

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA
EMPRESA COMESA PARA AUMENTAR LA RENTABILIDAD**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

TEOFILO OMAR SANDOVAL NIÑO

ASESOR

Mgr. VANESSA LIZET CASTRO DELGADO

Chiclayo, 2018

DEDICATORIA

A mis padres, a mi esposa, a mis hijos por brindarme su apoyo en mi formación académica.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por todas sus bendiciones.

A la universidad católica Santo Toribio de Mogrovejo, por abrirme las puertas para seguir mi formación profesional.

A cada uno de los docentes que me han impartido sus conocimientos.

A mi asesora la Ing. Vanessa Castro Delgado por brindarme la orientación y su apoyo en el desarrollo de este proyecto.

PRESENTACION

El presente trabajo de investigación tiene como título propuesta de mejora del proceso productivo de la empresa COMESA para aumentar la rentabilidad. Aplicando la técnica del SMED, así como las tarjetas Kanban, las cuales forman parte del sistema lean manufacturing y el estudio de tiempos con lo cual se propone aumentar la rentabilidad de la empresa reduciendo el tiempo de entrega de los productos, logrando obtener un beneficio económico.

En el desarrollo de este trabajo de investigación se muestra la aplicación de los conocimientos adquiridos en la escuela de ingeniería industrial de la universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo la cual ha sido aplicado al área de producción de la empresa COMESA para resolver los problemas presentados en su proceso productivo.

Sandoval Niño Teófilo Omar

RESUMEN

Este trabajo de investigación está basado en brindar la solución a COMESA cuyo empresa que se dedica a la fabricación y/o producción de accesorios para motocicletas y moto taxis, que en la actualidad presenta problemas en su proceso de producción con una inadecuada distribución de planta, unidades que no se venden, no tiene una programación para la producción, demora para marcar agujeros, para determinar dichos problemas se realizó un diagnóstico, estos problemas generan una pérdida económica que ascienden a S/. 50 190 soles.

Como primer objetivo es realizar el diagnostico actual del proceso de producción de la empresa el cual ha determinado una inadecuada distribución de las áreas de trabajo generando esto un 99,97% de tiempos innecesarios para la llave de bujía, para el soporte de abrazadera un 99,7% de tiempos innecesarios, evaluar y seleccionar las herramientas y/o técnicas de mejora del proceso productivo siendo estas el JIT con su respectiva distribución en U , las tarjetas Kanban para programar la producción, la técnica SMED para el marcado de agujeros, elaborar la propuesta de mejora se logra reducir el tiempo de fabricación en 99,53%, la distancia en 99,33% para la llave de bujía, para el soporte de abrazadera en 89.56% de tiempo de fabricación, la distancia en 99,68% ,así mismo la rentabilidad aumenta en 33,61%, finalmente elaborar el costo beneficio de dicha propuesta la cual ha determinado un valor de 4,65 siendo este mayor a uno lo que quiere decir que la propuesta si es rentable, además la inversión se recupera en 1,03 años, 0,31 meses, 9 días.

PALABRAS CLAVE

Mejora de procesos, rentabilidad, Proceso productivo.

ABSTRACT

This research work is based on providing the solution to COMESA whose owner Mr. Teófilo Sandoval Valdivia is dedicated to the manufacture and / or production of accessories for motorcycles and motorcycle taxis, at present the company presents problems in its production process with an inadequate distribution of plant, units that are not sold, does not have a schedule for production, delay to mark holes, to determine these problems was diagnosed, these problems generate an economic loss amounting to S /. 50 190 soles.

The first objective is to perform the current diagnosis of the production process of the company which has determined an inadequate distribution of work areas generating 99.97% of unnecessary times for the spark plug wrench, for the bracket support a 99.7% of unnecessary time, evaluate and select the tools and / or techniques to improve the production process, these being the JIT with its respective distribution in U, the Kanban cards to program production, the SMED technique for marking holes, elaborate the improvement proposal for said process, reducing manufacturing time by 99.53%, the distance in 99.33% for the spark plug wrench, for clamp support, 89.56% manufacturing time, the distance in 99.68%, likewise the profitability increases in 33.61%, finally elaborating the cost benefit of said proposal which has determined a value of 4.65 being this greater than one which means that the proposal if it is profitable, also the investment is recovered in 1,03 years, 0,31 months, 9 days.

KEYWORDS

Process improvement, profitability, production process.

ÍNDICE

CARATULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
PRESENTACIÓN.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
I. INTRODUCCIÓN	11
II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA.....	12
2.1 Antecedentes del problema.....	12
2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	14
2.2.1 El proceso productivo.....	14
2.2.2 Tipos de Procesos	15
2.2.3 Tipos de producción	15
2.2.4 Elementos y factores de un proceso	16
2.2.5 Mejora continua de los procesos	16
2.3 Herramienta para la mejora de procesos.....	17
2.3.1 Lean Manufacturing	17
2.3.2 Indicadores de productividad.....	18
2.4 Estudio de tiempos y movimientos.....	21
2.4.1 Importancia.....	22
2.4.2 Diagramas de proceso.....	22
2.4.3 Distribución de planta o layout.....	23
III. RESULTADOS	24
3.1 Diagnóstico de situación actual de la empresa	24
3.1.1 La Empresa.....	24
3.2 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE PRODUCCION	25
3.2.1 Productos	25
3.2.2 Materiales	28
3.2.3 Mano de obra.....	28
3.2.4 Suministros	29
3.2.5 Recursos Financieros.....	29
3.2.6 Máquinas y equipos	29

