio de reparación (MTTR), tiempo medio entre fallas (MTBF) y disponibilidad en el periodo Enero 2018 – Junio 2019.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”



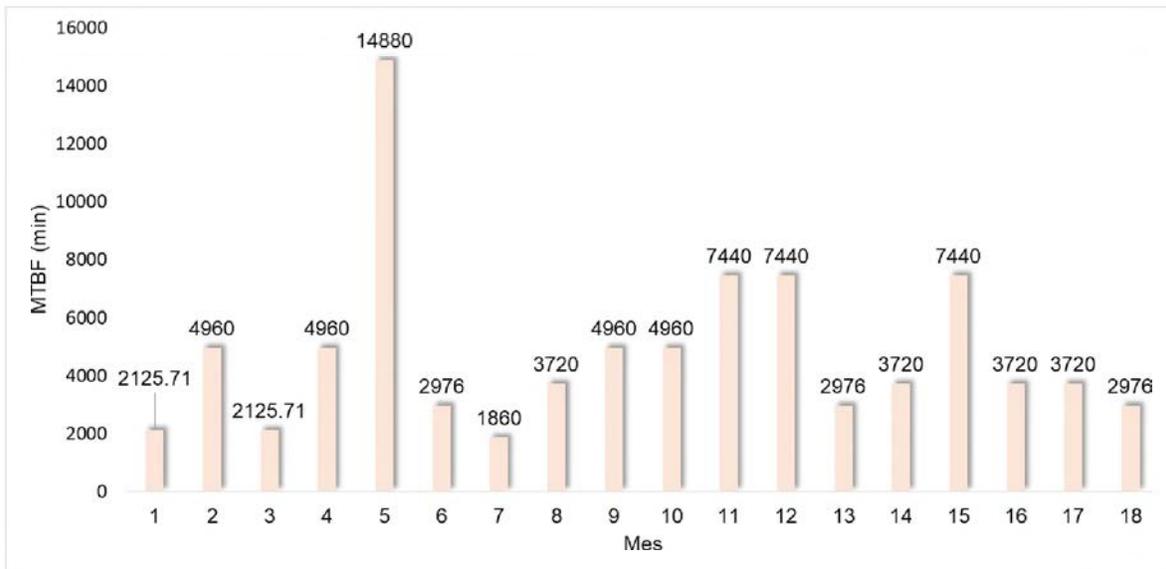
Gráfica 8. Disponibilidad por mes.

A continuación, se presentan las gráficas correspondientes al tiempo medio de reparación (MTTR) y tiempo medio entre fallas (MTBF) correspondientes al periodo Enero 2018 – Junio 2019.



Gráfica 9. Tiempo medio de reparación.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”



Gráfica 10. Tiempo medio entre fallas.

5.1.12.2 Rendimiento

Se obtuvo el rendimiento de la máquina considerando la producción real (9,000 uds) y la capacidad con la que fue diseñada (12,000 uds), la misma es el cociente entre ambas:

Rendimiento = 75%.

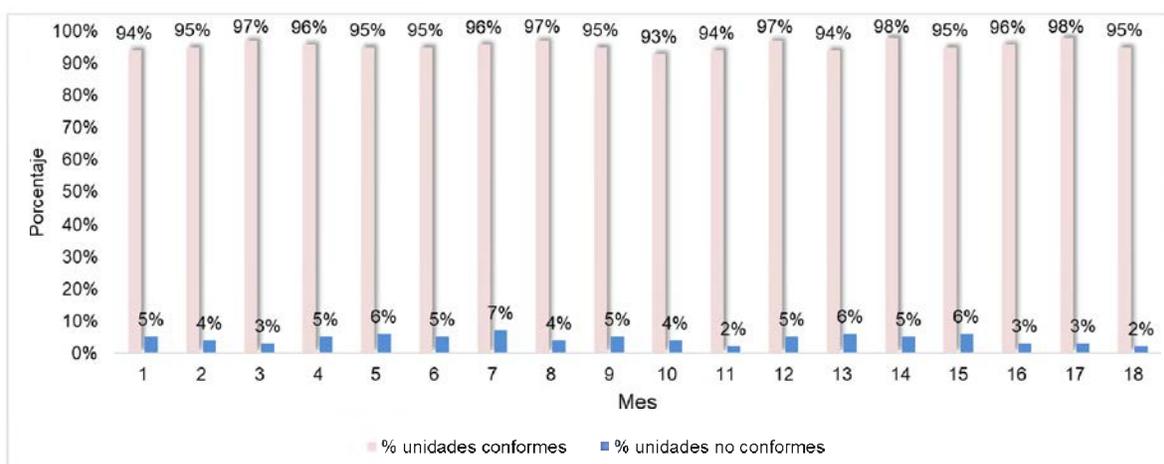
5.1.12.3 Calidad

Para la obtención del porcentaje de unidades conformes durante el periodo Enero 2018 – Junio 2019, se realizó mediante el promedio de los cocientes entre unidades buenas producidas y la producción real por mes. Obteniendo también el promedio de unidades que se producen en esta línea de producción (9,000 uds), teniendo un promedio de 8,600 uds conformes.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

Mes	Unidades producidas	Producción aceptada (uds)	% unidades conformes	% unidades no conformes
Enero 2018	8849	8318	94%	5%
Febrero 2018	9258	8795	95%	4%
Marzo 2018	8871	8605	97%	3%
Abril 2018	9283	8912	96%	5%
Mayo 2018	9500	9025	95%	6%
Junio 2018	9040	8588	95%	5%
Julio 2018	8794	8442	96%	7%
Agosto 2018	8700	8439	97%	4%
Septiembre 2018	8875	8431	95%	5%
Octubre 2018	9126	8487	93%	4%
Noviembre 2018	9196	8644	94%	2%
Diciembre 2018	9251	8973	97%	5%
Enero 2019	8650	8131	94%	6%
Febrero 2019	8875	8698	98%	5%
Marzo 2019	9190	8731	95%	6%
Abril 2019	8678	8331	96%	3%
Mayo 2019	8962	8783	98%	3%
Junio 2019	8910	8465	95%	2%
Promedio	9000	8600	96%	4%

Tabla 11. Unidades conformes y no conformes durante el periodo Enero 2018 – Junio 2019.



Gráfica 11. Porcentajes unidades conformes y no conformes en el periodo Enero 2018 – Junio 2019.

El porcentaje de producción aceptada es de un 96%, dando lugar a un 4% de unidades no conformes producidas durante este periodo.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

5.1.12.4 Eficiencia productiva

Hemos medido la eficiencia productiva de la máquina FTB, a través del indicador O.E.E., el mismo es el producto de la disponibilidad, rendimiento y calidad.

O.E.E. (%) = 66.96, lo que indica que la línea de producción se encuentra en estado aceptable solo si se está en proceso de mejora. Se producen pérdidas económicas y existe baja competitividad. (Ver tabla en anexos, tabla 1)

$$\text{O.E.E} = 0.93 * 0.75 * 0.96 = 0.6696 * 100 = \mathbf{66.96\%}$$

CAPITULO VI: PROPUESTA

6.1 Introducción

La excelencia de una organización viene marcada por su capacidad de crecer en la mejora continua de todos y cada uno de los procesos que rigen su actividad diaria. La mejora se produce cuando dicha organización aprende de sí misma, y de otras, es decir, cuando planifica su futuro teniendo en cuenta el entorno cambiante que la envuelve y el conjunto de fortalezas y debilidades que la determinan.

El plan de mejoras integra la decisión estratégica sobre cuáles son los cambios que deben incorporarse a los diferentes procesos de la máquina, para que sean traducidos en un mejor rendimiento percibido. Dicho plan, además de servir de base para la detección de mejoras, debe permitir el control y seguimiento de las diferentes acciones a desarrollar, así como la incorporación de acciones correctivas ante posibles contingencias no previstas.

A continuación, las soluciones propuestas para las causas descritas anteriormente que inciden de manera marcada en el problema.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

6.2 Posibles soluciones

Propuesta I: Indicadores y sistema de seguridad.

Este sistema indicara cuando el operador debe introducir el breaker a la máquina.



Imagen 1. Máquina FTB, entrada de materiales.

En esta imagen podemos apreciar que la maquina no tiene un sistema de detección que permita verificar cuando el usuario o cualquier otro agente circundante accede al área interna de la misma, es decir, el plato continúa su ciclo (giro) indistinto a las acciones foráneas que se dan en su alrededor y de esta forma pone en riesgo la seguridad física del usuario y la confiabilidad del equipo para la detección de fallas y toma de decisiones. Además de lo ya mencionado, podemos visualizar que el

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

operador puede llegar al punto de operación ya que, el equipo no cuenta con guardas físicas según los estándares establecidos.



Imagen 2. Máquina FTB, salida de materiales.

Tomando en cuenta lo establecido en el punto anterior y un nivel de riesgo superior, estaremos agregando un arreglo de cilindro que permite segregar las unidades que han sido procesadas en la máquina. Se instalarán sensores de seguridad (cortinas), el cual tomará en cuenta la seguridad del operador al momento de colocar las unidades en el equipo, y así velar por la seguridad del usuario.

En esta estación, se harán algunos ajustes como: cambios de cilindros, partes móviles, sujetadores, tornillos, entre otros, para reducir el tiempo de segregado de las unidades.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

Propuesta II: estructura de la máquina.

Mejorar en cuanto estructura del equipo para facilitar el acceso al personal de mantenimiento, reduciendo así, el tiempo de éste.

Actualmente el personal técnico tiene que dismantelar las guardas para dar mantenimiento. En función de esto, se adicionarán puertas y se instalarán accesorios para remover las guardas (angulares tipo clic) sin necesidad de desmontar las partes.

