



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga  
Departamento de Ciencias Económico Administrativas

**REPORTE FINAL PARA ACREDITAR RESIDENCIA  
PROFESIONAL DE LA CARRERA DE GESTIÓN  
EMPRESARIAL**

**FRANCISCO JAVIER OLVERA CASTILLO.**

**“IMPLEMENTACIÓN DE HOJA DE RUTA PARA LA  
MAQUINA MOD. ASB-F75 PARA TRACTOR DE 110  
A 120 HP”**

**“EQUIPOS FÉNIX”**



Nombre del asesor externo:  
**ING. ROBERTO CARLOS JARA GUERRA.**

Nombre del asesor interno:  
**LIC. JUAN CARLOS PASILLAS SOSA**

## CAPITULO 1: PRELIMINARES

### 2 AGRADECIMIENTOS.

Doy gracias a primeramente a Dios por préstame vida y salud para poder concluir una meta más, un objetivo que en un principio creí muy lejano, le agradezco también por las personas que estuvieron a mi alrededor para motivarme y ayudarme en momentos complicados, donde los ánimos y la confianza decaían, como lo son los Ingenieros Cesar Alvizo, Raúl Serna, Carlos Sánchez y Jorge Luis Gómez, que, para mí, se convirtieron en grandes amigos y confidentes.

Agradecer a “EQUIPOS FENIX” al Ing. Roberto Carlos Jara guerra, por la confianza y lo aprendido durante mis prácticas profesionales en la empresa.

A mi gran familia “La Pipiotera” como nos decía mi abuelo Miguel (†) que me brindan sus mejores deseos en cada etapa de la carrera, a mi abuela Raquelita, por sus oraciones y palabras para seguir dando lo mejor de mí, día con día. A mis padres, Beatriz Castillo y Francisco Olvera, que ellos son ejemplo de esfuerzo, trabajo y dedicación, a mi hermano Kristian, que es todo un guerrero sin inhibiciones, un excelente padre, hermano y amigo.

Pero en especial a mi esposa, Nely y a mis hijos Michelle, Oswaldo y Montserrat, ya que son mi motor, mi motivación y mi fuerza para seguir siempre para adelante, son mi estandarte para buscar en convertirme en su ejemplo a seguir, donde la palabra rendirse y el conformismo no existan.

Hay dos personas muy especiales que fueron parte aguas para cumplir mis metas, el profesor “Tacho Rodríguez” (†) que se convirtió en nuestro gurú y consejero, una de sus frases que nos marcaron a todos sus estudiantes era, “El cielo es su límite, no se rindan ni sean conformistas, no sean cobardes ante los retos de la vida”.

Y con gran dedicataria, este título es para mi hermano Irving (†) que fue quien me insistió para seguir estudiando junto a él, nos demostró que una batalla se pelea hasta el final, que la valentía se lleva en el corazón y con una gran sonrisa.

Hasta el cielo con todo mi amor y cariño, **PIWIS MIL GRACIAS POR TODO.**



**#PORSIEMPRE3**

### 3 RESUMEN.

Equipos Fénix es una empresa en desarrollo apenas cuenta con tres años en el mercado, aun así, se han abierto camino en el mercado gracias a su calidad y costos accesibles de sus productos. A pesar de que sus ventas van en aumento también se van evidenciando las deficiencias dentro de la misma, como lo son: mala asignación de costos de producción, tiempos indefinidos de fabricación, exceso de urgencias por no tener un buen lead time, material en espera por operación inadecuada, y la falta de una herramienta que permita controlar los procesos de producción.

El objetivo principal de este proyecto es la reducción de tiempos de producción del modelo ASB-F75, que es una máquina de arado para subsuelo la cual se desea mejorar los tiempos ciclo de fabricación, además de que es similar y comparte piezas con el modelo ASB-F53 surgen desperdicios de material y de tiempo al generarse equivocaciones a la hora de producirlos.

Después de un análisis de cada proceso se determinó que la estrategia a seguir era el de implementar una herramienta que sirva al operador a identificar paso a paso el flujo de las actividades a realizar, así como el tiempo máximo y materiales necesarios para realizarla. La filosofía Lean Manufacturing será de gran ayuda, ya que sus herramientas de resolución de problemas serán de gran utilidad el utilizar una herramienta como una hoja de ruta, y trabajar mediante el JIT, ya que una empresa en crecimiento como Equipos Fénix no puede darse el lujo de despilfarros ni tener producto terminado sin movimiento de venta.

## INDICE

CAPITULO 1: PRELIMINARES.....	II
2 AGRADECIMIENTOS.....	II
3 RESUMEN. ....	III
INDICE .....	IV
Capítulo 2. GENERALIDADES DEL PROYECTO .....	9
5. INTRODUCCIÓN .....	9
6. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO DE ÁREA DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE, .....	10
Características del área de desarrollo. ....	11
Misión: .....	12
Visión: .....	12
Principales clientes de la empresa. ....	13
Organigrama. ....	14
7. PROBLEMAS A RESOLVER PRIORIZÁNDOLOS.....	15
8. JUSTIFICACIÓN.....	16
9. OBJETIVOS .....	18
OBJETIVO GENERAL.....	18
OBJETIVOS ESPECIFICOS. ....	18
Capítulo 3. MARCO TEÓRICO.....	19
10. MARCO TEÓRICO (FUNDAMENTOS TEÓRICOS). ....	19
Filosofía Lean Manufacturing. ....	19
1. INTEGRAR DATOS .....	21
2. ESQUEMA DE PLAN DE MEJORA .....	21
3. DESPLIEGUE:.....	21
4. ESTABLECIMIENTO DE MEJORAS .....	21
5. ESTANDARIZAR .....	22
6. DEFINIR LA PRODUCCIÓN EN FLUJO .....	22
7. MEDICIÓN DE LOS RESULTADOS .....	22
Diagrama de Ishikawa .....	22
Hoja de ruta.....	24
Capítulo 4 DESARROLLO .....	26
11. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS .....	26
Fases de Lean Manufacturing.....	28
Plan de estandarización.....	31
Etapas de la operación. ....	38

Elaboración de una base de datos para vaciar información .....	52
Definir tiempo de preparación. ....	53
Toma de tiempos de proceso en líneas de producción. ....	54
Capítulo 5. RESULTADOS .....	55
12.RESULTADOS .....	55
13. ACTIVIDADES SOCIALES REALIZADAS EN LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN.....	57
Capítulo 6 CONCLUSIONES .....	58
14.CONCLUSIONES DEL PROYECTO .....	58
Capítulo 7 COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS. ....	59
15. COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS. ....	59
Capítulo 8: FUENTES DE INFORMACIÓN .....	60
Referencias de internet: .....	60
Referencias.....	60
Capítulo 9: ANEXOS .....	61
17. ANEXOS .....	61
18. REGISTROS DE PRODUCTOS (NO APLICA).....	62



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Datos de la empresa equipos fénix .....	10
Tabla 2 Cronograma de actividades .....	27
Tabla 3 Número asignado a cada proceso .....	37
Tabla 4 Descripción de número de máquina por departamentos .....	50
Tabla 5 Códigos de asignación por departamentos .....	51

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Vista exterior de la empresa Equipos Fénix .....	11
Ilustración 2 Vista de área de producción .....	12
Ilustración 3 ciclo del lean manufacturing.....	20
Ilustración 4 Diagrama de Ishikawa.....	23
Ilustración 5 Hoja de ruta .....	25
Ilustración 6 Diagrama de Ishikawa del Mod. ASB-F75 .....	29
Ilustración 7 Tiempos ciclos del mes de marzo .....	30
Ilustración 8 Portada de hoja de ruta .....	33
Ilustración 9 continuación de hoja de ruta (producción).....	34
Ilustración 10 Portada de hoja de ruta ya aplicada en el proceso .....	35
Ilustración 11 Segunda parte de hoja de ruta, ya aplicada al proceso .....	36
Ilustración 12 Acoplamiento de partes con herramientas manuales. ....	38
Ilustración 13 Ajuste de barreno con turbina neumática. ....	38
Ilustración 14 Barrenado .....	39
Ilustración 15 Carga de material para corte en segueta .....	39
Ilustración 16 Carga de material para corte en Pantógrafo.....	40
Ilustración 17 Cincelar y pulir con lija .....	40
Ilustración 18 Corte a segueta.....	41
Ilustración 19 Corte plasma en Pantógrafo .....	41
Ilustración 20 Descarga de material .....	42
Ilustración 21 Esmerilado .....	42
Ilustración 22 Fresado .....	43
Ilustración 23 Lavado de piezas.....	43
Ilustración 24 Machuelado .....	44
Ilustración 25 Oxicorte con equipo manual.....	45
Ilustración 26 Oxicorte en Pantógrafo.....	45
Ilustración 27 Aplicación de pintura en bastidor de arado .....	46
Ilustración 28 Preparación de maquina .....	46
Ilustración 29 Preparación de Operación .....	47
Ilustración 30 Pulido en bastidor, ya terminado.....	47
Ilustración 31 Puntear con Micro alambre .....	48
Ilustración 32 Remachado .....	48
Ilustración 33 Resoldar con micro alambre .....	49
Ilustración 34 Torneado .....	49
Ilustración 35 Tiempos de preparación y graficas .....	53
Ilustración 36 Tiempos ciclos y preparación por pieza .....	54
Ilustración 37 Grafica comparativa de tiempos de ensamble .....	57
Ilustración 38 Grafica comparativa de tiempos de ensamble .....	57



## **CAPÍTULO 2. GENERALIDADES DEL PROYECTO**

### **5. INTRODUCCIÓN**

Al tener poco tiempo en el mercado la empresa “EQUIPOS FÉNIX” ha tenido que ir mejorando problemas de índole administrativo a causa de costos de producción, esto se contrapone contra una de sus mejores estrategias de venta, que es la de ofrecer mejores precios y respetando y mejorando los tiempos de entrega de sus productos.

Es por ello que es de suma importancia, poder redactar datos correctos de la toma de tiempo de producción, costos, materia prima y mano de obra, en cada uno de los productos a realizar y no generar sobre inventarios de materia prima que generan pérdida de espacio y sobretodo de dinero, teniendo un control en estos ámbitos la meta es el de obtener precios reales y competitivos en el mercado.

EQUIPOS FÉNIX, está en constante desarrollo de sus productos, ya que se adapta a lo que sus clientes necesitan, ya sea mediante la creación, modificación o innovación en sus productos. Y al salirse de sus modelos de línea, se tiene que hacer un estudio medible de cada uno de los procesos de producción en equipos nuevos de línea, para posteriormente ofrecerlos en su catálogo de venta.

Si bien el modelo ASB-F75, ya se ha producido, por necesidades del cliente, en la actualidad, no se cuenta con una hoja de ruta, la cual contenga los datos necesarios para su fabricación, para determinar tiempos y costos, a su vez el seguimiento de producción de este modelo nos permitirá, primeramente ubicarlo dentro de la familia de “arado para subsuelo” y en segunda con ayuda de los operadores buscar e implementar mejoras en el proceso de fabricación, como: reducción de tiempos muertos, reducción de scrap y mejoras en tiempo de producción.

6. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO DE ÁREA DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE.

Datos de la empresa

En la tabla 1 se muestran los principales datos de la empresa de Equipos Fénix.