3.2.7	Herramientas.....	32
3.2.8	Proceso de producción.....	32
3.2.9	Sistema de producción.....	39
3.2.10	Indicadores Actuales.....	56
3.3	IDENTIFICACION DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCION Y SUS CAUSAS	62
3.3.1	Problemas, Causas y Propuestas de Solución en el Sistema de Producción 62	
3.3.2	Evaluación y selección de las técnicas y/o herramientas para la mejora..	65
3.4	DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCION	67
3.4.1	Desarrollo de Mejoras	67
3.4.2	Nuevos indicadores	75
3.4.3	Cuadro Comparativo de Indicadores	82
3.5	ANALISIS COSTO BENEFICIO	83
3.5.1	Beneficios de la propuesta.....	83
3.5.2	Costo de la propuesta.....	83
IV.	CONCLUSIONES.....	87
V.	RECOMENDACIONES	87
VI.	REFERENCIAS BILIOGRAFICAS	88
VII.	ANEXOS	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Relación de productos.....	25
Tabla 2: Rentabilidad de los productos vendidos del periodo enero a diciembre del 2016	26
Tabla 3: Ficha técnica de la prensa en H.....	29
Tabla 4: Ficha técnica de prensa excéntrica mecánica.....	30
Tabla 5: Ficha técnica de la máquina de soldar.....	30
Tabla 6: Ficha técnica de esmeril de banco.....	31
Tabla 7: Ficha técnica de taladro de columna	31
Tabla 8: Tiempos tomados inicialmente del proceso de fabricación de la llave de bujía CB	44
Tabla 9: Número de observaciones y tiempo promedio en minutos del proceso de fabricación de la llave de bujía CB.....	44
Tabla 10: Número de observaciones en minutos de las etapas de proceso de la llave de bujía CB	45
Tabla 11: Numero de observaciones y medición de tiempos en minutos de las etapas del proceso de fabricación de la llave de bujía CB.....	46
Tabla 12: Tiempos tomados inicialmente del proceso de fabricación del soporte de abrazadera.....	53
Tabla 13: Número de observaciones y tiempos preliminares en minutos del proceso de fabricación del soporte de abrazadera	53
Tabla 14: Número de observaciones de las etapas del proceso de fabricación del soporte de abrazadera	54
Tabla 15: Número de observaciones y medición de tiempos en minutos de las etapas del proceso de fabricación del soporte de abrazadera	55
Tabla 16: Cuadro resumen de indicadores actuales de producción y productividad de la llave de bujía y el soporte de abrazadera	62
Tabla 17: Identificación de problemas, causas, y propuestas de solución	62
Tabla 18: Cuadro resumen de tiempos y distancia de la llave de bujía y soporte de abrazadera antes de la mejora.....	63
Tabla 19: Producción, unidades no vendidas de la llave de Bujía CB y el soporte de abrazadera	63
Tabla 20: Unidades no vendidas y perdida en soles de los productos del año 2016.....	64
Tabla 21: Costo de producción de las unidades no vendidas de la llave de bujía CB.....	64
Tabla 22: Costo de producción de las unidades no vendidas del soporte de abrazadera del año 2016.....	65
Tabla 23: Lista de criterios a evaluar	65
Tabla 24: Leyenda de calificación de criterios.....	66
Tabla 25: Ponderación de los criterios a evaluar.....	66
Tabla 26: Suma de las ponderaciones de cada criterio a evaluar	66
Tabla 27: Unidades vendidas y la utilidad recuperada.....	74
Tabla 28: Cuadro resumen de los nuevos indicadores de producción y productividad de la llave de bujía CB y soporte de abrazadera	81
Tabla 29: Cuadro comparativo de indicadores de la llave de bujía CB	82
Tabla 30: Cuadro comparativo de indicadores del soporte de abrazadera	82
Tabla 31: Beneficio en soles de los productos	83
Tabla 32: Costo de producción actual	84
Tabla 33: Ingreso por ventas actuales	84
Tabla 34: Costo de la propuesta	84
Tabla 35: Flujo de caja propuesto	85
Tabla 36: Tiempo de recuperación de la inversión	85
Tabla 37: Plan de acción para la mejora	86

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Organigrama de la empresa COMESA.....	24
Figura 2: Ficha técnica de la llave de bujía CB.....	27
Figura 3: Ficha técnica del soporte de abrazadera	27
Figura 4: Recepción de materia prima	32
Figura 5: Cortado	33
Figura 6: Remoción de rebabas.....	33
Figura 7: Estampado	34
Figura 8: Perforado	34
Figura 9: Producto final.....	35
Figura 10: Almacenamiento de materia prima.....	35
Figura 11: Cizallado.....	36
Figura 12: Marcado de agujeros.....	36
Figura 13: Taladrado	36
Figura 14: Remoción de rebabas.....	37
Figura 15: Cizallado de las esquinas	37
Figura 16: Doblado	38
Figura 17: Esmerilado	38
Figura 18: Soporte de abrazadera.....	38
Figura 19: Diagrama de flujo de la llave de Bujía CB	39
Figura 20: Diagrama de operaciones del proceso de la llave de Bujía CB	40
Figura 21: Diagrama de análisis de proceso de la llave de Bujía CB.....	41
Figura 22: Diagrama de recorrido de proceso de la llave de Bujía CB	43
Figura 23: Tabla de Mundel.....	45
Figura 24: Diagrama de flujo del soporte de abrazadera.....	47
Figura 25: Diagrama de operaciones de proceso del soporte de abrazadera.....	48
Figura 26: Diagrama de análisis de proceso del soporte de abrazadera	49
Figura 27: Diagrama de recorrido de proceso del soporte de abrazadera	52
Figura 28: Diagrama de recorrido propuesto con la distribución en U para la fabricación de la llave de bujía CB	68
Figura 29: Diagrama de análisis de proceso propuesto de la llave de bujía CB.....	69
Figura 30: Diagrama de recorrido propuesto con la distribución en U del soporte de abrazadera	71
Figura 31: Diagrama de análisis de proceso propuesto del soporte de abrazadera	72
Figura 32: Modelo propuesto de tarjeta Kanban	75

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las empresas están enfocadas en brindar productos y servicios de calidad por lo tanto las mismas buscan utilizar técnicas que mejoren sus procesos para lograr con ello un posicionamiento en el mercado, generando bienes y servicios que tengan un valor agregado para los clientes.