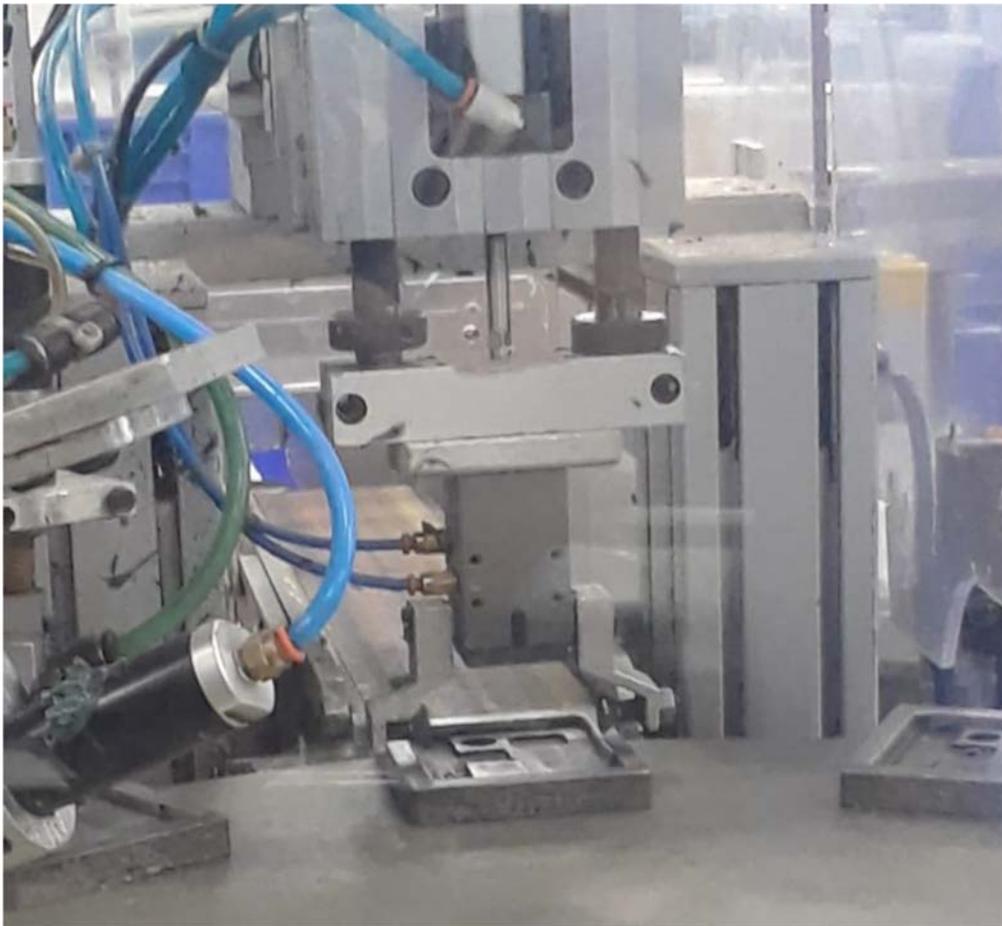


Imagen 3. Máquina FTB, tornillos.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”



Imagen 4. Máquina FTB.

Esta imagen muestra una panorámica del equipo, donde podemos notar el poco espacio, provocando así un incremento en el tiempo del mantenimiento programado y fallas en el sistema.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”



Imagen 5. Máquina FTB.

El sistema actualmente utilizado a los fines de hacer girar la transmisión es poco efectivo. Esto se debe a que la misma no está diseñada para este tipo de aplicaciones, arranque y pare, sino para aplicaciones continuas. El método empleado para detener este equipo según requiera es colocar en corto circuito el motor, a los fines de drenar el voltaje que se encuentra en el devanado de este. Esto causa un frenado brusco que se traduce en esfuerzo y desgaste de las piezas internas de la transmisión. En consecuencia, podemos apreciar un incremento en el

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

tiempo inactivo de disponibilidad del equipo para los años 2018-2019 según reportes facilitados por el departamento de mantenimiento.

En vista a lo anterior, se propone una transmisión marca Camco, tipo Indexer, la cual nos permite hacer doce paradas por ciclo, la misma tiene una relación de transmisión de 25:1 para cada 45 grados de la circunferencia (360 grados), quedando entre cada paso una relación de 10:1 entre cada 45 grados, esto nos permite tener un giro muerto en el motor para que en cada parada y arranque del plato giratorio este no tenga cambios bruscos, sino que genere una rampa de arranque y pare.

Propuesta III: pantalla HMI.



Imagen 6. Pantalla HMI obsoleta.



Imagen 7. Pantalla HMI propuesta.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

En esta imagen se puede visualizar que no existe un sistema de interacción, el cual permita tener fácil acceso al operador del funcionamiento del equipo.

Se propone añadir una pantalla HMI, con el objetivo de automatizar y brindar datos interactivos con el personal, como los cálculos de la OEE.

Propuesta IV: celda de carga.



Imagen 8. Celda de carga.

Se propone una celda de carga marca Schmidt para medir la consistencia del producto y saber cuándo se presentan anomalías como: inconsistencia del prensado, frame flojo, rotura de piezas (base de breaker, plástico).

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

Tomando en cuenta estas cuatro propuestas, hemos considerado la construcción de un nuevo equipo automatizado, el cual estimamos que se podría reducir un 95% del tiempo en fallas que actualmente presenta la máquina, lo que equivale a 989.3 minutos durante un periodo de 18 meses; lo que permitiría a la vez un incremento en la eficiencia productiva de esta máquina.

Problemas	Tiempo total (min)	Posible solución	Tiempo (min) reducido proyectado (95%)
Condiciones inseguras / Falta de limpieza de sensores	2,010	Propuesta I	101
Rotura de piezas / Reajuste de partes / Rodamiento continuo de plato	16,681	Propuesta II	834

Tabla 12. Relación de problemas con lo propuesto.

Las propuestas III y IV son consideradas como componentes automatizados que brindan información al usuario del equipo, mostrando valores de rendimiento, capacidad, detección de incongruencias, entre otros...

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

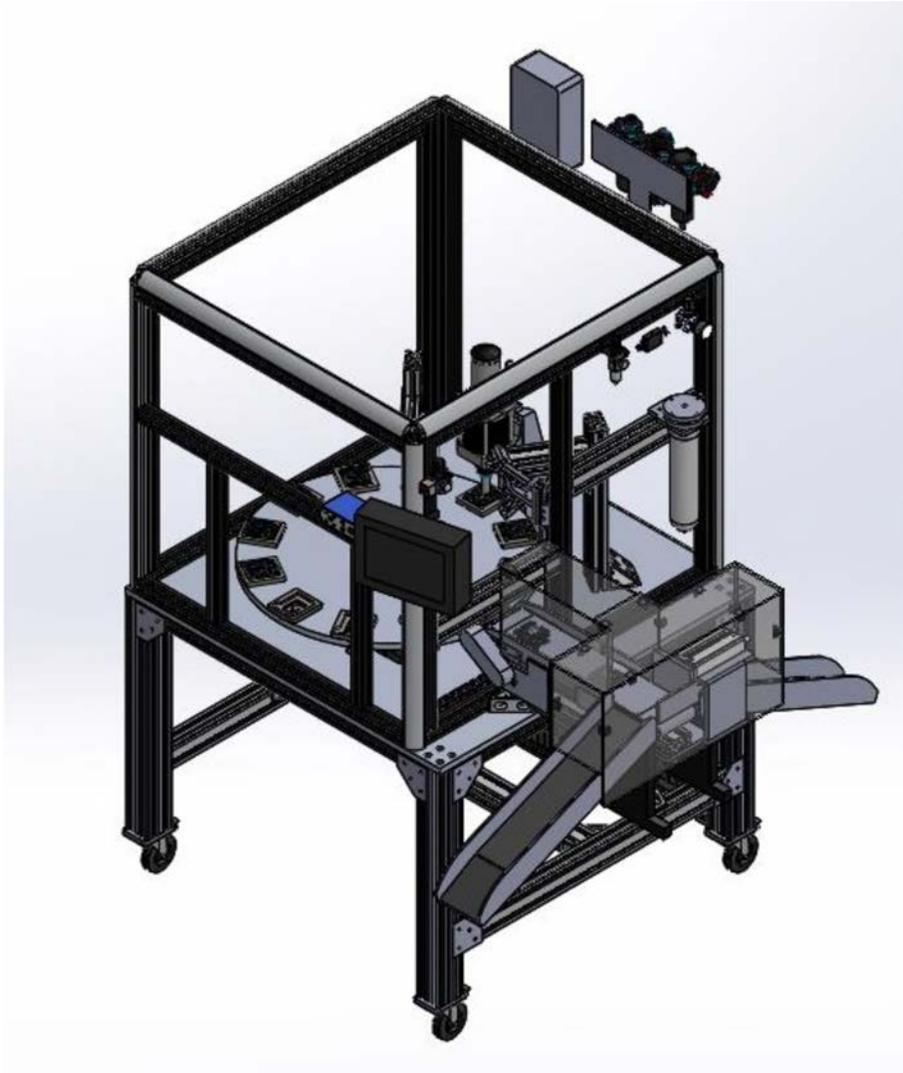


Imagen 9. Diseño de máquina FTB.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

6.3 Accesorios y requerimientos del equipo

En la siguiente tabla se muestra los accesorios y requerimientos que debe tener un equipo para ser introducido en una línea de producción según estándares establecidos. Podemos visualizar los funcionamientos que cumple la máquina actual y el funcionamiento que estaría cumpliendo la máquina a partir de la mejora propuesta.

Funcionamiento	Descripción	FTB Actual	FTB Nueva
Seguridad	Cortinas C4 (sensores de seguridad)	-	✓
Seguridad	Botones de emergencia	✓	✓
Seguridad	Interruptores de llaves (key switches)	✓	✓
Control estación	Estación de posición (ajusta el bimetálico y segrega el mismo)	-	✓
Control estación	Estación de prensa (prensado de bimetálico en la base)	✓	✓
Control estación	Estación de grasa (aplica grasa al bimetálico)	-	✓
Control estación	Control de salida de unidades	✓	✓
Control	Ajuste de velocidades de motores	-	✓
Control	Contadores de producción	✓	✓
Control	Historial de producción	✓	✓
Control	Métricas de producción (tiempo de ciclo, tiempo perdido, tiempo perdido operador)	-	✓
Control	Graficas de producción		✓
Control	Modo manual (control manual de estaciones)	-	✓
Control alarmas	Alarmas de fallas	-	✓
Control alarmas	Graficas de errores	-	✓
Control	Habilitado de estaciones	-	✓
Control	Monitoreo de periféricos (entradas / salidas)	-	✓
Control	Monitoreo constante de operaciones	-	✓
Control neumático	Ajuste de presión de aire de prensado	✓	✓
HMI	Interfaz de usuario	-	✓
Ergonomía	Condiciones y adaptación de lugar de trabajo	-	✓
Sistema	Rotary	✓	✓
Sistema	Celda de carga	-	✓

Tabla 13. Accesorios y requerimientos del equipo.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

CAPITULO VII: EVALUACION ECONOMICA

Con la utilización de los recursos monetarios, podemos mejorar la situación actual de esta empresa a través de la ejecución de este proyecto. En este capítulo, presentamos algunas herramientas útiles que nos permiten validar la factibilidad del proyecto.