<b>Nombre de la empresa:</b> EQUIPOS FÉNIX.	<b>Giro:</b> Metalmecánica.
<b>Domicilio y teléfono:</b> Blvd. Siglo XXI #2630. Fracc. Pintores Mexicanos. C.P. 20179. Aguascalientes, Ags. Tel. 4494730844 o 4494730845	<b>Principales actividades de la empresa:</b> Fabricación de maquinaria agrícola.
<b>Nombre del asesor de la empresa:</b> Ing. Roberto Carlos Jara Guerra.  <b>Datos del Contacto:</b> 4493860207	<b>Puesto del asesor de la empresa:</b> Encargado de producción.

*Tabla 1 Datos de la empresa equipos fénix*

La empresa Equipos Fénix surge el 01 de agosto del 2018 mediante la visión de la falta de equipos que cubran las necesidades de los agricultores por tener equipos de excelente calidad a un precio accesible. Es así como el Sr. Tobías López Ruiz Velazco formo esta pequeña empresa con un pequeño grupo de trabajo, con 2 socios más, que se encargan del diseño, supervisión de producción y calidad en cada proceso. Aunque solo son 8 operadores la experiencia que tienen cada uno en sus operaciones han logrado posicionarse en pocos años como uno de los mejores, en maquinaria agrícola a nivel local y regional.

## CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE DESARROLLO.

Al ser “Equipos Fénix” una empresa en pleno desarrollo y crecimiento, tiene la necesidad de implementar hojas de ruta para cada uno de los modelos de maquinaria agrícola que se producen en la empresa. Esto con el fin de establecer y fundamentar, costos y tiempos de producción, así como para estandarizar los procesos de producción.

En la actualidad, “Equipos Fénix” cuenta con un catálogo de implementos para tractor, que facilitan los trabajos para la industria agrícola, se cuenta con: Rastra izquierda de tiro excéntrico modelos RTL-F59 del 20 al 32, Rastra de Levante modelo RLV-F80, Rastra de Tritón ligera modelo RTL-F59 con sistema de nivelación, solo por mencionar algunos, en la familia de Arados se cuenta con Arados de subsuelo modelos ASB-F30, ASB-F53, ASB-F75 y ASB-F119, Arado Hidráulico de discos modelo AHD-F83 de 3 Discos y Cultivadoras de Timones fijos modelo CTF-F34.

Cada uno de estos implementos se fabrican en el área de producción de Equipos Fénix y en el siguiente estudio se enfoca en el modelo ASB-F75 que es un Arado de subsuelo, este modelo a diferencia del ASB-F53 es de mayor capacidad ya que lleva 7 cinceles además que el bastidor es más grande y es para tractores de 110 a 120 hp, se han ido modificando estos equipos según las necesidades del cliente.

Equipos Fénix cuenta con las áreas de: Producción, Ingeniería, Mantenimiento, Almacén, Compras y Ventas. La planta cuenta con una superficie de 2,000 mts<sup>2</sup> y se encuentra ubicada en Blvd. Siglo XXI # 2630, Fracc. Pintores Mexicanos, C.P. 20179. Aguascalientes, Ags. Como se muestra en la imagen 1 y 2.



*Ilustración 1 Vista exterior de la empresa Equipos Fénix*



*Ilustración 2 Vista de área de producción*

**MISIÓN:**

Ser una empresa enfocada en la innovación de productos agrícolas para brindar soluciones en el campo mexicano, ofreciendo implementos que cumplan con los altos estándares de calidad que demanda la agricultura nacional.

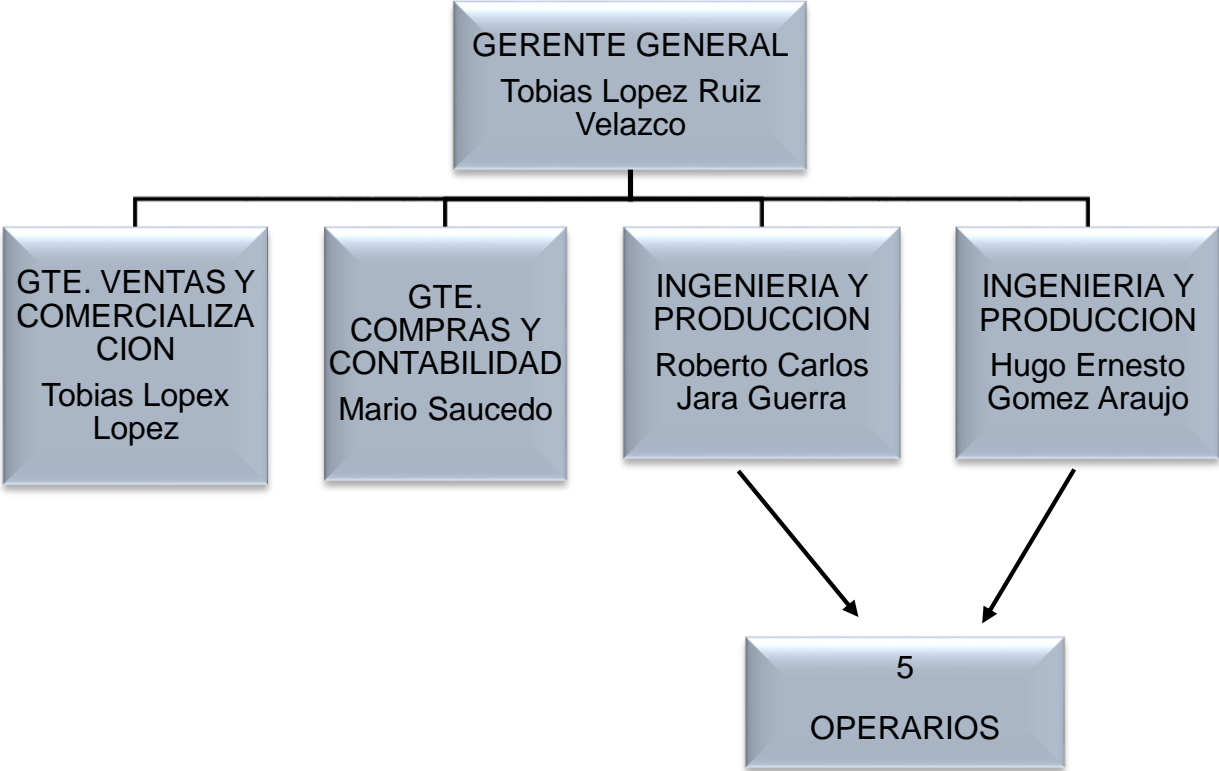
**VISIÓN:**

Lograr ser una empresa y marca reconocida, consolidada, además de estar dentro de los primeros lugares nacionales e internacionales, en la fabricación de implementos agrícolas y seguir innovando en diseños que brinden soluciones aplicadas al campo mexicano.

## **PRINCIPALES CLIENTES DE LA EMPRESA.**

- 1) TRACSA CAT-NEW HOLLAND.
- 2) TRACTORES DE AGUASCALIENTES S.A. DE C.V. (KUBOTA).
- 3) AGROTRACTORES DE AGUASCALIENTES-MASSEY FERGUSON.
- 4) TRACTOSOL-JOHN DEERE.
- 5) AGROALTEÑA S.A. DE C.V.- NEW HOLLAND.
- 6) MADISA-NEW HOLLAND
- 7) AGROSURTE-CASE-IH.
- 8) MAVEPO-MASSEY FERGUSON.

**ORGANIGRAMA.**



## 7. PROBLEMAS A RESOLVER PRIORIZÁNDOS

Equipos Fénix es una empresa que se está posicionando rápidamente en el gusto de los productores agrícolas, ya que sus productos son de buena calidad y con un costo accesible comparado con equipos de renombre. Aunado a esto y a su ya, creciente demanda de venta de equipos, uno de sus mayores problemas es el de asignación de costos de producción, esto es esencial para poder seguir manteniendo los precios accesibles a clientes, pero sin comprometer la economía de la empresa.

A continuación, se presentan los principales puntos a considerar a resolver.

1. Para empezar a fabricar los implementos agrícolas se comienza con una requisición de materias (orden de producción de materia prima que se utilizara para la elaboración de cada uno de los implementos agrícola, dependiendo la cantidad de equipos que el cliente requiera) en la actualidad dentro de producción no existe una asignación de costos para el modelo ASB-F75 y se basan en su antecesor que es el modelo ASB-F53, esto ha ocasionado el aumento de scrap en el proceso y a la pos el de elevar los costos de fabricación, comprometiendo así el costo de venta.

2. Es necesario estandarizar el proceso de fabricación, esto facilitará la gestión de cada uno de los procesos ya que servirá desde la prevención de errores por falta de información técnica del proceso y a la vez generará ahorros en recursos económicos, así como en tiempos de producción.

3. La implementación de una mejora, qué mediante una sola herramienta para este y cada uno de los implementos que sea la solución a estos problemas y con ende dar mejor rendimiento en la producción, mejorando tiempos y costos en el proceso de fabricación, ayudara a mantener un mejor precio al cliente sin comprometer las ganancias a la empresa.

## 8. JUSTIFICACIÓN

La finalidad de empresas como “Equipos Fénix” es la de generar ganancias, tanto para trabajadores y accionistas es por ello que la búsqueda de disminución de costos es sumamente importante. Aunque para poder determinar con eficacia la disminución de costos en un proceso de producción, se necesitan de registros que a su vez arrojaran información exacta de lo que ocurre dentro del proceso de fabricación de los productos

Los diseños que ofrece Equipos fénix, son según las necesidades del cliente y se fabrican modelos según especificaciones es por ello la importancia de conocer los costos de fabricación para establecer un precio justo y a la vez que sea con beneficio para ambas partes.

Equipos Fénix surge por la necesidad de los agricultores por contar equipos de excelente calidad a un precio accesible en apoyo al sector agroindustrial. Al tener poco tiempo en el mercado, buen posicionamiento y aceptación en el mercado se tiene el problema de no contar con todas las herramientas para la estimación de costos operativos, así como la evaluación de diferentes alternativas que lleven a la mejora continua.

Dentro de las opciones más básicas el implementar una hoja de ruta para cada uno de los productos, ayudara a determinar tiempos por operación, costos, materia prima que se necesitara y la cual contenga medidas explicitas para generar la estandarización en el proceso y con ello asegurar la calidad del producto y evitar retrabajos.

La implementación de una hoja de ruta o traveler, ayuda a mejorar el movimiento de materiales, reducir o evitar acciones innecesarias, tener a la mano material o herramental que se requiera, así como equipo de medición y es una gran alternativa como prevención de errores humanos por confusión o equivocaciones al momento de procesar las piezas requeridas.

Con esto se pretende llevar un control durante el proceso de fabricación de arados para subsuelo, actualmente le empresa no cuenta con una hoja de ruta para el modelo ASB-F75 el cual es una máquina para el arado de subsuelo para tractores de 110-120 hp que se le adaptaron mayores longitudes en el bastidor y cuatro timones



más que el de su antecesor que es el modelo ASB-F53 que solo cuenta con cinco timones y su uso es para tractores de menos capacidad.

Una hoja de ruta es una herramienta confiable la cual contiene datos verídicos y específicos del proceso de fabricación, desde materiales a utilizar, hasta departamentos, procesos por donde debe de pasar la pieza y lo más importante tiempos de operación y ensamble de cada pieza hasta llegar ser un producto terminado.