En la actualidad, la necesidad de producir eficientemente sin causar trastornos ni retrasos en la entrega de una referencia de producto es un factor de suma importancia para las empresas que desean permanecer activas en el mercado, el cual exige respuestas rápidas y cumplimientos en calidad, cantidad y tiempos de entrega. Por lo tanto, la implementación de sistemas de producción más eficientes ha llegado a ser un factor que es crucial para las plantas de manufactura que busquen eficiencia y eficacia en sus procesos. (Arango, Campuzano y Zapata 2015).

Las empresas en nuestro país no están exentas a la mejora de procesos productivos que se están desarrollando en el mundo, tanto es así que tienen que involucrarse en dichas mejoras para estar acorde con las exigencias del mercado peruano, el Perú aún se está desarrollando en este tipo de técnicas.

La Sociedad Nacional de Industrias mediante la publicación en el diario (Comercio,2017) prevé que el sector manufactura crezca 2,5% en promedio durante el 2017. Asimismo, la manufactura no primaria, que representa cerca del 75% de la industria peruana, registrará una expansión de 1,5%, según cálculos del gremio, por lo que se le debe dar una adecuada importancia para incrementar este porcentaje; debido a que el sector extractivo, del cual forma parte la minería, ocupa el primer lugar. En el Perú existen muchas empresas dedicadas a este rubro de fabricación las cuales se encuentran ubicadas en diferentes partes del país con una importante participación en el mercado por los productos ofrecidos para vehículos menores como son: mototaxis y motocicletas.

Tal es el caso que en la ciudad de Chiclayo existen empresas dedicadas tanto a la fabricación y otras a la importación de dichos accesorios y/o productos, haciendo que las competencias se basen en precio, calidad y tiempo de entrega, tanto es así que en la empresa COMESA que se dedica a la fabricación y venta de accesorios para moto taxis y motocicletas desde hace cuatro años.

COMESA tiene la necesidad de mejorar su proceso productivo para estar acorde con las exigencias de este mercado la cual presenta inconvenientes para la fabricación de la llave de bujía y el soporte de abrazadera, estos están en la etapa de acabado el mismo que lo realiza un tercero, esto genera una demora considerable al tener que transportar dichos productos para el servicio de acabado (zincado), y esperar a la entrega de los mismos que es al día siguiente de la recepción del producto por el servicio tercerizado.

Lo cual esto genera pérdidas en la rentabilidad de la empresa según el informe del área de ventas en el cual se registran las unidades no vendidas con lo que respecta a la demanda o la producción, estas pérdidas ascienden a un monto de S/. 50 190,00 soles al año.

Frente a lo descrito anteriormente surge la interrogante, ¿La propuesta de mejora del proceso productivo de la empresa COMESA aumentara la rentabilidad?

Para responder a esta interrogante se desarrollará el diagnóstico del proceso productivo en la empresa con el estudio de tiempos, luego se evaluará y seleccionará la herramienta de mejora del lean manufacturing, el just in time, así como su distribución de planta utilizando la distribución en U, esta técnica se ajusta a este tipo de producción que es enfocada al proceso, posterior a ello se procederá a elaborar una propuesta de mejora, además se elaborará el análisis costo beneficio de la mejora para saber si es favorable para la empresa.

Esta investigación tendrá como fin hacer una propuesta de mejora en el proceso, en el cual está ocurriendo una demora en el tiempo de entrega del producto, a su vez servirá para que la empresa obtenga mano de obra capacitada en este tipo de mejora, con esto la empresa estará en una constante mejora haciéndose sustentable en el rubro, con dicha propuesta de mejora su propietario logre aumentar su rentabilidad.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1 Antecedentes del problema.

Para Borges, Freitas y Sousa (2015) en su artículo "**Aplicación de herramientas de fabricación ajustada en las industrias de alimentos y bebidas**" (2015), en los últimos años se ha observado un uso cada vez mayor de principios y herramientas de fabricación ajustada (LM) en diversos sectores industriales bien establecido, ha demostrado numerosas aplicaciones exitosas incluso fuera de entornos de producción. Este trabajo presenta la aplicación de la metodología 5S y SMED que son parte de las herramientas LM, buscando cambiar la filosofía del trabajo a su vez, menos riesgo de accidentes en el trabajo, mejores condiciones de trabajo, empleados más comprometidos con una mejor actitud de trabajo en general, estaciones de trabajo organizadas, espacio de almacenamiento optimizado, menos movimientos de empleados, reducción de tiempos improductivos. En dos empresas portuguesas, la industria de alimentos y bebidas.

La técnica SMED busca aumentar la productividad, la flexibilidad y reducir los tiempos de entrega. La reducción de los tiempos de cambio se logró con la organización, permitiendo ganancias en la productividad con una inversión insignificante. Además, permitió, estandarizar los métodos de trabajo para los cambios, la introducción de la gestión visual, mantenimiento de almacenes e hizo que los empleados se involucraran más y buscaran maneras de mejorar el sistema de producción.