7.1 Presupuesto

Actualmente se cuenta con los siguientes precios y lista de materiales o componentes de la máquina FTB:

Descripción	Cantidad requerida	Precio unitario (US\$)	Monto total (US\$)
Válvula 5-2 de 1/4 (válvula de 5/2 152v14n)	8	35.21	281.68
Unión cuadrada redonda para perfil 40x40)	4	19.58	78.32
Unión lateral 4 agujeros plana 100x100mm 90 grados para perfil 40	24	7.81	187.44
Tuerca insertable M8, tuerca 8 resorte a bola para perfil 40/60/80	1,000	1.35	1,350
Transmisión (unidad de índice de serie Camco RDM) 12 posiciones	1	6,610	6,610
Tornillos M8x1.25--16mm de longitud (tornillo M8x16mm cabeza martillo)	1,000	0.47	470
Bloques de terminales de parada final	10	0.5	5
Bloques de terminales verdes (tierra)	20	1.14	22.8
Bloques de terminales rojos	50	0.43	21.5
Bloques de terminales negros	50	0.3	15
Bloques de terminales grises	100	0.34	34
Tapa final de bloques de terminales	25	0.23	5.75
Bloques de terminales azul	50	0.37	18.5
Tubo T 3/8	12	6.01	72.12

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

Tanque acumulador brunner eng--9.8gls - 125psi	1	317.22	317.22
Kit de electroválvula, doble	1	833.61	833.61
Servicio templado de fijación	1	440.57	440.57
Sensor óptico	1	178.5	178.5
Sensores magnéticos (SMC corporation auto-switch (70072778))	12	28.98	347.76
Palanca de encendido selectora para panel de puerta	1	7.37	7.37
Selector de eje manual	1	2.68	2.68
Cortina de luz Keyence para relé de seguridad	1	269	269
Cable de relé de seguridad Keyence	1	154.95	154.95
Lógica de seguridad	1	368.16	368.16
Cortina de luz de seguridad Keyence	1	1,730	1,730
Rueda con freno 4" para perfil	4	96.91	387.64
Retenedor sys o 32oz cl / bl	2	290.03	580.06
Relé de seguridad (Omron)	6	39.61	237.66
Relé de control - 2 contactos	1	22.85	22.85
Prensa SCHMIDT no.23	1	2,665	2,665
Fuente de alimentación 24VDC 10A	1	47.98	47.98
Porta fusible	4	4.27	17.08
Tubo de poliuretano 5/32 transparente (500 pies)	0.25	73.18	18.29
Tubo de poliuretano 5/32 negro (500 pies)	0.25	73.18	18.29
Tubo de poliuretano 3/8 transparente (500 pies)	0.25	233.78	58.44
Tubo de poliuretano 3/8 negro (500 pies)	0.25	233.78	58.44
Tubo de poliuretano 1/4 transparente (500 pies)	0.25	126.58	31.65
Tubo de poliuretano 1/4 negro (500 pies)	0.25	126.58	31.65
Silenciador neumático 3/8 NPT	12	4.88	58.56
Silenciador neumático 1/8 NPT	12	3.24	38.88
Silenciador neumático 1/4 NPT	12	3.59	43.08
Plato de tope rotativo - servicio mecanizado	1	2,028.88	2,028.88
Plancha LEXAN 3/8 transparente	1	489.07	489.07
Plancha LEXAN 1/4 transparente	2	273.71	547.42
Placa de acero 3 pies x 6" x 1/2"	2	259.1	518.2
Placa de acero 2 pies x 2" x 1"	1	115.7	115.7
Válvula de pistón	2	891.78	1,783.56
Pin, 18 AWG, 16 AWG	100	0.321	32.1

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

Conductor de pantalla de motor AC	1	25	25
Panel 20" x 20" (caja de metal 500x500x200/ con puerta)	1	114.72	114.72
Panel 12" x 16" (caja de metal 400x300x150)	1	71.2	71.2
Motor de conveyor (motorreductor cuerpo modelo # 0159 Tipo 24A4BEPM-Z2)	1	354	354
Manubrios para perfil 5")	4	6.23	24.92
Colector de 1/4 - 8 estaciones (colector para válvula 5/2 de 1/4 8 estaciones)	1	67.25	67.25
Rotura de carga, 16 A, 400 V, 3 polos - base de palanca de encendido	1	7.05	7.05
Caja de conexiones [extensión]	2	65.72	131.44
Bloques de terminales de puente	5	1.72	8.6
Indicador verde (luz piloto ad22-dc24/17551/led 22m/verde)	2	5.74	11.48
Servicios de remediación y validación IES	1	1,514.57	1,514.57
HMI	1	506	506
FRL 3/8"	1	76.94	76.94
Anclaje recto 1 / 4x1 / 4 "c / anilla bronce	6	1.88	11.28
Anclaje recto 1/4 tubo x 1/8 NPT	12	2.23	26.76
Adaptador codo 5/32 tubo x 10-32 unf macho	12	2.71	32.52
Adaptador codo 5/32 tubo x 1/8 NPT	12	2.76	33.12
Adaptador codo 3/8 tubo x 3/8 NPT	12	5.3	63.6
Adaptador codo 3/8 tubo x 1/4 NPT	12	4.19	50.28
Adaptador codo 1/4 tubo x 1/8 NPT	12	2.61	31.32
Adaptador codo 1/4 tubo x 1/4 NPT	12	2.92	35.04
Ferrule de bronce/ 1/4 / p/anclaje	6	0.36	2.16
Ferrule rojo #18	10	0.01	0.1
Ferrule negro #16	10	0.01	0.1
Ferrule azul #14	10	0.01	0.1
Expansión IN/OUT digital	2	29.92	59.84
Expansión IN/OUT análoga	2	370.12	740.24
Puerto Ethernet Montaje en panel	2	6.1	12.2
Empuje de emergencia con parada de emergencia	2	7.85	15.7
Bloque de contacto de parada de emergencia 2NC	2	6.48	12.96
Panel de cerramiento 400x400x200	1	96.72	96.72
ELC Módulo de red	1	126.5	126.5

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

Manejador de motor DC	1	119	119
Manejador de motor AC	1	332	332
Dorner conveyor de 3 pies x5 pulg	1	1,280	1,280
DELTA USB tarjeta	1	76	76
Unidad de freno DELTA	1	67	67
Resistencia de freno DELTA	1	35	35
Pinza de presión, 16 AWG	100	0.446	44.6
Cobertura de caja de unión de ranura	2	0.69	1.38
Tapa conector circular 16POS	4	3.6	14.4
Controlador valvamate 8000 dispensador	1	1,487.59	1,487.59
Control PLC	1	154	154
Contactador 3 polos, 25 ^a	1	35.93	35.93
Conector PG 29	5	7.95	39.75
Conector PG 21	5	4.71	23.55
Conector PG 16	5	3.52	17.6
Conector M12 macho	35	6.26	219.1
Conector M12 hembra	35	6.26	219.1
Conector de ojo cable #18, no. 10	10	0.16	1.6
Conector de ojo cable #14, no. 8	10	0.16	1.6
Conector circular 16POS panel	4	4.18	16.72
Conector circular 16POS cable	4	4.91	19.64
Conector 110Vac	1	7.73	7.73
Componentes	1	40.08	40.08
Disyuntor 15 A, 2 polos	1	8.96	8.96
Cilindros MGCMB20-125	2	283.4	566.8
Cilindros	2	316.95	633.9
Cilindro MXS12-20BS	1	377.2	377.2
Cilindro MGQM12-50	1	131	131
Cilindro MGQM 12-75	1	138	138
Celda de carga	1	1520	1520
Canaleta 1.25"X1.12" (canaleta ranurada de 25x30)	10	7.12	71.2
Cables 22(7) UL azul 500 pies	1	40.27	40.27
Cables 22(7) UL rojo 200 pies	1	19.33	19.33
Cables 22(7) UL negro 200 pies	1	19.33	19.33
Cable verde/amarillo #14AWG	1	38.43	38.43
Cable rojo #18AWG 500 pies	1	68.81	68.81
Cable rojo #14AWG 100 pies	1	38.43	38.43
Cable negro #18AWG 500 pies	1	68.81	68.81
Cable negro #14AWG 100 pies	1	38.43	38.43
Cable multifibra 5 hilos	1	0.1	0.1

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

Cable de 3 hilo 14 AWG – 50 pies	1	67	67
Cable azul #18AWG 500 pies	1	68.81	68.81
Bus de multiplexado M12	1.25	11	13.75
Brazo articulado para HMI	1	57.36	57.36
Bisagras para perfiles 40 (40x40 metálica universal)	12	11.67	140.04
Base de relé seguridad (Omron)	6	25.57	153.42
Base de relé control	1	1.68	1.68
Barras 80x80 (perfil aluminio 3mt 80x80mm)	1	274.92	274.92
Barras 80x40 (perfil aluminio 3mt 80x40mm)	1	132.52	132.52
Barras 40x40 (perfil aluminio 3mt 40x40mm)	6	67.25	403.5
Barras cuadradas redondas 40 (perfil aluminio ovalado 3mt 40x40mm)	3	61.31	183.93
Unión angular 4 agujeros para perfil 40 (40x40 tipo triangulo)	48	9.1	436.8
Unión angular 8 agujeros para perfil 80 (reforzada para perfil 80x80)	24	11.67	280.08
Unión angular 2 agujeros para perfil (40x40)	48	3.76	180.48
Amplificador de voltaje	1	844	844
Carril din de aluminio 35 x 7.5 mm x 2m	1	4.38	4.38
Carril din de aluminio 35 x 7.5 mm x 2m	1	4.38	4.38
Aluminio 1 pies x 4" x 2"	1	95.93	95.93
Aluminio 12 pies x 2" x 1/4"	1	52.41	52.41
Aluminio 4 pies x 4 pies x 3/4"	0.25	1,285.37	321.35
Aluminio 4 pies x 4 pies x 3/4"	1	1281.65	1281.65
Aluminio 3 pies x 8" x 1/2"	2	118.57	237.14
Aluminio 2 pies x 1 pies x 3/8"	2	90.59	181.18
Acople macho rosca hembra de 1/4"NPT SMC MOD. KK130P-N02F	6	11.25	67.5
Acople hembra SMC rosca macho de 1/4"NPT MOD. KK130S-N02MS	6	11.25	67.5
Acople hembra SMC rosca hembra de 1/4" MOD. KK130S-N02F	6	3.05	18.3
7 pies (cable de conexión rj45 cat6 7 pies)	2	6.72	13.44
20 pies (cable de conexión rj45 cat6 50 pies)	2	19.48	38.96

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

Conmutadores Ethernet de 5 puertos no administrados de 10/100 Mbps	1	54.98	54.98
Acople hembra SMC rosca hembra de 1/8" modelo kk130s-n02f	1	17.52	17.52
		Total	41,643.41

Tabla 14. Costo de componentes de la máquina FTB.