Cabe destacar que los datos con los que cuenta una hoja de ruta también servirá para auditar la calidad durante el proceso de producción y con ello garantizar la satisfacción y confianza del cliente.

Con una sola herramienta como lo es una hoja de ruta, se podrá estandarizar los procesos consiguiendo planificar y optimizar los tiempos de fabricación y entregas del producto en tiempo y forma.

## 9. OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL.

1. Implementar hoja de ruta para modelo ASB-F75 (modelo específico donde se aplicará la mejora) para estandarizar el proceso de fabricación de manera organizada el flujo de fabricación, desde la materia prima hasta su transformación en un producto terminado. Desarrollando una hoja de ruta que contenga datos referentes a: Hora de tiempos de preparación, Materiales y especificaciones, además de la ruta de procesos donde deberán pasar las piezas que conforman la máquina para arado de subsuelo.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS.

1. Analizar la situación de los procesos de fabricación del mod. ASB-F75, en cuanto si se cuenta con registros actualizados de operaciones realizadas.

2. Establecer un manejo de materiales eficiente, por donde pasa cada pieza para la fabricación del mod. ASB-F75. Para que los operadores identifiquen el flujo correcto del proceso de elaboración de dicho modelo.

3. Estandarizar las mediadas de cortes de piezas, así como espesores y materiales a utilizar en cada modelo, para agilizar el proceso.

4. Buscar la reducción de tiempos y disminución de desperdicio durante la fabricación del mod. ASB-F75.

5. Implementación de hoja de ruta.

6. seguimiento y evaluación sobre el funcionamiento de la hoja de ruta, durante el proceso.

## **CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO**

### 10. MARCO TEÓRICO (FUNDAMENTOS TEÓRICOS).

#### **FILOSOFÍA LEAN MANUFACTURING.**

¿Qué es lean Manufacturing?

En español, se puede traducir como fabricación esbelta, fabricación ajustada, fabricación ágil, pero lo más común es el término anglosajón lean manufacturing.

En 1913, Henry Ford. empezó a combinar las piezas intercambiables con el trabajo estándar y el transporte en movimiento para crear lo que denominó producción en cadena. Ford alineaba los pasos de fabricación en la secuencia del proceso siempre que fuera posible, utilizando máquinas especiales y medidores de avance/desaceleración para fabricar y ensamblar los componentes que iban a formar parte del vehículo en pocos minutos, y entregar los componentes perfectamente ajustados directamente a la línea.

El problema del sistema de Ford no era el flujo: Era capaz de hacer girar los inventarios de toda la empresa en pocos días. Más bien era su incapacidad para ofrecer variedad.

De hecho, parece que prácticamente todas las máquinas de la Ford Motor Company trabajaban con un único número de pieza, y prácticamente no había cambios.

Cuando el mundo quiso variedad, incluyendo ciclos de modelos más cortos que los 19 años del Modelo T, Ford pareció perder el rumbo.

Cuando Kiichiro Toyoda, Taiichi Ohno y otros miembros de Toyota analizaron esta situación en la década de 1930, y más intensamente justo después de la Segunda Guerra Mundial, se les ocurrió que una serie de sencillas innovaciones podrían hacer más posible la continuidad del flujo de procesos y una amplia variedad de ofertas de productos. Por tanto, revisaron el pensamiento original de Ford e inventaron el Sistema de Producción Toyota.

Este sistema, en esencia, desplazó el enfoque del ingeniero de fabricación de las máquinas individuales y su utilización, al flujo del producto a través del proceso total.

Toyota llegó a la conclusión de que si se ajustaba el tamaño de las máquinas al volumen real necesario, se introducían máquinas con autocontrol para garantizar la calidad, se alineaban las máquinas en la secuencia del proceso, se iniciaban las configuraciones rápidas para que cada máquina pudiera fabricar pequeños volúmenes de muchos números de piezas y se hacía que cada etapa del proceso notificara a la etapa anterior sus necesidades actuales de materiales, sería posible obtener un bajo coste, una gran variedad, una alta calidad y unos tiempos de producción muy rápidos para responder a los deseos cambiantes de los clientes, además, la gestión de la información sería mucho más sencilla y precisa.

Las filosofías lean manufacturing busca la forma de mejorar y optimizar el sistema de producción, tratando de eliminar o reducir todas las actividades que no añadan valor dentro en el proceso de producción. Se basa en los siguientes sistemas de producción:

- TQM: Calidad total
- JIT: Justo a tiempo
- Kaizen: Mejora continua
- TOC: Teoría de las restricciones
- Reingeniería de procesos

El lean manufacturing trata de eliminar o reducir las actividades que no añaden valor al producto. La clave del éxito, de la metodología lean manufacturing es que implica la colaboración y comunicación plena de todos los niveles de la empresa: directivos, mandos intermedios y operarios.



*Ilustración 3 ciclo del lean manufacturing*

Esta nueva cultura tiende a encontrar la forma de aplicar mejoras continuas utilizando los mínimos recursos, eliminando el despilfarro, mejorando la calidad y reduciendo tiempos de producción y el coste.

(Lean Manufacturing 10.COM, s.f.)

Estos son los pasos a seguir para la implementación de la filosofía lean manufacturing en la empresa:

1. INTEGRAR DATOS: (Definir entorno) identificar el problema que se necesita resolver, hacer un cálculo de los recursos con los que se cuentan tanto materiales como humanos, una vez identificado cuales son las oportunidades de mejora, se deben de establecer objetivos que podemos alcanzar con la implementación del lean.

Se deberá entrenar un equipo de producción con las técnicas lean, sin dejar de lado las áreas de soporte del personal de ingeniería y mantenimiento.

2. ESQUEMA DE PLAN DE MEJORA: Organizar equipos de trabajo que ayuden a definir el sistema de indicadores para darle seguimiento al proyecto, de manera que se tengan claros los criterios a evaluar para medir el aumento de mejoras durante el proyecto.

3. DESPLIEGUE: El grupo de trabajo ayudaran a detectar las posibles mejoras mediante el control visual, estandarización de operaciones, mejora continua iniciar con las bases de técnicas Lean, tales como las 5S, SMED y Jidoka. Se debe tomar en cuenta el flujo y recorrido de materiales y personas, ubicación de máquinas, elementos de transporte, ajustar la capacidad productiva de acuerdo a la demanda y evitar los desperdicios o cuellos de botella

4. ESTABLECIMIENTO DE MEJORAS: Se debe considerar una mejora cuando, se reducen desperdicios por medio del mantenimiento y calidad, además los procesos de producción se estabilizan incrementando la efectividad del equipo, los niveles de calidad y disminuyendo los tiempos de preparación, todo esto llevara a lotes de producción son reducidos al mínimo, algunas técnicas de apoyo para este punto pueden ser TPM, SPC y MAQ

5. ESTANDARIZAR: Una vez que se han establecido las mejoras es necesario darle un seguimiento continuo y detallado a la parte de la estandarización. Esto se logrará una vez que se optimicen los métodos de trabajo al máximo y que a la vez sean capaces de adaptarse según la demanda, el ritmo de trabajo en la producción, así como la mano de obra y la capacidad de las máquinas deberán estar adaptados según sea la demanda del cliente.

6. DEFINIR LA PRODUCCIÓN EN FLUJO: La producción debe ser en flujo continuo, en los tiempos adecuados, la cantidad y el lugar requeridos con niveles de desperdicios cero.

7. MEDICIÓN DE LOS RESULTADOS: Los criterios base que van a definir los indicadores (KPI)son:

- Nivel numérico y plazo de tiempo a alcanzar.
- Fórmula de cálculo y la frecuencia con la que se medirán los indicadores.
- Tener un plan de acciones correctivas y un grupo especializado en este tema.
- Representar gráficamente los resultados del indicador
- Tener claras la posibles variantes que pueden influir en el significado o comportamiento de los indicadores.
- Estar al tanto de los valores indicativos de empresas competencias o del mismo sector.

(Lean Mnuufacturing 10.com, s.f.)

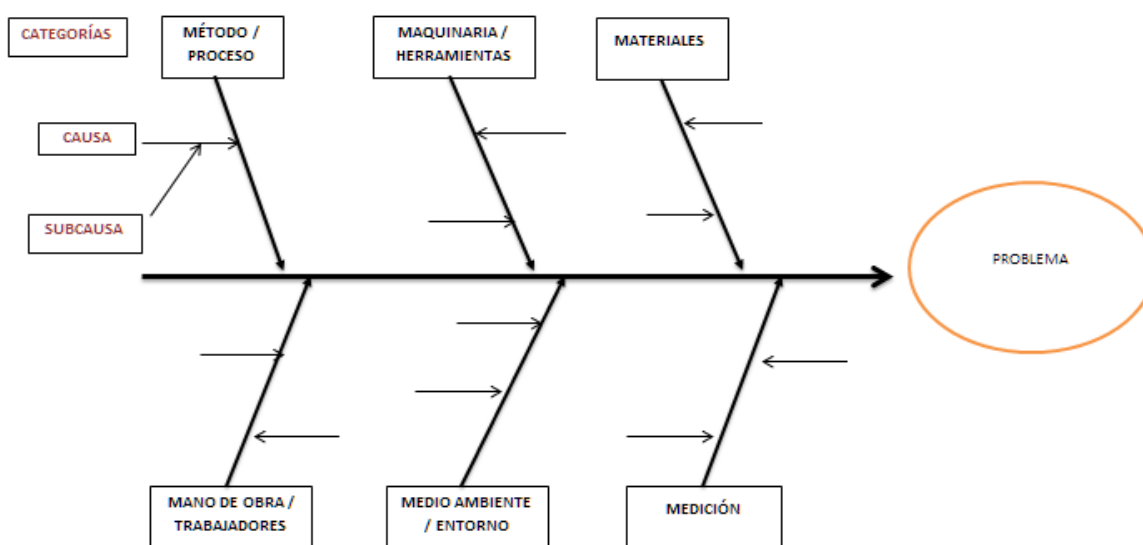
### Diagrama de Ishikawa

Es una herramienta para identificar problemas y darles una solución al representarlos gráficamente. Este diagrama también es conocido como causa-efecto, de las 6 M o de espina de pescado, por su forma.

Kaoru Ishikawa es el creador de esta metodología que desarrollo desde el año 1943. El gran valor que tuvo su idea, fue hacer un análisis algo gráfico para que fuera más comprensible.

Como se muestra en la ilustración 4.

## DIAGRAMA CAUSA –EFECTO O DIAGRAMA DE ISHIKAWA



*Ilustración 4 Diagrama de Ishikawa*

El esquema se basa en la premisa de que todo problema tiene una causa; la falla solo es el efecto de algo mal en un proceso. Luego entonces hay que identificar de dónde parten las acciones que están conformado ese problema.

Otro valor del método es su flexibilidad para adaptarse a cualquier tipo de industria, empresa, actividad, áreas, contexto o situación.

(Rodríguez, 2020)

El Diagrama de Ishikawa requiere de un análisis en cada paso que vamos realizando, sobre todo en los finales, cuando necesitas poner en una balanza las causas que más afectan al problema que deseas solucionar, en una lluvia de ideas o brainstorm con un equipo de trabajo, se puede encontrar las causas probables por las cuales el proceso que se dese optimizar no se encuentra operando de la manera que se espera.