Los autores Mitsuo Kojima, Cardoza y Lapasini (2016) en la publicación "**Introducción de la filosofía de fabricación lean por evento kaizen**"(2016), El escenario competitivo requiere estrategias organizativas cada vez más elaboradas, creando la necesidad de las empresas de estructurar sus modelos de gestión para absorber estos conflictos generados por competencia. El área de fabricación está afectando financieramente a los resultados de la empresa, por lo que la mejora del proceso se produce cuando la guía de supervivencia de la organización, y la racionalización de los residuos sin la necesidad de grandes inversiones, muestra una gran alternativa competitiva, la aplicación del evento Kaizen, como una técnica que realiza mejoras tanto en el despliegue en un proceso de producción como en el proceso administrativo, usada para la implementación rápida de mejoras, con la eficacia de participación del nivel operacional, este tipo de evento es intensivo a corto

plazo, busca medir los beneficios generados por la implementación de la filosofía , aspectos de configuración de funcionamiento de la maquinaria, la fabricación, flujo de proceso, tiempo de entrega reducido y proceso de inventario.

Por lo que se establecieron objetivos del proyecto, Asegurar la producción de 5040 componentes / mes, Reducir el tiempo de preparación de las prensas hidráulicas en al menos un 50%, Aumentar la productividad de la celda en un 15%, Implementar 1ra y 2da "S" del programa 5S, Implementar al menos cinco acciones de seguridad / ergonomía.

Con la creación de un nuevo flujo de producción se ha reducido el tiempo de configuración de la máquina, reducir el tiempo de fabricación del producto en un 99%, la etapa del lavado podría eliminarse y por ende el operador para dicha etapa.

Figueredo (2015) **“Aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en un proceso de producción de concreto”** nos manifiesta que la presente investigación tiene como propósito mejorar la productividad de un proceso de producción de concreto premezclado a través de la aplicación de la filosofía Lean Manufacturing, en el cual se detectó una variedad de desperdicios, siendo los más impactantes las demoras que aunado a los factores de integración y comunicación interna y externa incidieron negativamente en la productividad de dicho proceso. En primer lugar, se desarrolló un mapa de la cadena valor, de igual manera se definieron las variables de medición para establecer las comparaciones básicas de un antes y un después utilizando los conceptos del indicador OEE (Eficiencia General del Equipo), el cual resultó no aceptable con un valor de 64,09%. Luego se propusieron estrategias de mejoras dando como resultado cinco soluciones asociadas a los diversos desperdicios encontrados, por último, se puso en marcha una prueba piloto en un periodo de tres meses donde se aplicó una de las soluciones asociadas a las demoras generadas por el desabastecimiento de materias primas, seguidamente se realizó una evaluación de dichos resultados mediante la utilización del sistema de indicadores ya mencionados, impulsando el nivel de OEE a una posición de 65,29% solo con la implementación de la prueba piloto, por lo que se concluye que la solución aplicada influye positivamente en dicho índice.

El camino Lean es la vía que hay que seguir para lograr ese cambio necesario en las empresas de fabricación occidentales si quieren llegar a ser competitivas. La implantación de las técnicas Lean, y sobre todo de la cultura Lean, permite obtener unas mejoras claras en muchos aspectos esenciales de las empresas: productividad, costes, flexibilidad y participación del personal.

Arango y Zapata (2015) **“Mejoramiento de procesos de manufactura utilizando Kanban”**, este artículo presenta la aplicación de la metodología Kanban y el análisis del efecto que puede generar en una empresa de fabricación de transformadores de distribución. Mediante la aplicación de la metodología propuesta es posible mejorar la programación de la producción, La modelización presentada en este artículo se centra en los procesos de bobinado y núcleo, en donde se espera establecer por medio de la implementación de Kanban una mejor coordinación y control sobre estos dos procesos, con el objetivo de reducir la cantidad de producto en proceso que no es utilizado, de forma que se reduzca el inventario. Para analizar el efecto de aplicar la metodología Kanban en la empresa, se utilizó la técnica de simulación, para lo cual se modelizan el proceso actual

y el propuesto con las reglas de dicha metodología, se modelizó la fabricación de un transformador “representativo” de las diferentes referencias que existen en la empresa; este transformador se seleccionó teniendo en cuenta el consumo de materia prima y la intensidad de la mano de obra. A partir de los resultados que arrojan dichas modelizaciones, se observa que existe un mejoramiento en las líneas de producción cuando se utiliza la metodología Kanban.

Además, se concluye que la metodología Kanban permite disminuir los niveles de inventario de productos en proceso en líneas de producción de empresas manufactureras, permite sincronizar las etapas de producción y ensamble en plantas de manufactura, la simulación de procesos de manufactura permitió realizar una modelación que se aproxima a la realidad de dichos procesos, con lo cual fue posible analizar el desempeño tanto de condiciones actuales, como futuras donde se proponen cambios.

Pantoja, Orejuela y Bravo (2017) “**Metodología de distribución de plantas en ambientes de agrupación**”, este artículo propone una metodología para la distribución de plantas en sistemas de manufactura flexible, basada en métodos cuantitativos para agrupación de familias, formación de células de manufactura y el uso de técnicas multicriterio. Respecto a la agrupación de productos, se consideraron criterios geométricos y se usó un modelo p-mediana modificado para la creación de células. De esta forma, la distribución de planta apropiada se escogió utilizando el proceso analítico jerárquico, evaluando diferentes alternativas obtenidas con el modelo Quadratic Assignment Problem, que considera el número deseado de células a formar y los coeficientes de similitud empleados para la agrupación celular. La metodología propuesta se probó a través de un caso real, verificándose la conveniencia del procedimiento en una empresa colombiana del sector metalmeccánico.