El proceso de fabricación de esta máquina tiene una duración de 6 meses, donde consideramos que 10 técnicos tienen la capacidad para desarrollarlo. (Ver diagrama Gantt en anexos, tabla 2).

7.2 Análisis de la inversión

Con la capacidad para la que fue diseñada la máquina FTB, se estima que estaría generando una ganancia en ventas de US\$ 5,550,000.00 mensuales a la empresa, a lo que corresponde alrededor de US\$ 66,600,000.00 al año.

Suponiendo que la producción de este nuevo equipo sea de un 90% de lo establecido (alrededor de unos 10,500 uds), la ganancia en ventas serían unos US\$ 4,995,000.00 mensuales, correspondiente a unos US\$ 59,940,000.00 anuales.

En tanto, la utilidad obtenida con el equipo actual es de unos US\$ 4,757,142.86 mensuales con un precio unitario de US\$ 17.62, lo que equivale a US\$ 53,280,000.00 al año. Por lo que la diferencia entre los beneficios del equipo actual con respecto al nuevo son de unos US\$ 237,857.14 al mes, generando una utilidad de US\$ 2,854,285.71 extra al año.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

Con el presupuesto anterior descrito, observamos que se necesitaría invertir unos US\$ 41,643.41 para la obtención de un equipo mejorado.

Cálculos de beneficios	Total US\$
Costo unitario de breaker	\$17.62
Beneficios proyectados de máquina mejorada	\$5,550,000.00
Beneficios actual de máquina mensual	\$4,757,142.86
Inversión de mejora	\$41,643.41
El 90% del beneficio proyectado	\$4,995,000.00
Diferencia en beneficios	\$237,857.14
Promedio anual en beneficios	\$2,854,285.71

Tabla 15. Cálculos de beneficios.

7.3 Costos de operaciones

En esta línea de producción de esta empresa, actualmente se generan diferentes tipos de costos de operaciones, pero consideramos los más frecuentes: costos por reparación, materiales, mantenimiento y costos de mano de obra:

Parámetros	Costo US\$	Promedio mensual enviados a reparación por defectos	Total US\$ actual mensual	Total US\$ actual anual
Mano de obra	37.74	401	\$15,133.74	\$181,604.88
Reparación	7.16	401	\$2,871.16	\$34,453.92
Materiales	10.5	401	\$4,210.50	\$50,526.00
Mantenimiento preventivo	250	1	\$250.00	\$3,000.00
Mantenimiento correctivo	540	4	\$2,160.00	\$25,920.00
		Total	\$24,625.40	\$295,504.80

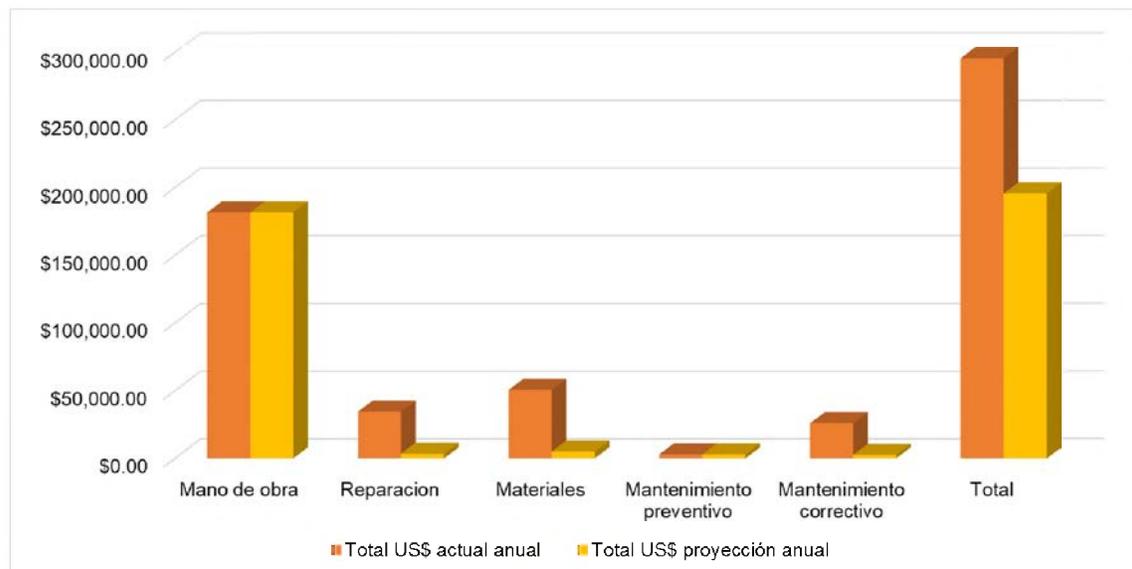
Tabla 16. Costos de operaciones actuales.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

Se ha proyectado, que a través de la ejecución de este proyecto, se reducirían el 90% de los costos de operaciones de reparaciones, materiales y mantenimiento correctivo:

Parámetros	Costo US\$	Promedio mensual enviados a reparación por defectos	Total US\$ proyección mensual	Total US\$ proyección anual
Mano de obra	37.74	401	\$15,133.74	\$181,604.88
Reparación	7.16	401	\$287.12	\$3,445.39
Materiales	10.5	401	\$421.05	\$5,052.60
Mantenimiento preventivo	250	1	\$250.00	\$3,000.00
Mantenimiento correctivo	540	4	\$216.00	\$2,592.00
Total			\$16,307.91	\$195,694.87

Tabla 17. Costos de operaciones reducidos



Gráfica 12. Diferencia en ahorros anuales actual vs proyección.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

Determinando de esta manera un ahorro para la empresa de unos US\$ 8,317.49 mensuales, y US\$ 99,809.93 anuales, equivalente a un 66% en costos de operaciones.

En cuanto a la unidad de breaker, que actualmente tiene un costo en venta de US\$ 17.67, determinado de la siguiente manera: 45% del costo corresponde a los materiales, generando una ganancia a la empresa de un 55% del mismo. Con la ejecución de este proyecto, los costos de materiales son reducidos a un 36%, es decir, son reducidos en un 90%, mientras que la ganancia para la empresa aumentaría en 64%.

7.4 Valor actual neto

El VAN o valor actual neto, nos indica el valor presente de un determinado flujo de caja futuro. Se ha utilizado la siguiente tabla correspondiente al flujo de efectivo en un periodo de 5 años:

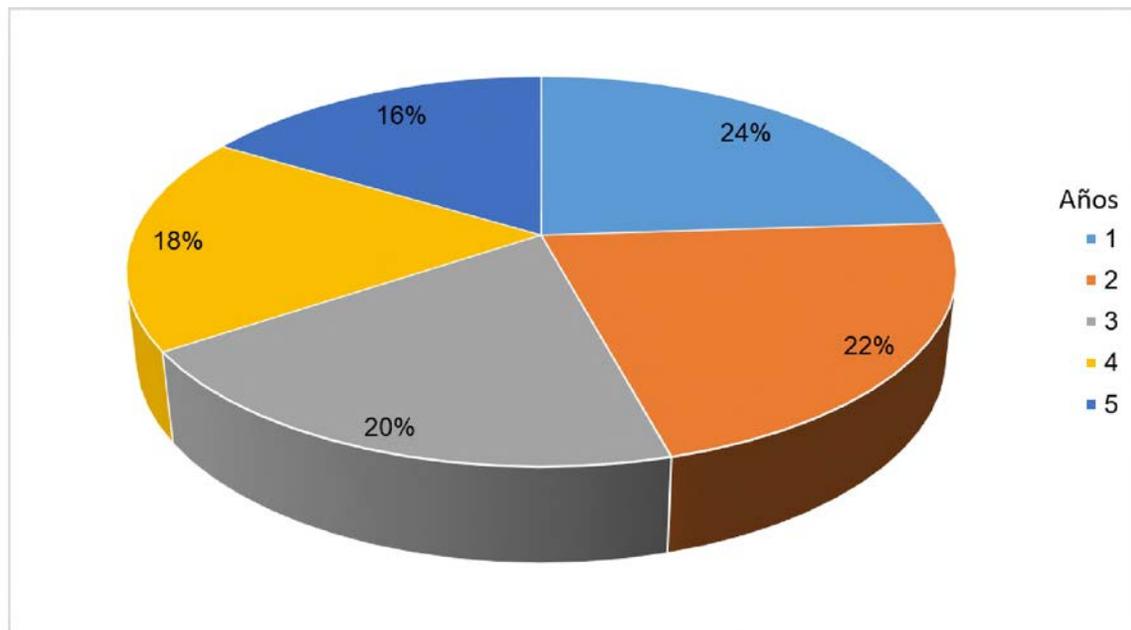
Años	Promedio anual	Factor de actualización	Valor total de beneficios US\$	Porcentaje
1	\$ 2,854,285.71	1.1	\$ 2,594,805.19	24%
2	\$ 2,854,285.71	1.21	\$ 2,358,913.81	22%
3	\$ 2,854,285.71	1.331	\$ 2,144,467.10	20%
4	\$ 2,854,285.71	1.4641	\$ 1,949,515.55	18%
5	\$ 2,854,285.71	1.61051	\$ 1,772,286.86	16%
Total	\$ 14,271,428.57		\$ 10,819,988.52	100%

Tabla 18. Proyección de beneficios (5 años).

$$\text{VAN} = - 41,643.41 + 10,819,988.52 - 978,474.36 = \text{US\$ } 9,799,870.7$$

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

Nos indica que el proyecto es rentable, y se considera factible realizar la inversión.



Gráfica 13. Porcentaje de beneficios proyectados anuales.

CAPITULO VIII: CONSIDERACIONES

8.1 Conclusión

A partir de la implementación de este proyecto, fue posible comprobar que existe una gran cantidad de problemas en cuanto a la máquina en cuestión, que pueden generar demoras considerables a lo largo de toda la línea de producción de breakers eléctricos, por lo que para buscar soluciones que mostrarán resultados permanentes, se hizo el enfoque en colocar una máquina nueva, la cual podría disminuir de manera significativa la cantidad de paradas por fallas.

El mantenimiento correctivo genera tardanzas en la producción porque se cuenta con una línea secuencial cuyos procesos dependen del anterior, entonces si se genera una parada, esta se refleja directamente en las unidades que son entregadas. Toda falla que requiera detener las máquinas se presenta en esta máquina, representa una demora y lo que la empresa desea es disminuirla.