Cuando ya se encuentra realizado el diagrama suelen resaltar a la vista aquellas causas que pueden ser resueltas o mejoradas para que el problema sea solucionado. Cuando eso ocurre, el diagrama está cumpliendo su papel.

Es recomendable mantener una constante evaluación y análisis durante un tiempo prudencial para poder determinar si todas las causas fueron identificadas. Ahí

es cuando llega el momento de considerar los posibles cambios y mejoras. Se analiza el problema nuevamente para plantear las medidas que se implementarán para resolverlo, el plan de acción con fechas probables de culminación y el tiempo de prueba para ver si se solventó efectivamente. (Eoliver, 2018)

### Hoja de ruta

La hoja de ruta es un documento en el que se especifican las operaciones necesarias para la fabricación de una pieza o bien una serie de ellas que sigan el mismo proceso. Las operaciones estarán colocadas en la secuencia en la que se realizarán. La hoja de ruta acompaña al material de una operación a otra.

En la hoja de ruta se indicará el número de orden de fabricación, la cantidad a producir, el número de operación que corresponde a cada una de las operaciones, la descripción de la operación correspondiente, la máquina o puesto de trabajo en la que se realiza la operación, la herramienta necesaria y el tiempo estándar necesario para realizar la operación. (BIRT LH, S.F.)

Depende del tipo de empresa y de qué producto se fabrique o se trabaje, las hojas de proceso pueden variar unas de otras en cuanto a forma y contenido, aunque básicamente si tienen la misma función, informar de los pasos que se han de seguir para fabricar una pieza en el taller desde que se coge el material en bruto, hasta que se termina.

Las hojas de ruta permiten planificar la fabricación de materiales (productos). Por lo tanto, las hojas de ruta se usan como modelo para las ordenes de fabricación y los planes de ejecución y como base para el cálculo del coste del producto.

En una hoja se planifican:

- Las operaciones que se deben realizar durante la fabricación.
- Las actividades que se deben desarrollar en las operaciones como base para determinar fechas, necesidades de capacidad y costes.
- El uso de materiales durante la fabricación.
- Uso de puestos de trabajo
- Los controles de calidad a realizar durante la fabricación. (Procesos de Manufactura, s.f.)



Véase en la ilustración 5 un ejemplo de una hoja de ruta en un proceso de producción.

HOJA DE RUTA							
Compañía:	Cromados Industriales del Meta	Nombre de la parte:	Rin	Elaborado por:	Ing. Kelly Herreda Ing. Natalia García		
Producto:	Rin cromado	Num. de la parte:		Fecha:	11 de febrero de 2011		
Num. De operación	Descripción de operación	Tipo de maquina	Preparación de herramientas	Departamento	Tiempo de preparación en min	Tiempo de operación en min	Material o partes Descripción
001	Pulir	Pulidora estacionaria	Conectar la pulidora y alistar el disco de esmeril necesario	Departamento de producción	2	10	Disco de tela cubierto de esmeril 8 in
002	Desengrasar	Cuba electrolítica	Ninguna	Departamento de producción	2	4	2m largo x60 cm ancho x90 c de fondo
003	Enjuagar	Cuba en fibra de vidrio	Ninguna	Departamento de producción	0	1	2m largo x60 cm ancho x90 c de fondo
004	Cobrear	Cuba electrolítica de plástico	Encender cuba electrolítica	Departamento de producción	0	10	2m largo x60 cm ancho x90 c de fondo
003	Enjuagar	Cuba en fibra de vidrio	Ninguna	Departamento de producción	0	1	2m largo x60 cm ancho x90 c de fondo
005	Neutralizar	Cuba electrolítica	Ninguna	Departamento de producción	0	1	2m largo x60 cm ancho x90 c de fondo
006	Niquelar	Cuba electrolítica	Encender cuba electrolítica	Departamento de producción	0	35	2m largo x60 cm ancho x90 c de fondo
003	Enjuagar	Cuba en fibra de vidrio		Departamento de producción	0	1	2m largo x60 cm ancho x90 c de fondo
007	Cromar	Cuba electrolítica	Encender cuba electrolítica	Departamento de producción	1	3	2m largo x60 cm ancho x90 c de fondo
003	Enjuagar	Cuba en fibra de vidrio	Ninguna	Departamento de producción	0	1	2m largo x60 cm ancho x90 c de fondo

Ilustración 5 Hoja de ruta

## CAPÍTULO 4 DESARROLLO

### 11. PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A REALIZAR

#### Cronograma de actividades

A continuación, se presenta el siguiente cronograma, donde se describen las actividades a realizar en el presente proyecto de estadía. Véase en tabla 2

ACTIVIDADES	ENERO	FEB	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
1. Estructurar el formato de la hoja de ruta.  2. Asignación de numero de proceso a cada operación involucrada						
3. Recopilación y descripción de los componentes del arado de subsuelo.  4. Elaboración de una base de datos para vaciar información en la hoja de ruta.						
5. Toma de tiempos de proceso en línea de producción.						

6. Definir tiempo de preparación y prorrateo.						
7. Vaciar información en la hoja de ruta. 8. Definir costos de horas hombre y horas máquina.						
9. Entregar el proyecto.						

Tabla 2 Cronograma de actividades

## Fases de Lean Manufacturing.

### Paso 1. Integrar datos (definir entorno)

En esta etapa, mediante el uso del diagrama de Ishikawa, se identificaron los problemas principales que se presentan en la elaboración de la máquina de arado de subsuelo ASB-F75.

### Paso 2. Esquema de plan de mejora.

En esta etapa se organizó un equipo de trabajo multidisciplinario, que por medio de su experiencia, se estandarizarán los procesos de producción de la maquina ASB-F75

### Paso 3. Despliegue

Para detectar posibles mejoras se analizará el flujo y recorrido de materiales y personas mediante la toma de tiempos en cada proceso de producción del mod. ASB-F75.

### Paso 4. Establecimiento de mejoras.

Se verificarán los datos obtenidos durante el proceso producción y de ensamble de la maq. ASB-F75.

### Paso 5. Estandarizar

Para dar un seguimiento continuo y detallado durante la producción, se hará el diseño y elaboración de una hoja de ruta para el mod. ASB-F75.

### Paso 6. Definir la producción en flujo.

En esta etapa se implementó la hoja de ruta durante el proceso de producción del mod. ASB-F75 obteniendo un flujo continuo, consiguiendo optimizar el proceso mediante el JIT.

### Paso 7. Medición de resultados

Se hizo un comparativo del antes y después de utilizar una hoja de ruta, al ver los resultados positivos, se planificará el aplicar una hoja de ruta para cada uno de los modelos que se produce en Equipos Fénix.

Dentro de la filosofía Lean Manufacturing nos pide el poder identificar el problema a resolver en la empresa Equipos Fénix, se determinó utilizar el diagrama de Ishikawa, ya que nos ayudara a visualizar de manera clara y detallada todos los factores que implican el que no sea óptimo el proceso de producción del mod. ASB-F75, mediante la participación del equipo multidisciplinario se llegó a la causa raíz del problema. Tal como se puede observar en la ilustración 6.

Diagrama de Ishikawa



Ilustración 6 Diagrama de Ishikawa del Mod. ASB-F75

Después de poder identificar los factores que implican problemas que ocasionan el flujo lento durante el proceso de producción del Mod. ASB-F75, en conjunto con el grupo multidisciplinario se concordó, que el uso de un formato donde especifique el flujo y los materiales necesarios durante la producción del mod. ASB-F75, los ayudara a disminuir los tiempos de producción, se eliminarán posibles errores por equivocación de modelo, ayudara a eliminar los tiempos muertos por traslados largos e innecesarios, así como el buscar piezas y planos para el armado final de este modelo.

Esquema de plan de mejora: Se estableció un grupo multidisciplinario que por medio de su experiencia y conocimiento para llegar a estandarizar de manera más óptimo cada proceso.

Despliegue: Se realizó un estudio de tiempos y flujo de cada una de las operaciones durante 22 días laborales durante el mes de marzo, en el cual se comenzó con la toma de tiempos durante el proceso de ensamble antes de implementar la mejora en el mod. ASB-F75

Establecimiento de mejoras: Se verifican datos obtenidos

A continuación, se muestran los tiempos ciclo tomados, una por cada día laborable del mes de marzo, se obtuvieron 22 tomas de tiempo. El promedio general fue de 11.29 hrs. Siendo el día 8 de marzo el tiempo más alto con 13.22 hrs. Y el día 15 de marzo fue el tiempo más corto con 10.09 hrs.

Como se muestra en la ilustración 7.

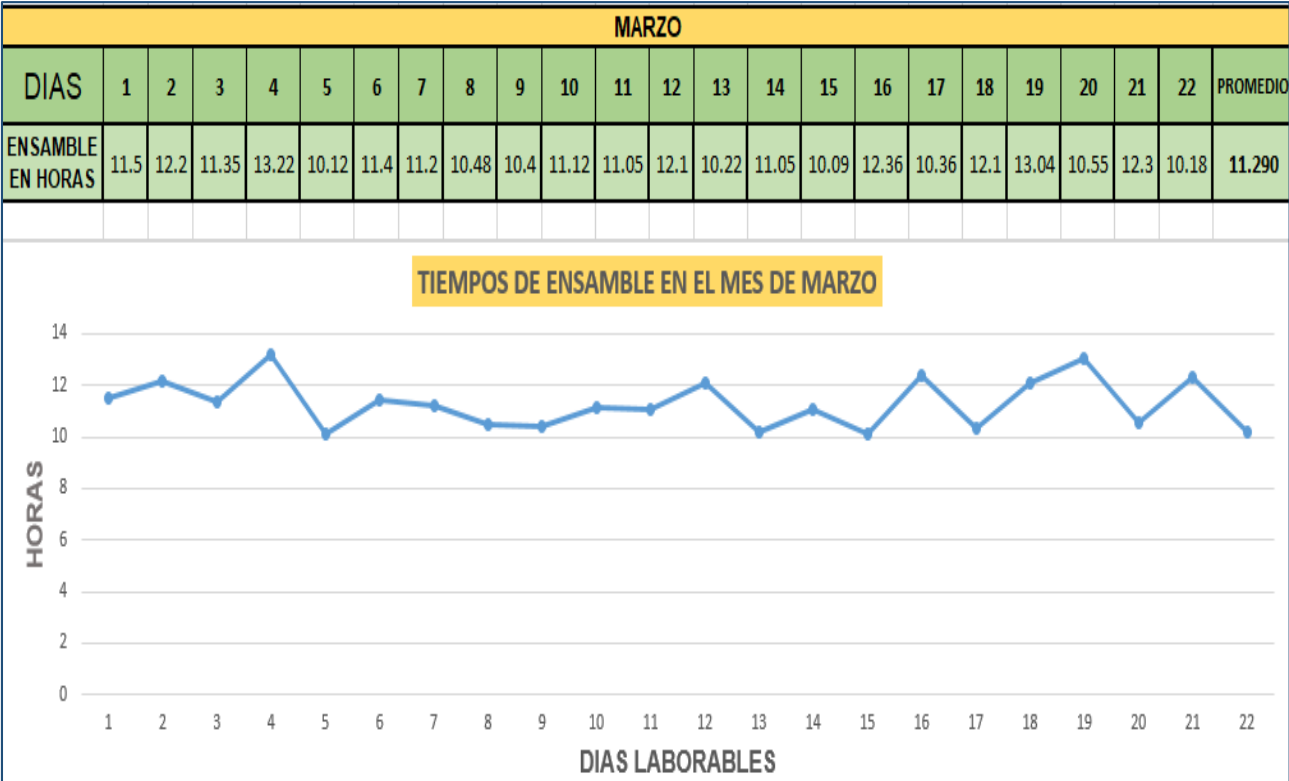


Ilustración 7 Tiempos ciclos del mes de marzo

### Plan de estandarización.

Para comenzar con la etapa de la estandarización, se reanaliza el diseño de la hoja de ruta para el modelo ASB-F75 para ayudar al problema principal de la empresa.