2.2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1 El proceso productivo

Para Mayorga, Ruiz, Marcelo y Moyolema. (2015) el proceso es un conjunto de actividades mediante las cuales uno o varios factores productivos se transforman en productos. La transformación crea riqueza, es decir, añade valor a los componentes o inputs adquiridos por la empresa. El material comprado es más valioso y aumenta su potencialidad para satisfacer las necesidades de los clientes a medida que avanza a través del proceso de producción; es necesario que en los procesos se identifiquen todos los inputs que se utilizan para obtener los outputs. Todos los procesos se componen de tareas, flujos y almacenamiento.

Según Fúnuque (2007,112) nos dice que la definición de proceso productivo ha estado siempre relacionado con un conjunto de operaciones y actividades que se ejecutan para crear valor. Este conjunto de operaciones busca satisfacer las necesidades de los clientes mediante la transformación de unos insumos o materias primas en un producto o servicio.

Todo proceso de producción lleva a cabo una actividad de manipulación de materiales, que son adquiridos como materias primas o productos ya elaborados, los cuales recorren

cada etapa del proceso de producción para dar lugar a un producto final, que es el que se pretende obtener con el proceso. (Cuatrecasas, 2012,776).

2.2.2 Tipos de Procesos

Según Leiceaga (2012,82-83) y García (2013,10-12) concuerdan que los tipos de proceso dependen de la forma de producir, de organizar la producción, además de los inputs que se empleen en la producción y de los outputs generados, en términos generales se pueden establecer que son tres tipos de proceso:

- ✓ **Procesos manuales:** Interviene fundamentalmente el factor trabajo y la mano de obra es el input como factor trabajo.
- ✓ **Procesos mecánicos:** Los factores trabajo y capital, participan en proporciones similares en el proceso productivo, así como una combinación de la mano de obra y la máquina.
- ✓ **Procesos automáticos:** La intervención del factor humano se limita a la supervisión del proceso siendo la máquina el elemento más destacado del factor trabajo.

2.2.3 Tipos de producción

Por el grado de tipificación del producto Leiceaga (2012,82-83) los clasifica de esta manera:

- ✓ **Producción por pedido:** Cada unidad de producto responde a una característica específica.
- ✓ **Producción en serie:** Todas las unidades producidas unas características iguales.

Por la dimensión temporal del proceso:

- ✓ **Producción continua:** Cuando el proceso de producción no se interrumpe.
- ✓ **Producción intermitente:** Cuando el proceso sufre interrupciones.

Por el destino del producto:

- ✓ **Producción por encargo:** Cuando la empresa espera a que le soliciten un pedido para elaborar el bien o servicio.
- ✓ **Producción para el mercado:** Cuando la empresa no espera el encargo del cliente, sino que el producto se elabora para los consumidores en general.

Por la configuración del proceso:

- ✓ **Producción por talleres:** Los talleres representan unidades especializadas en la realización de un tipo de tarea.

- ✓ **Producción en cadena:** Los elementos que componen el proceso productivo, como máquinas, herramientas y de trabajo, están ordenados y supeditados a la secuencia lógica de operaciones sucesivas que el proceso de transformación requiera.
- ✓ **Producción en posición fija:** El bien objeto de transformación no se desplaza durante el proceso de fabricación, sino que son las máquinas y los operarios quienes se desplazan hasta él para realizar las operaciones necesarias.
- ✓ **Producción combinada:** Se utiliza un tipo u otro de los mencionados anteriormente en cada fase, o se toman elementos característicos de cada uno de ellos en las distintas etapas.

Según (García, 2013, 10-12) se obtienen los outputs los sistemas productivos se pueden clasificar en:

- ✓ **Producción en serie:** Llamada también producción en línea, continua o en cadena, la producción se realiza para el mercado. El sistema de producción es bastante estandarizado, así como las características y propiedades de productos obtenidos. Con ello se pueden conseguir grandes cantidades de producto empleando la mínima cantidad de inputs, favoreciendo a que se puedan conseguir altos niveles de productividad.
- ✓ **Producción por lotes:** También conocida como producción intermitente, discontinua o por pedido, la producción para el cliente, por lo que resulta imposible seguir un proceso estandarizado al tener que obtenerse productos no homogéneos. La productividad por tanto será menor que en la producción en serie al tener que disponerse grandes cantidades de inputs y generarse menores outputs.

2.2.4 Elementos y factores de un proceso

Para el autor Leiceaga (2012, 81) nos habla que los elementos de un proceso productivo comprende desde el almacenamiento de las materias primas, la transformación en productos terminados y su posterior almacenamiento, hasta que se realice su venta.

Según Pérez (2010) los outputs o salidas son los resultados o productos generados por la secuencia de actividades. “El producto del proceso ha de tener un valor intrínseco, medible o evaluable, para su cliente o usuario”.

2.2.5 Mejora continua de los procesos

Goyas y Guerrero (2013) define el mejoramiento de procesos como el estudio sistemático de las actividades y los flujos de cada proceso a fin de mejorarlo.

La mejora de los procesos es el estudio de todos los elementos del mismo; es decir, la secuencia de actividades, sus entradas y salidas, con el objetivo de entender el proceso y sus detalles, y de esta manera, poder optimizarlo en función a la reducción de costos y el incremento de la calidad del producto y de la satisfacción del cliente. (Krajewski, Ritzman y Malhotra, 2008).