Para todo lo mencionado anterior se ha puesto a consideración que es necesario mejorar la productividad dentro de la empresa, y revisar una propuesta o un plan estratégico y eficaz.

Para lograr los objetivos planteados, hemos propuesto invertir en un nuevo equipo el cual permitirá un ahorro de un 66% equivalente a unos US\$ 99,809.93 anuales,

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

a la empresa en cuanto a costos de operaciones, generando una utilidad extra de unos US\$ 237,857.14 al mes.

8.2 Recomendaciones

Se recomienda a la industria de manufactura la implementación de esta mejora debido a que este proyecto le estaría dando beneficios tanto en aumentar la productividad de la línea, como obtener un ahorro en costos de operaciones, lo que estaría incrementando las ganancias del negocio.

Suponiendo que en los datos de productividad calculados se mantenga el porcentaje de producción aceptadas de un 96% en cuanto a calidad, proyectando con la mejora propuesta una disponibilidad de la nueva máquina de un 99%, y un rendimiento de un 95%, obtenemos:

$$\text{O.E. } E = 0.96 * 0.99 * 0.95 = 0.90 * 100 = 90\%$$

Durante la investigación de este proyecto, pudimos identificar otras oportunidades de mejoras, las cuales son:

- Realizar un plan de mantenimiento preventivo, de acuerdo a las recomendaciones que sugiere el diseñador de la máquina para mantenerlo en condiciones óptimas y evitar el incremento en las fallas que se pueden presentar durante el proceso.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

- Crear un plan de entrenamiento con los procesos establecidos para el personal de nuevo ingreso, con el fin de mantener una estandarización en las operaciones.
- Implementar un plan de un sistema de seguridad según estándares establecidos por las certificaciones de la empresa, con el objetivo de ser utilizado para todos los equipos que se introduzcan en el área de producción.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS:

- <https://concepto.de/diagrama-de-flujo/#ixzz65g5Lku1A>
- <https://es.workmeter.com/blog/bid/229017/la-importancia-de-la-productividad-empresarial>.
- <https://www.captio.net/blog/5-herramientas-para-la-mejora-de-procesos>
- <https://www.obs-edu.com/int/blog-investigacion/operaciones/mejora-de-procesos-que-es-el-metodo-de-las-8-fases>
- <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/mantenimiento/eficiencia-general-de-los-equipos-oeef/>
- https://www.une.org/normalizacion_documentos/referencia_normas_iso_iec_reg_tecnica.pdf
- <http://www.eaton.do/EatonCAC/NuestraCompania/Sostenibilidad/index.htm>
- <https://thegrid.rexel.com/en-us/knowledge/electricista-wiki-espanol/w/wiki/702/tipos-de-breaker-y-sus-aplicaciones>
- <http://www.eaton.do/EatonCAC/NuestraCompania/AcercadeNosotros/index.htm>
- <https://www.eaton.com/es/es-es/company/selling-to-eaton.html>

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

- <https://bluered.es/blog/oeo-medida-y-gestion-de-la-eficiencia-de-las-maquinas-o-equipos-2/>
- <https://www.significados.com/metodologia-de-la-investigacion/>
- https://www.google.com/aclk?sa=l&ai=DChcSEwiOnImg5MHmAhVJvsAKHXuyDmQYABAAGgJpbQ&sig=AOD64_0N5R6VU_IBNsXBQAxYFU4WYMKGbg&q=&ved=2ahUKEwig44Gg5MHmAhUXV80KHQ4ED8sQ0Qx6BAgREAE&adurl
- <https://www.monografias.com/trabajos60/tamano-muestra-archivistica/tamano-muestra-archivistica2.shtml>
- <https://sites.google.com/site/et111221057312211582/suplementos>
- <https://www.sistemasoeo.com/calcular-oeo/>
- <https://youtu.be/2atiOFA-qnQ>

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

ANEXOS

Tabla 1. Categorías O.E.E.

OEE	Valoración	Descripción
0% - 64%	Deficiente (Inaceptable).	Se producen importantes pérdidas económicas. Existe muy baja competitividad.
65% - 74%	Regular.	Es aceptable solo si se está en proceso de mejora. Se producen pérdidas económicas. Existe baja competitividad.
75% - 84%	Aceptable.	Debe continuar la mejora para alcanzar una buena valoración. Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja.
85% - 94%	Buena.	Entra en valores de Clase Mundial. Buena competitividad.
95% - 100%	Excelente.	Valores de Clase Mundial. Alta competitividad.

Tabla de categorías O.E.E.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

Tabla 2. Diagrama Gantt

Número	Nombre	duración	Fecha inicio	Fecha final	Predecesoras
1	Fase de Planeación	2.5 días	23/3/2020	25/3/2020	
2	Reunión de apertura	4 hrs	23/3/2020	23/3/2020	
3	Generar listado materiales	2 días	23/3/2020	25/3/2020	2
4	Requisición materiales	7 días	25/3/2020	5/4/2020	3
5	Aprobaciones PO	38.5 días	5/4/2020	29/5/2020	4
6	Tiempo de llegada de materiales	30 días	1/6/2020	10/7/2020	5
7	Componentes mecánicos	30 días	1/6/2020	10/7/2020	
8	Válvula 5-2 de 1/4	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
9	Colector de 1/4-- 8 estaciones	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
10	FRL 3/8"	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
11	Barras 80x80	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
12	Barras 80x40	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
13	Barras 40x40	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
14	Barras ovaladas 40	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
15	Ruedas con freno 4pulg	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
16	Plancha de lexan 3/8 transparente	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
17	Plancha de lexan 1/4 transparente	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
18	Brazo de HMI	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
19	Angular 2 agujero p/perfil 40	8 días	1/6/2020	10/6/2020	

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

20	Angular cartabón 4 agujeros p/perfil 40	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
21	Angular 8 agujeros perfil 80	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
22	Unión lateral de 5 agujeros perfil 40	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
23	Tornillos M8x1.25---16mm longitud	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
24	Tuercas M8 retractil	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
25	Bisagras p/perfiles 40	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
26	Manubrios	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
27	Uniones ovaladas	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
28	Ferrule de bronce/ 1/4 / p/anclaje	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
29	Anclaje recto 1/4X1/4" c/anilla bronce	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
30	Aluminio 3ft x 8" x 1/2"	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
31	Aluminio 2ft x1ft x 3/8"	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
32	Aluminio 4ft x 4ft x 3/4"	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
33	Aluminio 1ft x 4" x 2"	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
34	Aluminio 12ft x 2" x 1/4"	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
35	Placa de acero 3ft x 6" x 1/2"	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
36	Placa de acero 2ft x 2" x 1"	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
37	Tubo de poliuretano 5/32 transparente (500 pies)	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
38	Tubo de poliuretano 5/32 negro (500 pies)	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
39	Tubo de poliuretano 3/8 transparente (500 pies)	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
40	Tubo de poliuretano 3/8 negro (500 pies)	10 días	1/6/2020	12/6/2020	

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

41	Tubo de poliuretano 1/4 transparente (500 pies)	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
42	Tubo de poliuretano 1/4 negro (500 pies)	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
43	Cilindros MGCMB20-125	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
44	Cilindro MGQM12-50	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
45	Cilindro MGQM 12-75	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
46	Cilindro MXS12-20BS	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
47	Adaptador codo 3/8 tubo x 1/4 NPT	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
48	Adaptador codo 5/32 tubo x 10-32 UNF hembra	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
49	Anclaje recto 1/4 tubo x 1/8 NPT	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
50	Adaptador codo 1/4 tubo x 1/8 NPT	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
51	Adaptador codo 5/32 tubo x 1/8 NPT	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
52	Adaptador codo 1/4 tubo x 1/4 NPT	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
53	Adaptador codo 3/8 tubo x 3/8 NPT	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
54	Tubo T 3/8	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
55	Silenciador neumático 3/8 NPT	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
56	Silenciador neumático 1/8 NPT	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
57	Silenciador neumático 1/4 NPT	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
58	Válvula de pistón	20 días	1/6/2020	26/6/2020	
59	Controlador valvemate 8000 dispensador	20 días	1/6/2020	26/6/2020	
60	Kit de electroválvula, doble	20 días	1/6/2020	26/6/2020	
61	Retenedor sys o 32oz cl / bl	20 días	1/6/2020	26/6/2020	

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

62	Acople macho rosca hembra de 1/4"NPT SMC MOD. KK130P-N02F	20 días	1/6/2020	26/6/2020	
63	Acople hembra SMC rosca macho de 1/4"NPT MOD. KK130S-N02MS	20 días	1/6/2020	26/6/2020	
64	Acople hembra SMC rosca hembra de 1/4" MOD. KK130S-N02F	20 días	1/6/2020	26/6/2020	
65	Prensa SCHMIDT no.23	30 días	1/6/2020	10/7/2020	
66	Tanque acumulador brunner eng--9.8gls -125psi	30 días	1/6/2020	10/7/2020	
67	Dorner conveyor de 3 pies x5 pulg	30 días	1/6/2020	10/7/2020	
68	Componentes electrónicos	30 días	1/6/2020	10/7/2020	
69	7 pies (cable de conexión rj45 cat6 7 pies)	4 días	1/6/2020	4/6/2020	
70	20 pies (cable de conexión rj45 cat6 50 pies)	4 días	1/6/2020	4/6/2020	
71	Indicador verde	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
72	Canaleta 1.25"X1.12"	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
73	Conector de ojo cable #14, tamaño 8	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
74	Conector de ojo cable #18, tamaño 10	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
75	Panel de cerramiento 400x400x200	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
76	Motor de conveyor	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
77	Panel 12" x 16"	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
78	Panel 20" x 20"	8 días	1/6/2020	10/6/2020	
79	Cable de relé de seguridad Keyence	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
80	Control PLC	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
81	Expansión IN/OUT análoga	10 días	1/6/2020	12/6/2020	

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

82	Expansión IN/OUT digital	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
83	Bloque de contacto de parada de emergencia 2NC	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
84	Relé de control - 2 contactos	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
85	Base de relé control	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
86	Bloques de terminales azul	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
87	Bloques de terminales verdes (tierra)	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
88	Bloques de terminales rojos	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
89	Bloques de terminales negros	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
90	Bloques de terminales grises	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
91	Tapa final de bloques de terminales	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
92	Bloques de terminales, tope final de apertura	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
93	Bloques de terminales de puente	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
94	Carril din de aluminio 35 x 7.5 mm x 2m	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
95	Ferrul negro #16	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
96	Ferrul rojo #18	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
97	Ferrul azul #14	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
98	Cortina de luz de relé de seguridad Keyence	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
99	Cortina de luz de seguridad Keyence	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
100	Disyuntor 15 A, 2 polos	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
101	Contactador 3 polos, 25A	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
102	Fuente de alimentación 24VDC 10A	10 días	1/6/2020	12/6/2020	