Esta hoja de ruta contiene la siguiente:

#### Hoja 1- Portada

- A) Logo de la empresa.
- B) Nombre de la empresa.
- C) Departamento que lo genera.
- D) Nombre del formato.
- E) No. De orden
- F) Descripción de la pieza o ensamble.
- G) Material a utilizar donde aplique (piezas simples)
- H) Medida de corte lineal o de área (piezas simples)
- I) Modelos, en los cuales se involucran las piezas simples o ensambles.
- J) Ensamblajes, en los cuales se involucran las piezas simples o ensambles.
- K) Peso especificado en kilogramos de las piezas simples o ensambles.
- L) Departamento por el cual pasan las piezas simples o ensambles.
- M) Cambios: Es cuando una pieza sufre modificación de material o diseño.
- N) Fecha: Especifica la fecha de elaboración de los cambios en la hoja de ruta.
- O) Aprobó: Persona que autoriza el cambio antes mencionado.
- P) Fecha Lead time: Es el tiempo compromiso de fabricación de un producto incluye fecha de lanzamiento y fecha que ya debe de estar terminado.
- Q) Imagen: del modelo a producir.

#### Hoja 2- procesos

- R) No. de renglón.

- S) Departamento: Se especifican los departamentos por los cuales pasan, pieza simple o ensamble.
- T) Proceso: Especifica las operaciones implicadas en la pieza simple o ensamble.
- U) Descripción de la operación: Describe de una manera detallada el proceso por el cual está pasando la pieza simple o ensamble.
- V) Maquina: Maquinaria involucrada en el proceso de una pieza simple o ensamble.
- W) Fecha: Es la fecha en que pasa por cada proceso.
- X) Cantidad de piezas: Es el volumen de piezas programadas.
- Y) Tiempo de preparación: Es el tiempo que se tarda en preparar la pieza para ser procesada.
- Z) Operador: Nombre de la persona que realizo el trabajo.
- AA) Elaboró: Persona que se encargó de diseñar y elaborar la hoja de ruta.
- BB) Fecha: De elaboración del diseño de la hoja de ruta.
- CC) Reviso: persona que reviso la hoja de ruta.
- DD) Fecha: De la revisión de hoja de ruta.
- EE) Autorizo: Persona que autoriza la hoja de ruta.
- FF) Fecha: De autorización de la hoja de ruta.
- GG) Hoja: No. de hojas involucradas para el proceso.

A continuación, se muestra la hoja de ruta diseñada para el modelo ASB-F75, como se muestra en las ilustraciones 8 y 9.









## EQUIPOS FÉNIX

INGENIERÍA DE PROCESOS

### HOJA DE RUTA

DESCRIPCIÓN: ENSAMBLE DE BASTIDOR ( CHASIS PRINCIPAL) DE ARADO PARA SUBSUELO DE 7 TIMONES

No. DE ORDEN: 1022

Material: HSS perfil estructural de 6\*4\*5/16  
 Placa A36 DE 5/8 área 760\*076 cm.  
 Medida de corte:  
 6.5 mts.

Modelo (s): ASB-F75

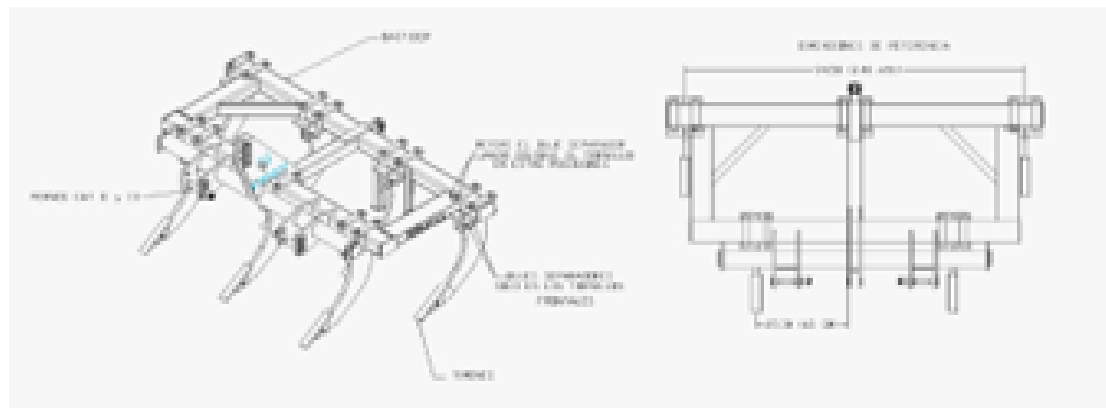
Ensamble: 8 días hábiles

Peso p/ pza.  
 En kg: 294 kg.  
 Dpto.: DP-130

#### LEAD TIME

FECHA INICIO: 13/04/21 FECHA TERMINO: 23/04/21

CAMBIOS:	FECHA:	APROBÓ:



Dibujó: FCO. JAVIER OLIVERA CASPILLO	Fecha: 11/01/21	Revisó: Ing. Roberto Carlos Jara 2021	Fecha: 20/01/21	Aprobó: ING. ROBERTO CARLOS JARA OLIVERA	Fecha: 21/01/21
---	--------------------	---	--------------------	--	--------------------

HOJA 1 DE 2

Ilustración 10 Portada de hoja de ruta ya aplicada en el proceso

DPID.	PROCESO	DESCRIP. DE LA OPERACIÓN	MAQUINA	FECHA	CANT. PIEZAS	T. PREP. Minutos	OPERADOR
DP-120	OP-05	Acomodar piezas simples en el equipo de ensamble del bastidor mod. ASBF-53	N/A		1	15.00	
DP-120	OP-95	Puntear a micro alambre del 0.45 mm, según dibujo el bastidor mod. ASB-F53.	120-001		1	29.00	
DP-120	OP-40	Descargar del equipo de ensamble el bastidor mod. ASB-F75.	120-008		1	5.00	
DP-120	OP-105	Resoldar con micro alambre de 0.45 mm, líneas completas del bastidor Mod ASB-F75.	120-002		1	96.00	
DP-120	OP-25	Cincelar chisporroteos y eliminar filos cortantes Fulir filos cortantes y dar acabado final al bastidor modelo ASB-F75	120-004		1	16.36	
DP-120	OP-90	Fulir filos cortantes y dar acabado final al bastidor modelo ASB-F75.	120-004		1	11.95	
DP-120	OP-40	Descargar bastidor ASB-F75 en barras paralelas	100-005		1	2.75	
DP-140	OP-55	Lavar con cepillo agua y jabón bastidor ASB-F75.	N/A		1	9.00	
DP-140	OP-85	Acomodar en cabina de pintura	N/A		1	2.00	
DP-140	OP-55	Lavar con trapo y thinner bastidor ASB-F75 y cubrir placa de identificación	N/A		1	5.04	
DP-140	OP-75	Aplicar primera mano de pintura rojo Fénix.	140-001		1	10.73	
DP-140	OP-75	Aplicar segunda mano de pintura rojo Fénix.	140-001		1	7.00	
DP-140	OP-40	Sacar con montacargas el bastidor ASB-F75 de la cabina de pintura	100-005		1	4.00	
DP-160	OP-05	Colocar calcas de modelo ASB-F75, Fénix, Hecho en México y No. de serie. Revisión visual del bastidor.	N/A		1	5.00	

HOJA 2 DE 2

*Ilustración 11 Segunda parte de hoja de ruta, ya aplicada al proceso*

1. ASIGNACIÓN DE NUMERO DE PROCESO A CADA OPERACIÓN INVOLUCRADA.

Se toma como base los números de operaciones que se tienen asignados internamente en EQUIPOS FÉNIX para el proceso, para dar un mayor orden y control a la estandarización con la hoja de ruta, se hizo un análisis a cada número asignado para asegurar la secuencia correcta que se emplean piezas simples y (o) ensambles del modelo ASB-F75.

Véase en la tabla 3.


 <b>EQUIPOS FÉNIX</b> <b>INGENIERIA DE PROCESOS</b>	
<b>NÚMERO ASIGNADO A CADA PROCESO</b>	
Acoplamiento de partes (Herramientas manuales)	OP-05
Ajuste de barrenos con turbina neumatica	OP-10
Barrenado	OP-15
Carga de material.	OP-20
Cincelar y pulir con lija.	OP-25
Corte a segueta.	OP-30
Corte plasma en pantógrafo CNC.	OP-35
Descarga de material.	OP-40
Esmerilado.	OP-45
Fresado.	OP-50
Lavado	OP-55
Machuelado.	OP-60
Oxicorte con equipo manual.	OP-65
Oxicorte en pantógrafo CNC.	OP-70
Pintura.	OP-75
Preparación de maquinaria.	OP-80
Preparacion de operación.	OP-85
Pulido.	OP-90
Puntear con micro alambre.	OP-95
Remachado.	OP-100
Resoldadr con micro alambre.	OP-105
Torneado.	OP-110

Tabla 3 Número asignado a cada proceso

### Etapas de la operación.

#### 1.- Acoplamiento de partes (Herramientas Manuales).

En esta etapa del proceso el operador se encarga de unir diferentes componentes mediante la utilización de herramientas manuales o sin ellas.

Ver ilustración 12



*Ilustración 12 Acoplamiento de partes con herramientas manuales.*

#### 2.- Ajuste de barrenos con turbina neumática.

La turbina neumática es una herramienta que, al acoplarse a una rima de desbaste, les da el acabado fino a los barrenos y ayuda a eliminar rebabas y filos que se genera después del proceso de corte plasma. Ver ilustración 11.



*Ilustración 13 Ajuste de barreno con turbina neumática.*

### 3. Barrenado.

Es el término utilizado para cubrir todos los métodos en los cuales, su función es hacer un agujero cilíndrico en una pieza con herramientas de arranque de viruta. Ver ilustración 12.



*Ilustración 14 Barrenado*

### 4.Carga de material.

Es la actividad mediante la cual se alimenta de materia prima que se utilizara en los diferentes procesos de producción. Ver ilustración 13 Y 14.



*Ilustración 15 Carga de material para corte en segueta*



*Ilustración 16 Carga de material para corte en Pantógrafo*

#### 5. Cincelar y pulir con lija.

En esta actividad se eliminan las escorias producidas durante el proceso de soldadura, por medio de cincel y lija, para dar un acabado libre de impurezas a la pieza.