Además, la mejora continua (*continuous improvement*), es una filosofía “de nunca acabar”, que asume el reto del perfeccionamiento constante de los procesos, productos y servicios de una empresa. “Esta filosofía busca un mejoramiento continuo de la utilización de la maquinaria, los materiales, la fuerza laboral y los métodos de producción” (Chase, Aquilano y Jacobs 2000).

2.3 Herramienta para la mejora de procesos

2.3.1 Lean Manufacturing

Lo más sencillo, para evitar equívocos, es ceñirnos exclusivamente a la denominación “Lean” dado que puede aplicarse a sectores y distintos entornos de fabricación, así como interpretar el Lean Manufacturing, como una filosofía de trabajo, cuyo objetivo es la eliminación de todo tipo de desperdicio, para así conseguir la máxima eficiencia en todos los procesos y, por ende, la competitividad de las empresas. (Gisbert, 2015).

Según Hernández y Vizán (2013) nos dice que Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Identifica varios tipos de “desperdicios” que se observan en la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos. Lean mira lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo.

Lean Manufacturing es un sistema integrado socio-tecnológico de mejoramiento de procesos, cuyo objetivo principal es eliminar desperdicios o actividades que no agregan valor al cliente. Al eliminar desperdicios la calidad aumenta mientras que los tiempos y costos de producción disminuyen en muy poco tiempo. (Tejeda, 2011).

Además, Hernández y Vizán (2013) las técnicas o herramientas del Sistema Lean Manufacturing son: Las 5S, SMED, Estandarización, TPM, Control visual, Jidoka, Técnicas de calidad, Sistemas de participación del personal (SPP), Heijunka, Kanban.

Para Sánchez (2011, 11 y 15) una de las técnicas del sistema lean manufacturing es:

- ✓ **El just in time:** Con el JIT se pretende fabricar los artículos necesarios en las cantidades requeridas y en el instante preciso.

Para Cuatrecasas (2012,202-203). El kanban es, en realidad, una tarjeta u otro sistema que permita una operativa similar (actualmente en muchos casos se trata de sistemas electrónicos y órdenes procedentes de programas informáticos). Dicha tarjeta se utiliza para solicitar del proceso o suministro anterior, una cantidad de piezas que deben ser repuestas por haber sido ya consumidas. Existen dos clases de tarjetas:

- ✓ **Tarjeta Kanban de producción:** Se utiliza para solicitar la producción de un lote de producto, que llevara la correspondiente tarjeta, en sustitución de otro producto ya acabado solicitado por el proceso siguiente. El kanban de producción que debe ordenarse que produzca el proceso anterior.

- ✓ **Tarjeta o kanban de transporte:** Se utiliza para solicitar de un lote, envase o contenedor de producto acabado en un proceso para llevarlo al siguiente o a un almacén. El kanban de transporte indica la cantidad a enviar al proceso siguiente.

Además, los autores Krajewski y Ritzman (2000) nos dicen que la expresión kanban, que en japonés significa “tarjeta” o “registro visible”, se refiere a las tarjetas que se utilizan para controlar el flujo de la producción en la fábrica. Bajo el sistema kanban más elemental, se coloca una tarjeta en cada contenedor de los elementos producidos. El contenedor contiene un porcentaje determinado de la cantidad requerida de ese elemento, es decir, los requisitos diarios. Cuando el usuario de esas partes vacía todo un contenedor, la tarjeta se retira del mismo y se coloca en un depósito de recepción. El contenedor vacío es llevado al área de almacenamiento. La presencia de la tarjeta en el depósito indica que es necesario producir más de esas partes para llenar otro contenedor.

2.3.2 Indicadores de productividad

2.3.2.1 Productividad

Es una medida de la eficiencia económica que resulta de la relación entre los recursos utilizados y la cantidad de productos o servicios elaborados.

Es el resultado de la relación entre los insumos invertidos y los productos obtenidos.

Es hacer más con menos.

Es una medida de la eficiencia económica que resulta de la capacidad para utilizar inteligentemente los recursos disponibles. (Rodríguez, 1993, 22-23).

Para York (1994,81) la productividad puede definirse, simplemente, como la proporción entre entradas y salidas. Las entradas se refieren a la energía empleada en los procesos necesarios para producir las salidas. Cuanto mayor sea el esfuerzo empleado, mayores serán las entradas y, por consiguiente, menor la productividad. Las salidas son todo lo que se produce, mientras que las entradas son todo lo utilizado.

Si se hace más producto con la misma entrada de energía, la productividad aumenta.

Si se hace la misma cantidad de producto pero disminuye la entrada de energía, la productividad aumenta.

Si se hace más producto, pero aumenta la entrada de energía en la misma proporción, hay un aumento de producción, pero no de productividad.

Si se hace menos producto, pero la entrada de energía disminuye proporcionalmente, hay un descenso de producción, pero no de productividad.

Según (Fernández de Guevara, 2011,25) Como se ha comentado, el concepto de productividad es bastante intuitivo como indicador de eficiencia en los procesos productivos: volumen de producción que se genera por cada unidad de factor utilizado. Si únicamente se considera uno de los factores productivos se habla de productividad parcial o productividad aparente. Por ejemplo, la productividad parcial o aparente del trabajo PL de una empresa i se define como el output (Y_i) dividido entre la cantidad de trabajo utilizado (x_i).

$$PL = \frac{Y_i}{x_i}$$

Entonces el incremento de la productividad es la comparacion de la productividad actual con la productividad propuesta.

$$\Delta P = \frac{P_{prop} - P_{act}}{P_{act}} \times 100 = \frac{P_2 - P_1}{P_1} \times 100$$

ΔP = Incremento de productividad

$P_{prop} = P_2$ = Productividad propuesta

$P_{act} = P_1$ = Productividad actual

2.3.2.2 Criterios para analizar la productividad

Para Kanawaty (2010) existen una gran variedad de parámetros que afectan la productividad del trabajo, pero en especial se analizan los factores conocidos como las “M” mágicas, llamadas así porque todos ellos en inglés comienzan con EME.