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

103	Manejador de motor DC	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
104	Manejador de motor AC	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
105	Pantalla manejador de motor AC	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
106	Carril din de aluminio 35 x 7.5 mm x 2m	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
107	Palanca de encendido selectora para panel de puerta	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
108	Selector de eje manual	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
109	HMI	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
110	Puerto Ethernet, montaje en panel	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
111	ELC Módulo de red	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
112	Conector 110Vac	10 días	1/6/2020	12/6/2020	
113	Empuje de emergencia de parada de emergencia	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
114	Relé de seguridad (Omron)	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
115	Base de relé de seguridad (Omron)	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
116	Conector circular 16POS panel	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
117	Conector circular 16POS cable	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
118	Tapa conector circular 16POS	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
119	Pin, 18 AWG, 16 AWG	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
120	Pinza de presión, 16 AWG	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
121	Sensores magnético	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
122	Sensores óptico	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
123	Amplificador de voltaje	15 días	1/6/2020	19/6/2020	

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

124	Rotura de carga, 16 A, 400 V, 3 polos - base de palanca de encendido	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
125	Conmutadores Ethernet de 5 puertos no administrados de 10/100 Mbps	15 días	1/6/2020	19/6/2020	
126	Lógica de seguridad	20 días	1/6/2020	26/6/2020	
127	Cable rojo #18AWG 500 pies	20 días	1/6/2020	26/6/2020	
128	Cable rojo #14AWG 100 pies	20 días	1/6/2020	26/6/2020	
129	Cable negro #18AWG 500 pies	20 días	1/6/2020	26/6/2020	
130	Cable negro #14AWG 100 pies	20 días	1/6/2020	26/6/2020	
131	Cable azul #18AWG 500 pies	20 días	1/6/2020	26/6/2020	
132	Cable verde/amarillo #14AWG	20 días	1/6/2020	26/6/2020	
133	Cable de 3 hilo 14 AWG – 50 pies	20 días	1/6/2020	26/6/2020	
134	Conector PG 16	20 días	1/6/2020	26/6/2020	
135	Conector PG 21	20 días	1/6/2020	26/6/2020	
136	Conector PG 29	20 días	1/6/2020	26/6/2020	
137	Desconectivo	20 días	1/6/2020	26/6/2020	
138	Transmisión (unidad de índice de serie Camco RDM) 12 posiciones	30 días	1/6/2020	10/7/2020	
139	Porta fusible	30 días	1/6/2020	10/7/2020	
140	Celda de carga	30 días	1/6/2020	10/7/2020	
141	Actualización de diseños	6 días	25/3/2020	4/4/2020	3
142	Integración - máquina FTB	94.19 días	13/4/2020	25/8/2020	
143	Fabricación y ensamble	74.63 días	13/4/2020	28/7/2020	6FS-8d

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

144	Plataforma de máquina	5.13 días	18/5/20 20	25/5/20 20	
145	Corte, refrenado y roscado de barras para patas y soporte de estructura	8 hrs	18/5/20 20	19/5/20 20	
146	Corte y mecanizado de tope	2 hrs	22/5/20 20	22/5/20 20	145
147	Fabricación de base de ruedas -----x4	3 hrs	22/5/20 20	22/5/20 20	146
148	Ensamble de estructura	7 hrs	22/5/20 20	25/5/20 20	147
149	Ensamble de estructura para acumulador de aire	1 hr	25/5/20 20	25/5/20 20	148
150	Plato y fixtures	60 días	13/4/20 20	7/7/202 0	
151	Fabricación de fixtures-----x12	14 días	18/5/20 20	1/6/202 0	
152	Templado de fixtures-----x12(externo)	7 días	1/7/202 0	7/7/202 0	151
153	Fabricación de plato-----externo	26.6 días	13/4/20 20	11/7/20 20	
154	Estación de acomodador	34 días	3/6/202 0	20/7/20 20	
155	Corte y refrenado de barras para torre	3 hrs	3/6/202 0	16/6/20 20	
156	Fabricación de base de cilindro	4 hrs	6/7/202 0	6/7/202 0	
157	Fabricación de pieza acomodador	2 hrs	6/7/202 0	6/7/202 0	
158	Ensamble de estación acomodador	8 hrs	20/7/20 20	20/7/20 20	157,149,152
159	Prensado y preparación de prensa	19.63 días	1/7/202 0	28/7/20 20	144
160	Fabricación de vástago	2 hrs	3/7/202 0	3/7/202 0	
161	Fabricación de fixture frame	4 hrs	6/7/202 0	6/7/202 0	160
162	Corte, refrenado de barras para nivelador de plato-----x4	3 hrs	26/7/20 20	26/7/20 20	161
163	Construcción de pieza de teflón para nivelador de plato--x4	2 hrs	6/7/202 0	6/7/202 0	162

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

164	Fijación de presa en tope	6 hrs	9/7/2020	9/7/2020	163,152
165	Instalación de celda de carga y ajuste	1 hr	9/7/2020	9/7/2020	164
166	Ensamble y preparación	2 días	6/7/2020	8/7/2020	165
167	Estación/es de grasa	31.38 días	3/6/2020	16/7/2020	144
168	Corte y refrenado de barras para torre	2 hrs	3/6/2020	3/6/2020	
169	Fabricación de base de cilindro/s	3 hrs	14/7/2020	14/7/2020	168
170	Fabricación de bases para aplicador	4 hrs	14/7/2020	14/7/2020	169
171	Fabricación para base de tubo de grasa	4 hrs	14/7/2020	15/7/2020	170
172	Fabricación de base para controlador de grasa	4 hrs	15/7/2020	15/7/2020	171
173	Instalación y ensamble de componentes y piezas	4 hrs	15/7/2020	16/7/2020	172
174	Estación de expulsión	3.25 días	15/7/2020	20/7/2020	144
175	Fabricación de base de cilindro	20 hrs	15/7/2020	17/7/2020	
176	Fabricación de pieza expulsora	6 hrs	17/7/2020	20/7/2020	175
177	Conveyor de salida	21.94 días	15/6/2020	14/7/2020	144,150
178	Corte y refrenado de barras para estructura	4 hrs	15/6/2020	15/6/2020	
179	Guías laterales de conveyors	3 hrs	8/7/2020	8/7/2020	178
180	Base de motor	4 hrs	8/7/2020	8/7/2020	179
181	Mecanizado de piñones	2 hrs	8/7/2020	9/7/2020	180
182	Adaptación de cadena	1 hr	9/7/2020	9/7/2020	181
183	Adaptación de motor	0.5 hrs	9/7/2020	9/7/2020	182
184	Cover /guarda de motor	5 hrs	9/7/2020	9/7/2020	183

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

185	Ensamble de estructura de conveyor	3 días	9/7/2020	14/7/2020	184
186	Estación de segregado	4.25 days	14/7/2020	21/7/2020	177
187	Rampas para salida de breakers----x2	8 hrs	14/7/2020	15/7/2020	
188	Fabricación base de cilindro segregador	8 hrs	15/7/2020	16/7/2020	187
189	Mordaza de cilindro	3 hrs	16/7/2020	17/7/2020	188
190	Base de sensor	1 hr	17/7/2020	17/7/2020	189
191	Guardas de rampas	4 hrs	17/7/2020	17/7/2020	190
192	Guarda de conveyor	7 hrs	17/7/2020	20/7/2020	191
193	Ensamble de estación segregado	3 hrs	20/7/2020	21/7/2020	192
194	Guarda superior/seguridad	2.5 days	1/7/2020	3/7/2020	
195	Corte, refrenado y roscado de barras	6 hrs	1/7/2020	1/7/2020	
196	Ensamble de estructura	4 hrs	1/7/2020	2/7/2020	195,148
197	Corte de LEXAN	6 hrs	2/7/2020	2/7/2020	196
198	Instalación y ajuste de LEXAN	4 hrs	3/7/2020	3/7/2020	197
199	Instalación de componentes electrónicos	2.25 days	3/7/2020	7/7/2020	194
200	Panel de 24V	2 hrs	3/7/2020	3/7/2020	
201	Panel de 220V	3 hrs	3/7/2020	6/7/2020	200
202	Desconectivo	3 hrs	6/7/2020	6/7/2020	201
203	Construcción de bases para botoneras	3 hrs	6/7/2020	6/7/2020	202
204	Construcción de base para apilar luces	3 hrs	6/7/2020	7/7/2020	203
205	Construcción de accesorios para cortina	3 hrs	7/7/2020	7/7/2020	204

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

206	Instalación de brazo de HMI	1 hr	7/7/2020	7/7/2020	205
207	Estación de alimentación o carga	0.63 días	3/7/2020	6/7/2020	194
208	Fabricación de base extensora de plato	3 hrs	3/7/2020	3/7/2020	
209	Fabricación de base para bandeja/bin de base	2 hrs	3/7/2020	6/7/2020	208
210	Instalación de índice de serie CAMCO y preparación	1.13 días	8/7/2020	9/7/2020	150
211	Fijación de índice al tope	2 hrs	8/7/2020	8/7/2020	
212	Ensamble de plato y fixtures	2 hrs	8/7/2020	8/7/2020	211
213	Covertura para agujero central	1 hr	8/7/2020	8/7/2020	212
214	Alineación de tope con fixture de plato y fixture de prensa	4 hrs	8/7/2020	9/7/2020	213
215	Instalaciones neumáticas	0.88 días	3/7/2020	6/7/2020	199SS
216	Instalación de FRL	1 hr	3/7/2020	3/7/2020	
217	Fabricación e instalación base para válvulas	2 hrs	3/7/2020	3/7/2020	216
218	Instalación de accesorios neumáticos a sistema de grasa, cilindros, prensa, válvulas , etc.	4 hrs	3/7/2020	6/7/2020	217
219	FTB - BRHR - Parte electrónica y sus dependencias mecánicas.	20 días	21/7/2020	18/8/2020	143
220	1. Alambrado de paneles	8.81 días	21/7/2020	31/7/2020	
221	a. Panel #1: control y seguridad	7.06 días	21/7/2020	30/7/2020	
222	i. Búsqueda y selección de panel	0.5 hrs	21/7/2020	21/7/2020	
223	ii. Búsqueda y recolección de materiales para mecanizar el panel (carriles din, canaletas, puertos, etc...)	0.5 hrs	21/7/2020	21/7/2020	
224	iii. Mecanizar el panel	2 hrs	21/7/2020	21/7/2020	222,223