*Ilustración 17 Cincelar y pulir con lija*



## 6. Corte a segueta.

Esta operación es una de las más importantes ya que en ella se emplean los cortes por medio de segueta mecánica, en diferentes secciones y tubos de hasta 250-300 mm de diámetro. Ver ilustración 16



*Ilustración 18 Corte a segueta*

## 7. Corte plasma en pantógrafo.

Por medio de una maquina también llamada “Plasma CNC” por medio de una mezcla de aire a presión y energía eléctrica se genera un rayo que hace cortes más precisos mediante una computadora, diseñada mecánicamente para trazar un dibujo CAD hecho en computadora en láminas o placas de metal de varios calibres haciendo cortes precisos y optimizando al máximo la materia prima. Ver Ilustración 17



*Ilustración 19 Corte plasma en Pantógrafo*

## 8. Descarga de material.

Después de las operaciones de pantógrafo, segueta, barrenado, torno, soldadura, las piezas terminadas deben retirarse y pasarlas al siguiente proceso. En la siguiente figura se pueden observar varias piezas terminadas del proceso de corte plasma. Ver ilustración 18



*Ilustración 20 Descarga de material*

## 9. Esmerilado.

En este proceso se logran restaurar las imperfecciones removiendo impurezas, por medio de discos abrasivos burdos y suaves girando a gran velocidad, para dar a la pieza un acabado parejo. Ver ilustración 19.



*Ilustración 21 Esmerilado*

## 10. Fresado.

El fresado consiste principalmente en el corte de material que se mecaniza con una herramienta rotativa de varios filos, que ejecuta movimientos casi en cualquier dirección de los tres ejes en los que se puede desplazar la mesa donde va fijada la pieza a trabajar. Véase en ilustración 20.



*Ilustración 22 Fresado*

## 11. Lavado.

Esta operación consiste en la limpieza de las piezas, por medio de desengrasantes antes de pasar al proceso de pintura, con la finalidad de eliminar contaminantes como, grasas, polvo, aceites, etc. Que puedan afectar el acabado de la pintura.

Véase en la figura 21.



*Ilustración 23 Lavado de piezas*

## 12. Machuelado.

Este proceso se efectúa en el torno, con ayuda de un machuelo normal de mano, en dos formas. El método más usado es el de fijar el husillo del cabezal, empezando a introducir el machuelo en el agujero y después acomodar el vástago en el centro del contrapunto, mientras se gira el machuelo con el maneral de forma manual, hasta tener el resultado deseado. ver ilustración 22



*Ilustración 24 Machuelado*

### 13. Oxicorte con equipo manual.

Esta es una operación en la cual se puede seccionar metales, mediante su combustión de gas y oxígeno, por medio de un maneral y equipo de oxicorte. Ver ilustración 23.



*Ilustración 25 Oxicorte con equipo manual*

### 14. Oxicorte en Pantógrafo CNC.

El oxicorte en pantógrafo se produce mediante una mezcla de gas LP y Oxígeno, consta de dos etapas el primero el acero se calienta con la llama hasta alcanzar una temperatura de  $900^{\circ}\text{C}$ , en la segunda etapa se acciona un mecanismo que deja pasar una corriente de oxígeno que corta metal y elimina los óxidos de hierro en forma de escoria por la parte de debajo de la placa, el oxicorte es lento a comparación del corte en plasma pero es excelente en cortes de placas de acero al carbón de gran espesor. Véase en ilustración 24



*Ilustración 26 Oxicorte en Pantógrafo*

## 15. Pintura.

Este proceso se utiliza en los acabos finales de las piezas, para ello se utiliza una pistola de gravedad por medio de aspersión, el contenedor de la pintura se encuentra en la parte de arriba de la pistola y por gravedad baja hasta el sistema que inyecta aire y pulveriza la pintura optimizándola al máximo en las piezas a pintar. Véase en Ilustración 25.



*Ilustración 27 Aplicación de pintura en bastidor de arado*

## 16. preparación de la máquina

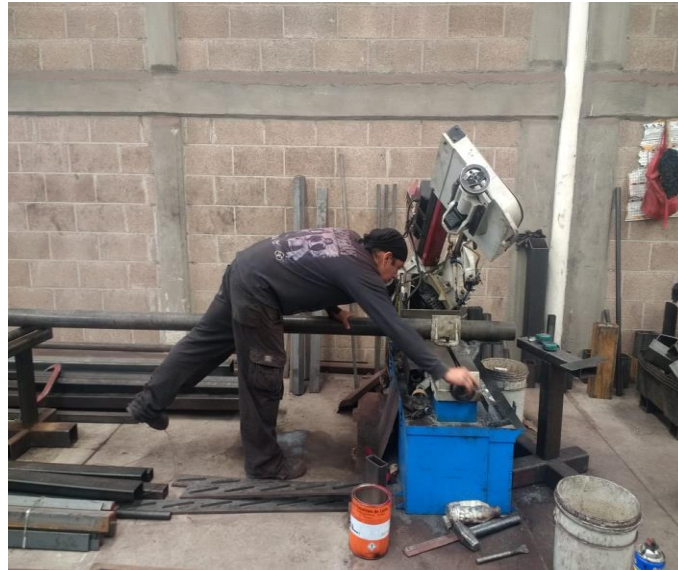
La preparación de máquina consiste en que el operador revise que todos los parámetros estén dentro de especificación en la operación que va a desarrollar, para que la maquina trabaje en óptimas condiciones, ya sea en pantógrafo, soldadura, pintura y ensambles. Véase en Ilustración 26.



*Ilustración 28 Preparación de maquina*

## 17. Preparación de la operación

En esta operación el operador ordenara y preparará los materiales necesarios que utilizara en su operación a realizar. Véase en ilustracion27.



*Ilustración 29 Preparación de Operación*

## 18. Pulido

Es el proceso de lijado ultra fino, mediante el uso de abrasivos convencionales de grano fino, este proceso sirve para el lijado y eliminación de los defectos con el uso de uno abrasivo en pasta en una suspensión sobre un aceite, que al igual que el lijado en seco la repetición progresiva a grano más fino, permitirá disminuir el arañazo en la laca. Ver ilustración 28



*Ilustración 30 Pulido en bastidor, ya terminado*

### 19. Puntear con micro alambre.

Son puntos de soldadura espaciados estratégicamente para la sujeción de la pieza. Este tipo de soldadura también conocida como (MIG) utiliza como fuente de calor un arco eléctrico, entre las piezas a soldar y un electrodo consumible en forma de alambre y una mezcla de gas inerte o semi-inerte para proteger la soldadura contra la contaminación. Ver ilustración 29.



*Ilustración 31 Puntear con Micro alambre*

### 20. Remachado.

Esta operación consta de la unión de dos elementos mediante un remache un remache enterizo, ya sea tubular, semi-tubular o a tiro. Véase en ilustración 30.



*Ilustración 32 Remachado*



## 21. Re-soldar con micro alambre.

El proceso de soldadura con micro alambre, es un proceso automático o semi-automático que usa alimentación continua de alambre como electrodo y una mezcla de gas inerte o semi-inerte, son cordones continuos para dar unión completa a la pieza a soldar. Véase en ilustración 31.



*Ilustración 33 Resoldar con micro alambre*

## 22. Torneado.

Los mecanizados en torno son operaciones que se realizan por medio de arranque de viruta a una pieza para darle una forma específica, como agrandar el diámetro interior o reducir el diámetro exterior de un cilindro, y cuando las piezas quedan demasiado pequeñas se utiliza el método de tronzado. Véase en ilustración 32.



*Ilustración 34 Torneado*

La empresa Equipos Fénix está en constante desarrollo e innovación se revisó cada uno de los números asignados por máquina para corroborar y autenticar que los datos que contenga la hoja de ruta sean los correctos.

Véase en la tabla 4.

	<b>EQUIPOS FÉNIX</b> INGENIERIA DE PROCESOS		
	<b>MÁQUINAS</b>		
#	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO DEPTO	DEPTO.
100-001	Pantógrafo Oxicorte - Plasma.	DP-100	HABILITACIÓN
100-002	Sierracinta (Segueta)	DP-100	HABILITACIÓN
100-003	Dobladora Fénix.	DP-100	HABILITACIÓN
100-004	Tortuga de Oxicorte.	DP-100	HABILITACIÓN
100-005	Montacargas 2.5 Ton.	DP-110	MAQUINADO
110-001	Fresadora.	DP-110	MAQUINADO
110-002	Torno.	DP-110	MAQUINADO
110-003	Esmeril.	DP-110	MAQUINADO
120-001	Máquina de soldar #1	DP-120	SOLDADURA
120-002	Máquina de soldar #2	DP-120	SOLDADURA
120-003	Pulidora Eléctrica Grande.	DP-120	SOLDADURA
120-004	Pulidora Neumática.	DP-120	SOLDADURA
120-005	Turbina Neumática.	DP-120	SOLDADURA
120-006	Disco de corte.	DP-120	SOLDADURA
120-007	Compresor 15 HP	DP-120	SOLDADURA
120-008	Polipasto #1 (Grúa)	DP-120	SOLDADURA
120-009	Polipasto #2 (Grúa)	DP-120	SOLDADURA
140-001	Pistola de pintura.	DP-140	PINTURA

Tabla 4 Descripción de número de máquina por departamentos

El contar con departamentos y áreas bien definidas dentro de la empresa Equipos Fénix es de suma importancia ya que pudimos observar posibles cambios en el LAY-OUT que ayudaran a traslados más rápidos, esto dará pauta para definir la ruta de producción del mod. ASB-F75, se analizó y verifico que cada área o departamento contara con un numero asignado para un mejor control en procesos y operaciones. Véase en la siguiente tabla.

 <b>EQUIPOS FÉNIX</b> INGENIERIA DE PROCESOS	
<b>DEPARTAMENTOS</b>	
<b># DE CÓDIGO / DEPTO.</b>	<b>DEPARTAMENTO</b>
DP-100	HABILITACIÓN
DP-110	MAQUINADO
DP-120	SOLDADURA
DP-130	ENSAMBLES
DP-140	PINTURA
DP-150	ALMACÉN DE MATERIALES
DP-160	ALMACEN DE PROD. TERMINADO.
DP-170	INGENIERÍA
DP-180	EMBARQUES
DP-190	OFICINAS

Tabla 5 Códigos de asignación por departamentos

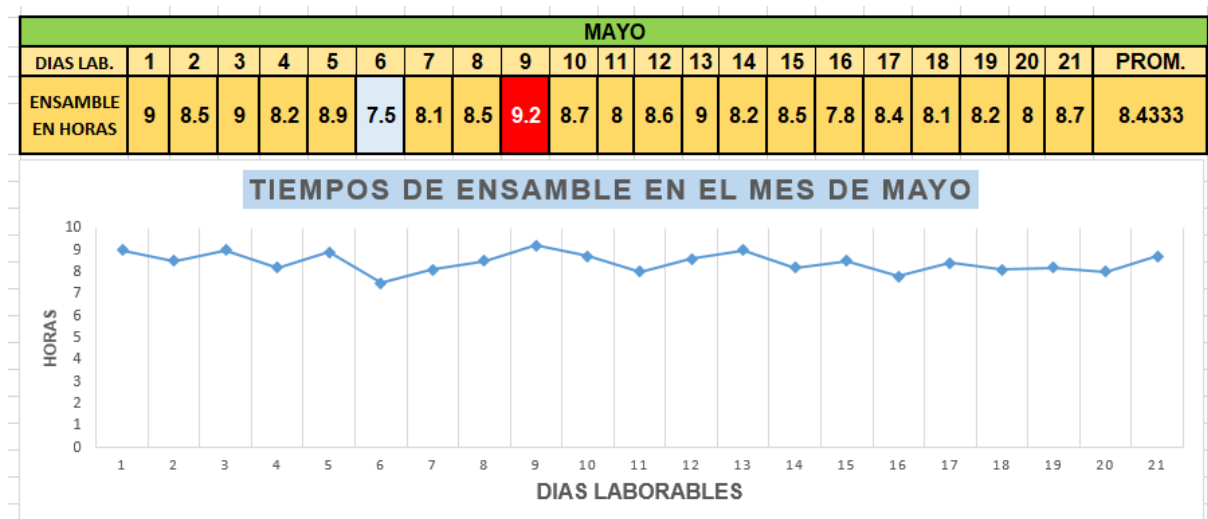
### Elaboración de una base de datos para vaciar información

para enriquecer dicha base de datos, se recopilará en un archivo tablas y formulas además de contener toda la información que tiene la hoja de ruta mencionada anteriormente.