- ✓ Hombres (men)
- ✓ Dinero (Money)
- ✓ Materiales.
- ✓ Método.
- ✓ Mercados (markets)
- ✓ Máquinas (machine)
- ✓ Medio ambiente.
- ✓ Mantenimiento del sistema.
- ✓ Misceláneos: controles, materiales, costos, inventarios, calidad, cantidad, tiempo, etc.
- ✓ Manufactura

En base a estos parámetros podemos analizar la productividad de la siguiente manera:

- ✓ **Productividad de materia prima:**

$PMP = \text{Entradas de MP} / \text{Salidas}$

- ✓ **Productividad del recurso humano:**

$PMO = \text{Producción actual} / n^\circ \text{ de operarios}$

- ✓ **Productividad económica:**

$P_{capital} = \text{Producción actual} / \text{Inversión en materiales}$

Los indicadores de productividad es una relación de datos cuantitativos, utilizados y aplicados para la medición de la misma, que permite evaluar el desempeño de los factores que intervienen en el proceso productivo y el resultado de la producción.

✓ **Capacidad**

Según Rojas (1996), es la producción o número de unidades que una instalación puede gestionar, recibir, almacenar o producir en un determinado periodo de tiempo.

✓ **Capacidad proyectada o diseñada:** es la máxima producción teórica que se puede obtener de un sistema en un periodo de tiempo determinado en condiciones ideales.

✓ **Capacidad efectiva o real:** es la capacidad que espera alcanzar una empresa según su combinación de productos, métodos de programación, mantenimiento y estándares de calidad.

✓ **Capacidad utilizada:** es la capacidad actual, dadas las limitaciones operativas.

✓ **Capacidad ociosa:** es la capacidad dada por la diferencia entre la capacidad real y la utilizada.

• **Utilización:** es la producción real como porcentaje de la capacidad proyectada.

Utilización=Producción real/Capacidad proyectada

• **Eficiencia:**

Según Chiavenato (1999), la eficacia es el logro de los objetivos previstos mediante los recursos disponibles y la eficiencia está enfocada hacia la búsqueda de la mejor manera de hacer o ejecutar las tareas (métodos) con el fin de que los recursos se utilicen del modo más racional posible. Es decir, la eficacia es hacer lo correcto y la eficiencia es hacer las cosas correctamente con el mínimo de recursos.

Eficiencia=Producción real/Capacidad efectiva

Capacidad usada=Capacidad disponible –Tiempo muerto

%Eficiencia=Capacidad usada/Capacidad disponible x 100

%Eficacia=Producción real/Producción programada x 100

2.3.2.3 Rentabilidad

Para Leiceaga (2012) la rentabilidad es la relación entre los beneficios obtenidos y los fondos aplicados para obtenerlos.

Así, los objetivos a cumplir por la dirección de producción serán:

- ✓ Minimizar la duración del proceso productivo.
- ✓ Minimizar los costes de producción.
- ✓ Maximizar la productividad.

Los autores Brun, Elvira y Puig (2012,47-48) La rentabilidad indica la variación, expresada normalmente en tanto por ciento, que experimenta el valor de un activo durante un período de tiempo. Esta variación, que se expresa en porcentaje, puede ser positiva o negativa.

Las técnicas de evaluación de inversión mas utilizadas son el VAN (Valor Actual Neto) y la TIR (Tasa de Rentabilidad Interna). Ambas son herramientas matemáticas que reducen una inversión a un flujo de fondos de entradas y salidas de dinero en momentos temporales distintos.

Rentabilidad simple es la forma de expresar la variación del valor de un activo, durante un período de tiempo determinado, suponiendo que los beneficios que genera se producen al final del período. Su formula es:

$$\text{Rentabilidad simple} = \frac{(\text{Valor inicial} - \text{Inversión inicial})}{\text{Inversión inicial}}$$

Rentabilidad es sinónimo de ganancia, utilidad, beneficio. Se trata de un objetivo válido para cualquier empresa, ya que a partir de la obtención de resultados positivos en ella puede mirar con optimismo no sólo su presente, que implica la supervivencia, sino también su futuro: es decir, el desarrollo de la organización en el tiempo. (Faga y Ramos,2006, 12).

Según Briseño (2006) Asi como la utilidad no es suficiente para determinar si un negocio es rentable, tampoco el nivel de ventas lo es por si solo, ya que una empresa puede vender mucho y aun así tener perdidas por el mal manejo de costos o por falta de liquidez.

Unos indicadores que me dan información valiosa para determinar si mis ventas estan generando utilidad son: margen bruto, margen de operación y margen neto.

La formula para obtenerlos es muy sencilla, simplemente se divide la utilidad neta o la utilidad de operación o la utilidad bruta entre las ventas y se multiplica por 100.

2.4 Estudio de tiempos y movimientos

Niebel y Freivalds (2009) definen la técnica moderna de estudio de movimientos como el estudio de los movimientos corporales que se utilizan para realizar una operación, para mejorar la operación mediante la eliminación de movimientos innecesarios, simplificación de movimientos necesarios y, posteriormente, la determinación de la secuencia de movimientos más favorable para obtener una máxima eficiencia.