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

225	iv. Delegación de espacio para componentes electrónicos internos	0.5 hrs	21/7/20 20	21/7/20 20	224
226	v. Búsqueda y recolección de componentes electrónicos	1.5 hrs	21/7/20 20	21/7/20 20	225
227	vi. Colocación y/o fijación de componentes	0.5 hrs	21/7/20 20	21/7/20 20	226
228	vii. Alambrado de componentes	6.44 días	21/7/20 20	30/7/20 20	
229	1. PLC de seguridad	6.44 días	21/7/20 20	30/7/20 20	
230	a. Alambrado de retroalimentación de relé de seguridad	1 hr	21/7/20 20	21/7/20 20	227
231	b. Alambra señales de prueba a borneras	0.5 hrs	21/7/20 20	21/7/20 20	230
232	c. Periféricos de seguridad	6.25 días	22/7/20 20	30/7/20 20	
233	i. Cortina de seguridad	0.13 días	22/7/20 20	22/7/20 20	
234	1. Alambrado y ruteo de cables a controlador	0.5 hrs	22/7/20 20	22/7/20 20	231
235	2. Alambrado de salida OSSD controlador de cortinas a PLC de seguridad	0.5 hrs	22/7/20 20	22/7/20 20	234
236	ii. Botones de seguridad	0.5 días	28/7/20 20	29/7/20 20	
237	1. Mecanizado de base	1 hr	28/7/20 20	28/7/20 20	235
238	2. Fijación en el frame de la máquina	1 hr	28/7/20 20	28/7/20 20	237
239	3. Alambrado y ruteo de conexión interna en panel	1 hr	28/7/20 20	28/7/20 20	238
240	4. Alambrado y ruteo de conexión externa	1 hr	29/7/20 20	29/7/20 20	239
241	iii. Interruptor de bloqueo de llave	1.13 días	29/7/20 20	30/7/20 20	
242	1. Mecanizado de base	3 hrs	29/7/20 20	29/7/20 20	240
243	2. Fijación en el frame de la máquina	5 hrs	29/7/20 20	30/7/20 20	242
244	3. Alambrado y ruteo de conexión interna en panel	1 hr	30/7/20 20	30/7/20 20	243

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

245	2. PLC de control	1.13 días	23/7/20 20	24/7/20 20	
246	a. Alambrado de entradas/salidas a borneras	3 hrs	23/7/20 20	24/7/20 20	244
247	b. Alambrado de entradas/salidas a conector RCPT HSNG (conector rápido negro de pines)	5 hrs	24/7/20 20	24/7/20 20	246
248	c. Cablear intercomunicación con PLC de seguridad	1 hr	24/7/20 20	24/7/20 20	247
249	3. Módulo celda de carga	1.88 días	24/7/20 20	28/7/20 20	
250	a. Alambrado a módulo análogo de PLC	1 hr	24/7/20 20	24/7/20 20	248
251	b. Ruteo, conexión y fijación de cables con celda de carga	1 hr	28/7/20 20	28/7/20 20	250
252	4. Interruptor de Eternet	1.56 días	27/7/20 20	28/7/20 20	
253	a. Alambrado de alimentación	0.8 hrs	27/7/20 20	27/7/20 20	251
254	b. Conexión con puerto UTP	0.5 hrs	27/7/20 20	27/7/20 20	253
255	c. Ruteo y alambrado con demás periféricos	0.5 hrs	28/7/20 20	28/7/20 20	254
256	viii. Fijación de panel en la máquina	2 hrs	28/7/20 20	28/7/20 20	255
257	b. Panel #2: Potencia	4 días	28/7/20 20	31/7/20 20	
258	i. Búsqueda y selección de panel	1 hr	28/7/20 20	28/7/20 20	256
259	ii. Búsqueda y recolección de materiales para mecanizar el panel (carril din, canaletas, puertos, etc...)	2 hrs	28/7/20 20	28/7/20 20	258
260	iii. Mecanizar el panel	2 hrs	28/7/20 20	29/7/20 20	259
261	iv. Delegación de espacio para componentes electrónicos internos	1 hr	29/7/20 20	29/7/20 20	260
262	v. Búsqueda y recolección de componentes electrónicos	2 hrs	29/7/20 20	29/7/20 20	261
263	vi. Colocación y/o fijación de componentes	1 hr	29/7/20 20	30/7/20 20	262

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

264	vii. Alambrado de componentes	1.56 días	30/7/20 20	31/7/20 20	
265	1. Manejador del motor	1 day	30/7/20 20	31/7/20 20	
266	a. Fijación en la puerta de panel	2 hrs	30/7/20 20	30/7/20 20	263
267	b. Alambrado de entradas/salidas a conector RCPT HSNG (conector rápido negro de pines)	2 hrs	30/7/20 20	30/7/20 20	266
268	c. Ruteo y alambrado conexión a motor	1.5 hrs	30/7/20 20	30/7/20 20	267
269	d. Ruteo y conexión con HMI	1 hr	30/7/20 20	30/7/20 20	268
270	e. Alambrado de lógica de “shut down” o “apagado”	1.5 hrs	30/7/20 20	31/7/20 20	269
271	2. Manejador del conveyor	0.13 días	31/7/20 20	31/7/20 20	
272	a. Alambrado de entradas/salidas a conector RCPT HSNG (conector rápido negro de pines)	0.5 hrs	31/7/20 20	31/7/20 20	270
273	b. Ruteo y alambrado conexión a motor	0.5 hrs	31/7/20 20	31/7/20 20	272
274	3. Fuente alimentación	0.44 días	31/7/20 20	31/7/20 20	
275	a. Alambrado y ruteo de conexión vía puerto RCPT HSNG	1.5 hrs	31/7/20 20	31/7/20 20	273
276	b. Mecanizado de “tirador de puerta eaton”	1 hr	31/7/20 20	31/7/20 20	275
277	c. Fijación y alineación con base de desconectivo interno	1 hr	31/7/20 20	31/7/20 20	276
278	viii. Fijación del panel en la máquina	3 hrs	31/7/20 20	31/7/20 20	277
279	2. Válvulas de control	2.2 días	3/8/202 0	5/8/202 0	
280	a. Búsqueda y selección de válvulas	1.8 hrs	3/8/202 0	3/8/202 0	278
281	b. Mecanizado bloque para bases	0.8 hrs	3/8/202 0	3/8/202 0	280
282	c. Ensamble de válvulas	0.5 hrs	3/8/202 0	3/8/202 0	281

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

283	d. Colocación y fijación de válvulas en la base de la maquina	1 hr	3/8/2020	3/8/2020	282
284	e. Diseño de soporte para ruteo de conexiones neumáticas	1.5 hrs	3/8/2020	3/8/2020	283
285	f. Mecanizado y fijación de soportes neumáticos	2 hrs	3/8/2020	3/8/2020	284
286	g. Ruteo y conexión de válvulas de control, tuberías	5 hrs	3/8/2020	4/8/2020	285
287	h. Alambrado, ruteo y conexión de válvulas de control, cableado	5 hrs	4/8/2020	5/8/2020	286
288	3. FRL	1.25 días	5/8/2020	6/8/2020	
289	a. Búsqueda y selección de componentes	2 hrs	5/8/2020	5/8/2020	287
290	b. Mecanizado de base	3 hrs	5/8/2020	5/8/2020	289
291	c. Ensamble de FRL	1 hr	5/8/2020	5/8/2020	290
292	d. Colocación y fijación de FRL en la base de la máquina	1 hr	5/8/2020	6/8/2020	291
293	e. Ruteo y conexión de válvulas de control, tuberías	2 hrs	6/8/2020	6/8/2020	292
294	f. Alambrado, ruteo y conexión de válvulas de control, cableado	1 hr	6/8/2020	6/8/2020	293
295	4. Alambrado de conexiones neumáticas y eléctricas de las estaciones	3.2 días	6/8/2020	11/8/2020	
296	a. Búsqueda y recolección:	0.13 días	6/8/2020	6/8/2020	
297	i. Anclaje	0.25 hrs	6/8/2020	6/8/2020	294
298	ii. Tuberías flexibles ¼	0.25 hrs	6/8/2020	6/8/2020	297
299	iii. Tuberías flexibles 3/8	0.25 hrs	6/8/2020	6/8/2020	298
300	iv. Abrazaderas	0.25 hrs	6/8/2020	6/8/2020	299

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

301	b. Mecanizado y fijación de pieza para bases de conexiones neumáticas	1.5 hrs	6/8/2020	6/8/2020	300
302	c. Estación 0:	0.13 días	6/8/2020	6/8/2020	
303	i. Alambrado y ruteo de sensor de camshaft	1 hr	6/8/2020	6/8/2020	301
304	d. Estación de presencia:	0.23 días	6/8/2020	7/8/2020	
305	i. Fijación de 1 sensor óptico en la base	0.5 hrs	6/8/2020	6/8/2020	303
306	ii. Fijación de base para roscas de sensores	0.5 hrs	6/8/2020	7/8/2020	305
307	iii. Ruteo de conexión eléctrica de los sensores	0.8 hrs	7/8/2020	7/8/2020	306
308	e. Estación 1:	0.39 días	7/8/2020	7/8/2020	
309	i. Fijación de 2 sensores magnéticos en el cilindro	0.5 hrs	7/8/2020	7/8/2020	307
310	ii. Fijación de base para roscas de sensores	0.5 hrs	7/8/2020	7/8/2020	309
311	iii. Ruteo de conexión eléctrica de los sensores	0.8 hrs	7/8/2020	7/8/2020	310
312	iv. Colocación de adaptador en el cilindro	0.5 hrs	7/8/2020	7/8/2020	311
313	v. Conexión y ruteo de tuberías	0.8 hrs	7/8/2020	7/8/2020	312
314	f. Estación 2:	0.56 días	7/8/2020	10/8/2020	
315	i. Fijación de 1 sensor inductivo en el cilindro	0.5 hrs	7/8/2020	7/8/2020	313
316	ii. Colocación y fijación de una celda de carga	0.8 hrs	7/8/2020	7/8/2020	315
317	iii. Fijación de base para roscas de sensores	0.8 hrs	7/8/2020	7/8/2020	316
318	iv. Ruteo de conexión eléctrica de los sensores	0.8 hrs	7/8/2020	7/8/2020	317
319	v. Colocación de adaptador en el cilindro	0.8 hrs	7/8/2020	7/8/2020	318
320	vi. Conexión y ruteo de tuberías	0.8 hrs	7/8/2020	10/8/2020	319
321	g. Estación 3:	0.46 días	10/8/2020	10/8/2020	