El poder tener un resumen que contengan los tiempos en horas máquina y horas hombre que se ocupan durante la producción del modelo ASB-F75.

Por motivos de confidencialidad de la empresa no se permitió agregar los datos del prorrateo de cada operación en este documento, solo se agregará los resultados de los tiempos ciclos y su grafica correspondiente. La información recabada será una herramienta útil para el departamento de costos y ventas de Equipos Fénix dará presupuestos más rápidos y con la certeza que podrá ofrecer un precio de lista que sea competitivo, sin sacrificar ganancias ni poner en duda la calidad de sus productos.

Se midieron los resultados después de la hoja de ruta, los resultados fueron favorables, ya que se logró bajar el tiempo de ensamble con el que se venía trabajando, cabe mencionar que se tuvieron juntas diarias de 5 min. Al arranque del turno, para hacerles ver la importancia de adoptar el uso de la hoja de ruta e ir disminuyendo la resistencia al cambio. En la siguiente grafica se muestran los tiempos ciclos del ensamble durante los 21 días laborables del mes de mayo y el cual nos arroja que el día de tiempo ciclo más alto fue el día 9 con 9.2 hrs. Y el día 6 el que se tuvo el tiempo más corto con solo 7.5 hrs. De ensamble del modelo ASB-F75 esto nos da un promedio de 8.4333 hrs. Como se muestra en la ilustración 33



Definir tiempo de preparación.

Para obtener los datos del tiempo que el operario tarda en preparar el material y maquinaria que usará dependiendo el proceso u operación donde estará, se dividirá el tiempo total de la operación entre el número de piezas programadas para cada modelo a producir.

El tiempo de preparación promedio se obtuvo con la toma de tiempos realizadas cuando el operador prepara todas las piezas que utilizara para el ensamble final realizadas, uno por día, en la siguiente grafica nos muestra el tiempo máximo obtenido fueron los días 9 y 21 con un tiempo de 31 min. Y el tiempo menor se produjo en los días 4 y 16 con un tiempo de 27 min. El cual arroja un promedio de 30.04 min. El cual se definirá como el tiempo estándar de preparación. Véase en la ilustración 34.

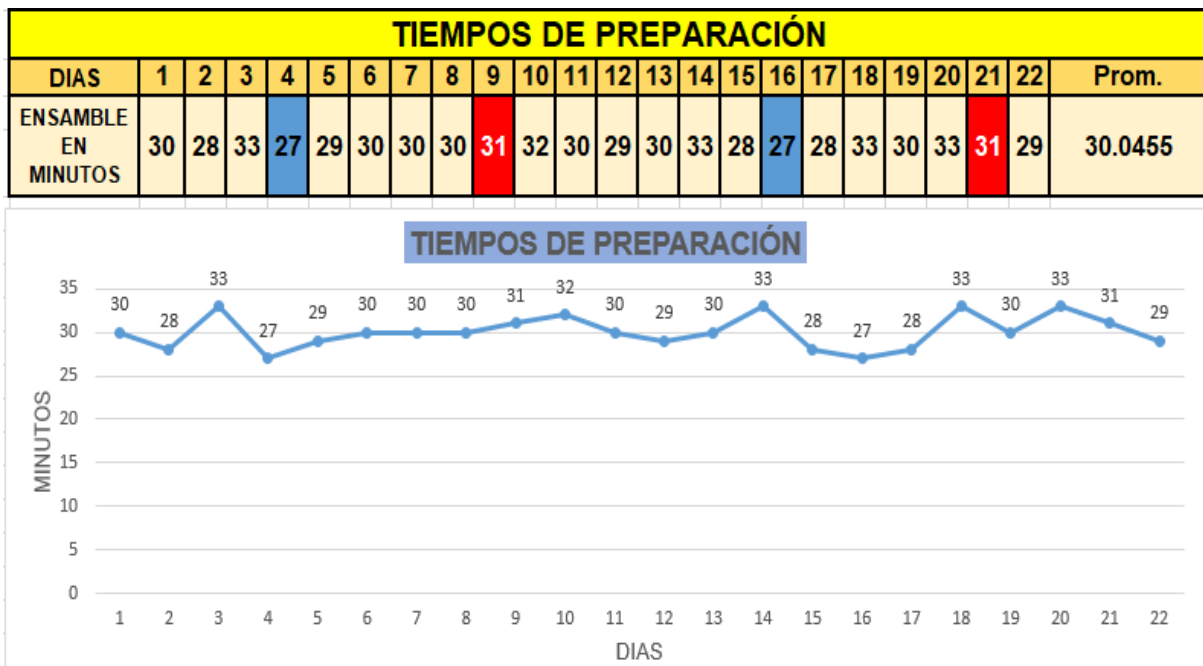


Ilustración 35 Tiempos de preparación y graficas

Toma de tiempos de proceso en líneas de producción.

Mediante el uso de cronometro se tomó el tiempo real en cada una de las operaciones por donde pasa el mod. ASB-F75 para poder obtener de una forma más precisa y desglosada las horas hombre y las horas máquina. Pudimos observar que uno de los procesos más lentos es el de re-soldado con micro alambre con tiempos hasta 1.45 hrs. En la siguiente ilustración se muestra los tiempos ciclos obtenidos diariamente en los meses de marzo y mayo, así como el tiempo de preparación y promedio en cada mes.

RESULTADOS DE TIEMPOS CICLOS DE PRODUCCION POR PIEZA																								
	DIAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	PROM.
MARZO	HORAS ENSAMBLE.	11.5	12.2	11.35	13.22	10.12	11.4	11.2	10.48	10.4	11.12	11.05	12.1	10.22	11.05	10.09	12.36	10.36	12.1	13.04	10.55	12.3	10.18	11.29
MAYO	HORAS ENSAMBLE.	9	8.5	9	8.2	8.9	7.5	8.1	8.59.2	9.2	8.7	8	8.6	9	8.2	8.5	7.8	8.4	8.1	8.2	8	8.7		8.43
TIEMPO PREPARACIÓN	ENSAMBLE EN MINUTOS	30	28	33	27	29	30	30	30	31	32	30	29	30	33	28	27	28	33	30	33	31	29	30.04

Ilustración 36 Tiempos ciclos y preparación por pieza

## **CAPÍTULO 5. RESULTADOS**

### 12.RESULTADOS

Uno de los pasos del lean manufacturing es el de medición de resultados, con la implementación y seguimiento de la hoja de ruta se logró estandarizar el proceso de producción dando un flujo continuo, además del poder realizar cálculos de costos de producción, el, margen bruto del ahorro en cada uno de nuestros productos y se logró disminuir el tiempo ciclo del proceso. El costo de la producción se pudo se pudo calcular gracias a que ya se estableció un tiempo estándar. La hoja de ruta, sin duda es parte fundamental para continuar con resultados positivos ya que con ella se pueden visualizar, medir y controlar los tiempos ciclos de producción hasta ser un producto terminado.

Para calcular el margen bruto se utilizó la siguiente formula:

**Margen bruto=** (Producción Total x Costo) –((Materia prima x Costo) + (Mano de Obra x Operario)).

**Margen bruto=** (38,000 x 30) – ((15,500 x 30) + (5,000 x 30)).

**Margen Bruto=** 1,140,000.00 – 615,000.00

**Margen bruto=** \$525,000.00

**Margen bruto en Porcentaje=** 47.1%

(Estos datos, son solo ilustrativos, ya que por motivos de confidencialidad de la empresa no se permitió agregar los números reales)

En la siguiente grafica se muestra el comparativo donde se reflejan los tiempos tomados en los meses de marzo y mayo, de un antes y después de la implementación de la hoja de ruta, los cuales nos indican que el tiempo ciclo durante el mes de marzo era de 11.29 hrs. Esto se consideraba excesivo para la producción, por lo tanto, se elevaba el costo de fabricación, esto se daba en gran parte a la pérdida de tiempo de los operadores en excesos de tiempos muertos, traslados innecesarios, identificación de materiales a ensamblar y buscar cual operación era la siguiente. Además, que el scrap era muy elevado (20.5%) de un objetivo del (1%).

Habiendo analizado los datos obtenidos e implementando la hoja de ruta al proceso, los operadores ya tienen la información de los materiales a utilizar durante su proceso de producción, sin la necesidad de moverse de su operación a buscar cada pieza. Por otro lado, se sigue la secuencia descrita en la hoja de ruta, esto ayuda al operador se convierta de cliente a proveedor de producto, esto refiere a que el operador conoce a que proceso debe mandar su pieza al terminar su proceso, por lo tanto, esto disminuye considerablemente los movimientos innecesarios ente cada operación.

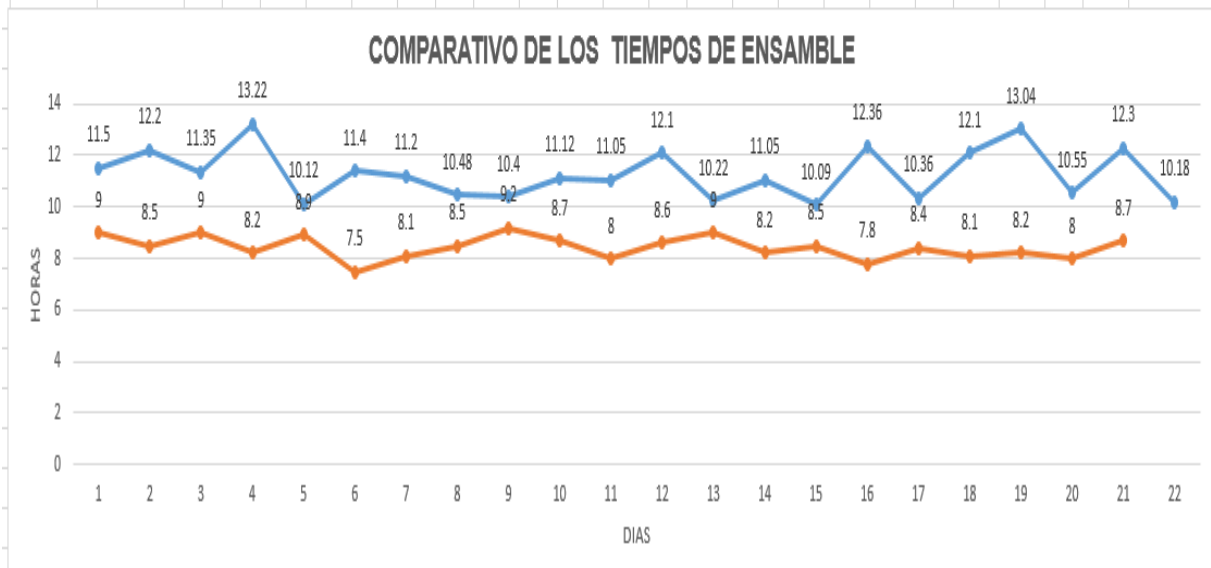
La hoja de ruta también informa a los operadores sobre el LEAD TIME sobre el tiempo de entrega del producto, esto genera un sentimiento de compromiso entre los operadores para adaptarse a los tiempos estandarizados en la hoja de ruta para realizar sus operaciones.

Gracias a la implementación de la hoja de ruta, fue la disminución de tiempo ciclo reflejado en el mes de mayo dando un resultado favorable, ya que el tiempo ciclo para la elaboración de una sola pieza era de 11.29 hrs y se logró que bajara a 8.43 hrs. Esto nos da un ahorro en tiempo de 2.86 hrs. Por pieza que para el proceso de producción es bueno.

Véase en la ilustración 36



	DIAS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	PROM.
<b>MARZO</b>	ENSAMBLE EN HORAS	11.5	12.2	11.35	13.22	10.12	11.4	11.2	10.48	10.4	11.12	11.05	12.1	10.22	11.05	10.09	12.36	10.36	12.1	13.04	10.55	12.3	10.18	11.29
<b>MAYO</b>	ENSAMBLE EN HORAS	9	8.5	9	8.2	8.9	7.5	8.1	8.5	9.2	8.7	8	8.6	9	8.2	8.5	7.8	8.4	8.1	8.2	8	8.7		8.4333



*Ilustración 37 Grafica comparativa de tiempos de ensamble*

*Ilustración 38 Grafica comparativa de tiempos de ensamble*

**13. ACTIVIDADES SOCIALES REALIZADAS EN LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN (NO APLICA)**

## **CAPÍTULO 6 CONCLUSIONES**

### 14. CONCLUSIONES DEL PROYECTO

El objetivo del proyecto es disminuir el flujo lento de la producción de la maquinaria para arado ASB-F75 y al implementar la hoja de ruta se estandarizó el proceso de producción además de identificar el costo de la producción esto generará una mayor confiabilidad al hacer presupuestos en estos tiempos que la inestabilidad del costo de los aceros y materia prima de exportación sean los óptimos para la empresa,

Un plus que se consiguió al implementar la hoja de ruta fue el de poder disminuir el tiempo ciclo de las operaciones y a pesar que en un principio los operadores no estaban convencidos por el uso de esta hoja, se adaptaron de forma positiva al ver que les ayudaba a hacer más sencillo su trabajo, además de que se les hizo partícipes de esta implementación apoyándonos en su experiencia para eliminar trabajos dobles o movimientos innecesarios dentro de la producción. El conocer cada uno de los procesos ayuda a comprender los problemas por los que pasan cada uno de los operadores durante su jornada.

Cabe destacar que a pesar de no ser una empresa con grandes maquinaria su forma de trabajo y su calidad les ha ayudado a consolidarse sus productos como unos de los mejores de la región, la implementación de la hoja de ruta solo es el comienzo de una etapa donde deberán adaptarse e invertir en un sistema SAP'S que les servirá para que tengan una base de datos siempre actualizada, poner códigos de barras en las hojas de ruta para que desde oficinas puedan detectar el avance y anomalías durante la producción de un implemento agrícola

para poder asegurar que se siga cumpliendo y mantener los resultados obtenidos, se deberán aplicar auditorías internas al proceso y de organización de lugar de trabajo, con ello los operadores y equipo administrativo adoptarán la filosofía lean manufacturing.

## **CAPÍTULO 7 COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS.**

### 15. COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O APLICADAS.

Las competencias desarrolladas en este proyecto es la aplicación de mejora continua, así como de liderazgo transformacional con los operadores que en un principio estaban renuentes al cambio.

- Implemente: metodología Lean Manufacturing, diagrama de Ishikawa y herramientas de metodología Lean.
- Elabore, una hoja de ruta, así como cada uno de los factores que la comprenden.
- Se analizó y se evaluó números de máquina, así como de departamento (tabla 4 y 5).
- Realice tomas de tiempo en las diferentes operaciones por donde pasa el mod. ASB-F75.
- Realice auditorías internas al proceso para autentificar el uso de la hoja de ruta.

A pesar de llevar más de 20 años en la industria de la manufactura me ayudaron a entender y sobretodo comprender lo difícil que es estar detrás de un proyecto que al utilizar en mi vida laboral activa lo veía como algo sencillo, sin embargo, el trabajo que hay de tras de ello sobrepaso mis expectativas.

Sin duda este proyecto cambio mi forma de ver las cosas en lo laboral, ya que como operario las cosas ya están definidas y mi opinión es tomada en cuenta para posibles cambios y ahora como profesionalista mi trabajo es aterrizar esas ideas de tal forma que haiga beneficio para ambas partes, los grandes cambios a veces no solo se dan detrás de la computadora, si no que tienes que ensuciarte la mano para ver que lo que pensaste real mente es funcional y efectivo en el proceso.

Puedo decir que estoy satisfecho con los resultados de este proyecto y que a pesar de llevar años en ña industria, nunca paras de aprender y que gracias a esa experiencia me ayudo a realizar de una manera adecuada este proyecto final.

## CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN

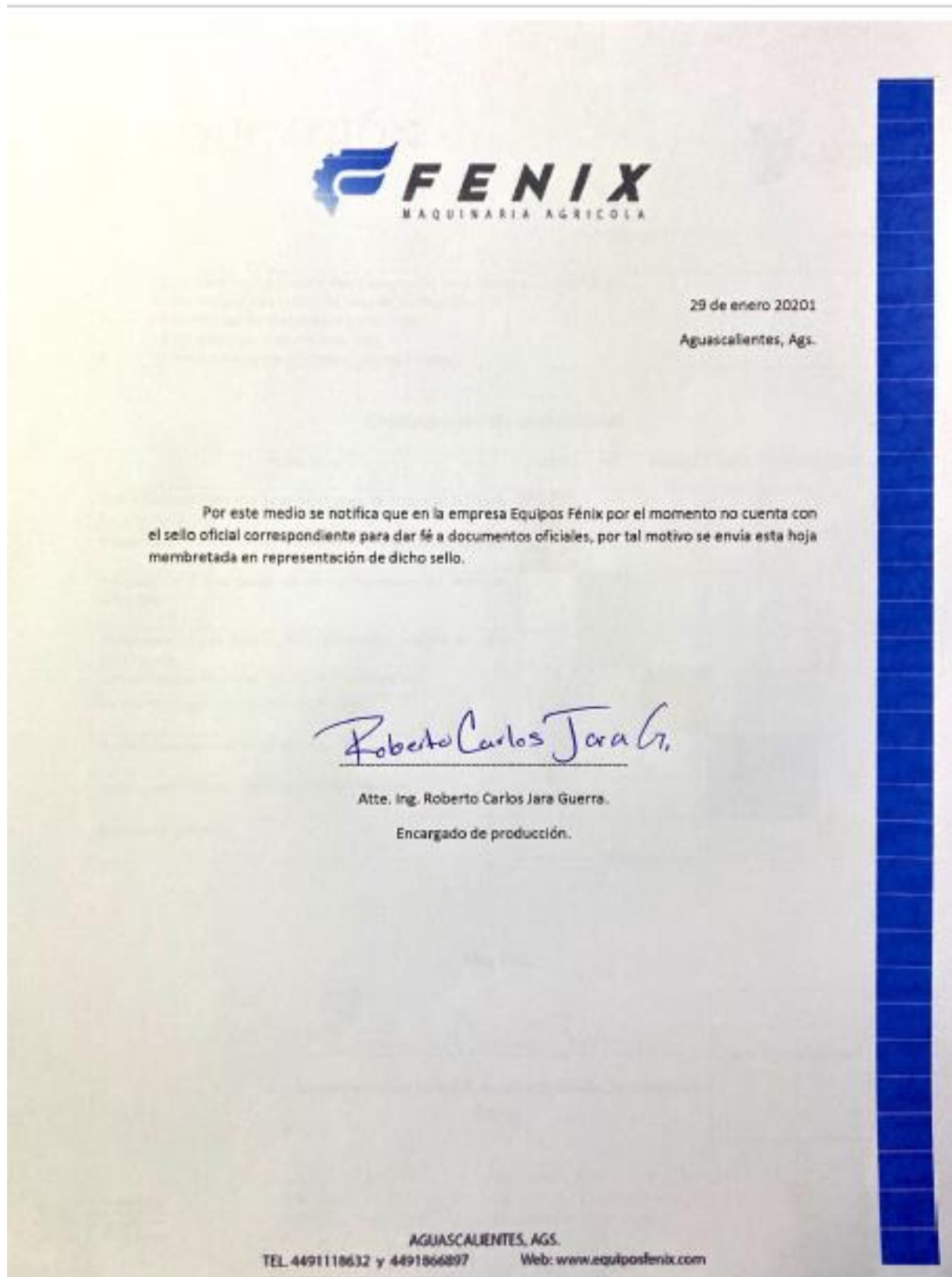
### Referencias de internet:

#### REFERENCIAS

- BIRT LH. (S.F. de S.F. de S.F.). *Documentacion empleada en programación de la producción*. Obtenido de BIRT LH:  
[https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/PPFM/PP/PP05/es\\_PPFM\\_PP05\\_Contenidos/website\\_11\\_hoja\\_de\\_ruta.html#:~:text=La%20hoja%20de%20ruta%20es,en%20la%20que%20se%20realizar%C3%A1n.](https://ikastaroak.ulhi.net/edu/es/PPFM/PP/PP05/es_PPFM_PP05_Contenidos/website_11_hoja_de_ruta.html#:~:text=La%20hoja%20de%20ruta%20es,en%20la%20que%20se%20realizar%C3%A1n.)
- Eoliver. (30 de Octubre de 2018). *Emprendedores y Negocios* . Obtenido de Diagrama de Ishikawa: Un método para resolver problemaas en la empresa:  
<https://emprendedoresynegocios.com/diagrama-de-ishikawa/>
- Lean Manufacturing 10.COM. (s.f. de s.f. de s.f.). *Lean Manufacturing 10*. Obtenido de Lean Manufacturing: Qué es y como implementarlo en tu empresa.:  
<https://leanmanufacturing10.com/>
- Lean Mufacturing 10.com. (s.f. de s.f. de s.f.). *Lean Manufacturing 10*. Obtenido de Fases de la implementacion Lean. Comó implementar Lean Manufacturing:  
<https://leanmanufacturing10.com/fases-de-la-implementacion-lean>
- Procesos de Manufactura. (s.f. de s.f. de s.f.). *Hojas de proceso, características* . Obtenido de Procesos de Manufactura:  
<https://sites.google.com/site/procesosdemanufacturaetitc/manufactura/hojas-de-proceso-caracteristicas>
- Rodríguez, J. (s.f. de s.f. de 2020). *Hubspot*. Obtenido de Qué es el diagrama de Ishikawa y comó aplicarlo en tus procesos: <https://blog.hubspot.es/sales/diagrama-ishikawa>

## CAPÍTULO 9: ANEXOS

### 17. ANEXOS



18. REGISTROS DE PRODUCTOS (NO APLICA).