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

322	i. Fijación de 2 sensores magnéticos en el cilindro	0.5 hrs	10/8/20 20	10/8/20 20	320
323	ii. Fijación de base para roscas de sensores	0.8 hrs	10/8/20 20	10/8/20 20	322
324	iii. Ruteo de conexión eléctrica de los sensores	0.8 hrs	10/8/20 20	10/8/20 20	323
325	iv. Colocación de adaptador en el cilindro	0.8 hrs	10/8/20 20	10/8/20 20	324
326	v. Conexión y ruteo de tuberías	0.8 hrs	10/8/20 20	10/8/20 20	325
327	h. Estación 4:	0.53 días	10/8/20 20	11/8/20 20	
328	i. Fijación de 4 sensores magnéticos en el cilindro	1 hr	10/8/20 20	10/8/20 20	326
329	ii. Fijación de base para roscas de sensores	0.8 hrs	10/8/20 20	10/8/20 20	328
330	iii. Ruteo de conexión eléctrica de los sensores	0.8 hrs	10/8/20 20	10/8/20 20	329
331	iv. Colocación de adaptador en el cilindro	0.8 hrs	10/8/20 20	10/8/20 20	330
332	v. Conexión y ruteo de tuberías	0.8 hrs	10/8/20 20	11/8/20 20	331
333	i. Estación 5:	0.6 días	11/8/20 20	11/8/20 20	
334	i. Fijación de 2 sensores magnéticos en el cilindro	0.8 hrs	11/8/20 20	11/8/20 20	332
335	ii. Fijación de 1 sensor óptico en el conveyo	0.8 hrs	11/8/20 20	11/8/20 20	334
336	iii. Fijación de base para roscas de sensores	0.8 hrs	11/8/20 20	11/8/20 20	335
337	iv. Ruteo de conexión eléctrica de los sensores	0.8 hrs	11/8/20 20	11/8/20 20	336
338	v. Colocación de adaptador en el cilindro	0.8 hrs	11/8/20 20	11/8/20 20	337
339	vi. Conexión y ruteo de tuberías	0.8 hrs	11/8/20 20	11/8/20 20	338
340	5. Sistema dispensador de grasa EFD	1.05 días	11/8/20 20	12/8/20 20	
341	a. Búsqueda y recolección de componentes	1 hr	11/8/20 20	11/8/20 20	339
342	b. Mecanizado de bases para sostener componentes	0.4 hrs	11/8/20 20	11/8/20 20	341

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

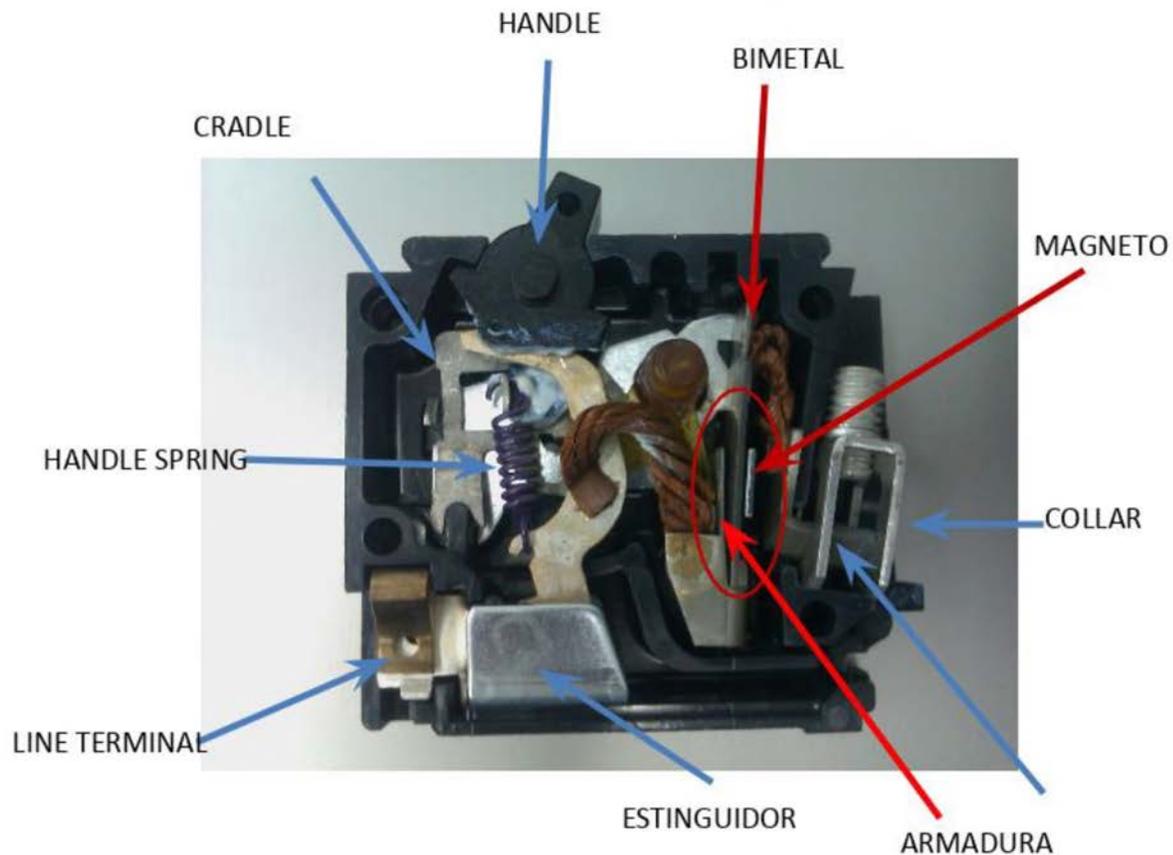
343	c. Colocación y fijación de componentes en el frame de la máquina	1 hr	11/8/20 20	11/8/20 20	342
344	d. Ruteo y conexión de circuito neumáticas	3 hrs	11/8/20 20	12/8/20 20	343
345	e. Ruteo y conexión de circuito eléctrico	3 hrs	12/8/20 20	12/8/20 20	344
346	6. Alambrado de desconectivo	1.33 días	12/8/20 20	14/8/20 20	
347	a. Búsqueda y recolección de componentes	0.8 hrs	12/8/20 20	12/8/20 20	345
348	b. Mecanizado de bases para sostener componentes	5 hrs	12/8/20 20	13/8/20 20	347
349	c. Colocación y fijación de componentes en el frame de la máquina	2 hrs	13/8/20 20	13/8/20 20	348
350	d. Ruteo y conexión de circuito eléctrico	2 hrs	13/8/20 20	13/8/20 20	349
351	e. Ensamble de clavija	0.8 hrs	13/8/20 20	14/8/20 20	350
352	7. HMI	0.75 días	14/8/20 20	14/8/20 20	
353	a. Búsqueda y recolección de componentes	1 hr	14/8/20 20	14/8/20 20	351
354	b. Mecanizado de bases para sostener componentes	3 hrs	14/8/20 20	14/8/20 20	353
355	c. Colocación y fijación de componentes en el frame de la máquina	1 hr	14/8/20 20	14/8/20 20	354
356	d. Ruteo y conexión de circuito eléctrico	1 hr	14/8/20 20	14/8/20 20	355
357	8. Apilación de luces	0.48 días	14/8/20 20	17/8/20 20	
358	a. Búsqueda y recolección de componentes	0.8 hrs	14/8/20 20	14/8/20 20	356
359	b. Mecanizado de bases para sostener componentes	1.5 hrs	14/8/20 20	17/8/20 20	358
360	c. Colocación y fijación de componentes en el frame de la máquina	0.5 hrs	17/8/20 20	17/8/20 20	359
361	d. Ruteo y conexión de circuito eléctrico	1 hr	17/8/20 20	17/8/20 20	360

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

362	9. Luz led RGB indicadores	0.94 días	17/8/20 20	18/8/20 20	
363	a. Búsqueda y recolección de componentes	1 hr	17/8/20 20	17/8/20 20	361
364	b. Mecanizado de bases para sostener componentes	4 hrs	17/8/20 20	17/8/20 20	363
365	c. Colocación y fijación de componentes en el frame de la máquina	1 hr	17/8/20 20	17/8/20 20	364
366	d. Ruteo y conexión de circuito eléctrico	1.5 hrs	18/8/20 20	18/8/20 20	365
367	Validaciones	5 días	18/8/20 20	25/8/20 20	366

Diagrama Gantt.

Imagen 1. Componentes del breaker



“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

Imagen 2. Suplementos

Sistema de suplementos por descanso porcentajes de los Tiempos Básicos¹

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES

	Hombres	Mujeres
A. Suplemento por necesidades personales	5	7
B. Suplemento base por fatiga	4	4

2. SUPLEMENTOS VARIABLES

	Hombres	Mujeres		Hombres	Mujeres
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4		4	45
B. Suplemento por postura anormal				2	100
Ligeramente incómoda	0	1	F. Concentración intensa		
incómoda (inclinado)	2	3	Trabajos de cierta precisión	0	0
Muy incómoda (techado, estirado)	7	7	Trabajos precisos o fatigosos	2	2
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
Peso levantado [kg]			G. Ruido		
2.5	0	1	Continuo	0	0
5	1	2	Intermitente y fuerte	2	2
10	3	4	Intermitente y muy fuerte	5	5
25	9	20 máx	H. Tensión mental		
35.5	22	---	Proceso bastante complejo	1	1
D. Mala iluminación			Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	Muy complejo	8	8
Bastante por debajo	2	2	I. Monotonía		
Absolutamente insuficiente	5	5	Trabajo algo monótono	0	0
E. Condiciones atmosféricas			Trabajo bastante monótono	1	1
Índice de enfriamiento Kata			Trabajo muy monótono	4	4
16	0		J. Tedio		
8	10		Trabajo algo aburrido	0	0
			Trabajo bastante aburrido	2	1
			Trabajo muy aburrido	5	2

¹ Introducción al Estudio del trabajo – segunda edición. OIT. Ejemplo sin valor normativo

Suplementos constantes y variables.

“Propuesta para la mejora de procesos de la máquina FTB (Frame to Base) para el aumento de productividad en una línea de producción en una empresa de manufactura”

HOJA DE EVALUACION

Melitza Jaime Alcántara

Eliza Adelaida Florian Matos

Marcelino Paniagua
Asesor

Miembro del jurado

Miembro del jurado

Presidente del jurado

Ing. Alexis Parra
Director de la escuela de Ing. Industrial

Melitza Jaime Alcántara

Eliza Adelaida Florian Matos

Calificación numérica _____

Calificación numérica _____

Calificación alfabética _____

Calificación alfabética _____

Fecha