Según Kanaway. (1996). Es un procedimiento sistemático que permite determinar el tiempo real para elaborar un producto eliminando movimientos innecesarios.

2.4.1 Importancia

Los estudios de movimientos puede ahorra un porcentaje mayor de costos de manufactura que cualquier otra cosa que pudieramos hacer en una planta de manufactura. Mediante el recurso de cambiar a una máquina por otra más automática, eliminamos o automatizamos muchos pasos de un proceso. (Meyers 2000,16).

Para Chase, Aquilano, Jacobs. (2000). Lo más importante de este estudio es detectar movimientos inútiles. El estudio de tiempos es una ayuda al estudio de movimientos. La prueba de un método mejorado se confirma mediante una reducción del tiempo. Mide el trabajo necesario para elaborar un producto y este estudio se justifica por ser una de las bases para el pago de salarios. Su objetivo es determinar el tiempo estándar para una operación, es decir el tiempo que requiere un operador calificado y 19 totalmente adiestrado para realizar la operación aplicando un método específico y trabajando a un ritmo normal.

2.4.2 Diagramas de proceso

Según Garcia (2005) esta herramienta de análisis es una representación gráfica de los pasos que se siguen en unas ecuencia de actividades que constituyen un proceso o un procedimiento, identificandolos mediante simbolos de acuerdo con su naturaleza; además, incluye toda la información que se considera necesaria para el análisis, tal como distancias recorridas, cantidad considerada y tiempo requerido.

✓ Diagrama de operación de proceso

Es la representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales; además, puede comprender cualquier otra información que se considere necesaria para el análisis, por ejemplo, el tiempo requerido, la situación de cada paso o si los ciclos de fabricación son los adecuados.

✓ Diagrama de análisis de proceso

Es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso. Incluye, además, la información que se considera deseable para el análisis; por ejemplo, el tiempo necesario y la distancia recorrida.

✓ Diagrama de circulación

Es una modalidad del diagrama del proceso de recorrido que se utiliza para complementar el análisis de proceso. Se elabora con base en un plano a escala de la fabrica, en donde ase indican las máquinas y demás instalaciones fijas; sobre este plano se dibuja la circulación del proceso, utilizando los mismos símbolos empleados en el diagrama del proceso del recorrido.

2.4.3 Distribución de planta o layout

García (2005) la distribución de planta es la colocación física ordenada de los medios industriales tales como maquinaria, equipos, trabajadores, espacios requeridos para el movimiento de materiales y su almacenaje, además de conservar espacio necesario para la mano de obra indirecta servicios auxiliares y los beneficios correspondientes.

Cuatrecasas (2017) con el método de Guerchet se realizarán los cálculos de las superficies necesarias para una planta de producción. Ver anexo 3. Por lo tanto:

- ✓ **Superficie estática: S_{es} .** Ésta es la superficie productiva, es decir la que ocupa físicamente a la maquinaria, el mobiliario y las demás instalaciones.
- ✓ **Superficie de gravitación: S_g .** Se trata de la superficie utilizada por el personal que está trabajando y por el material que está procesándose en un puesto de trabajo. Se obtiene multiplicando la superficie por el número de lados (n) de ésta que deben estar operativos, es decir, por los que se utilizará la máquina $S_g = S_{es} \times (n)$.
- ✓ **Superficie de evolución: S_{ev} .** Contempla la superficie necesaria que reservar alrededor de los puestos de trabajo para el movimiento del personal y del material y sus medios de transporte. Se obtiene como suma de la superficie estática más la de gravitación afectada por un coeficiente k. Este coeficiente variará en función de la proporción entre el volumen del material y personal que se está moviendo entre los puestos de trabajo y el tamaño de las máquinas de dichos puestos.

2.4.3.1 Tipos de distribución de planta

- ✓ **Distribución de posición fija.**

Todo el producto está en la misma posición, es decir está fija al puesto de trabajo, la mano de obra, las materias primas, y las herramientas se desplazan hacia él. Este tipo de distribución es conveniente para los productos que tienen ciertas particularidades en cuanto a volumen, peso o modo de producción.

- ✓ **Distribución por proceso.**

Los equipos similares que cumplen funciones similares se colocan en el mismo departamento. Este tipo de distribución es ideal para una producción múltiple o para producciones intermitentes. Es un proceso flexible, pues no se interrumpe por el daño o falta de una máquina. Además, no todas las máquinas participan en la elaboración de cualquier producto.

- ✓ **Distribución por producto.**

Consiste en colocar los equipos y personas de acuerdo a la secuencia requerida por la fabricación del producto. Solo una operación determinada se hará en cada posición (estación) o con cada pieza del equipo. En esta distribución el producto se fabrica en un área manteniéndose en movimiento. Las operaciones se ubican inmediatamente a lado de la siguiente. Este tipo de producción se usa en una producción simple y en masa.

De la Fuente y Fernández (2005) consiste en la ordenación de los factores y elementos industriales que participan en el proceso productivo de la empresa, en la distribución del área, en la determinación de las figuras, formas relativas y ubicación de los distintos departamentos.

III. RESULTADOS

3.1 Diagnóstico de situación actual de la empresa

3.1.1 La Empresa

La empresa COMESA ubicada en el A.H. Las Delicias - Lambayeque - Chiclayo debidamente representada y gerenciada por su propietario, Sr Teófilo Sandoval Valdivia, la cual se dedica desde hace cuatro años al rubro de manufactura fabricando una amplia gama de productos para motocicletas y moto taxis.

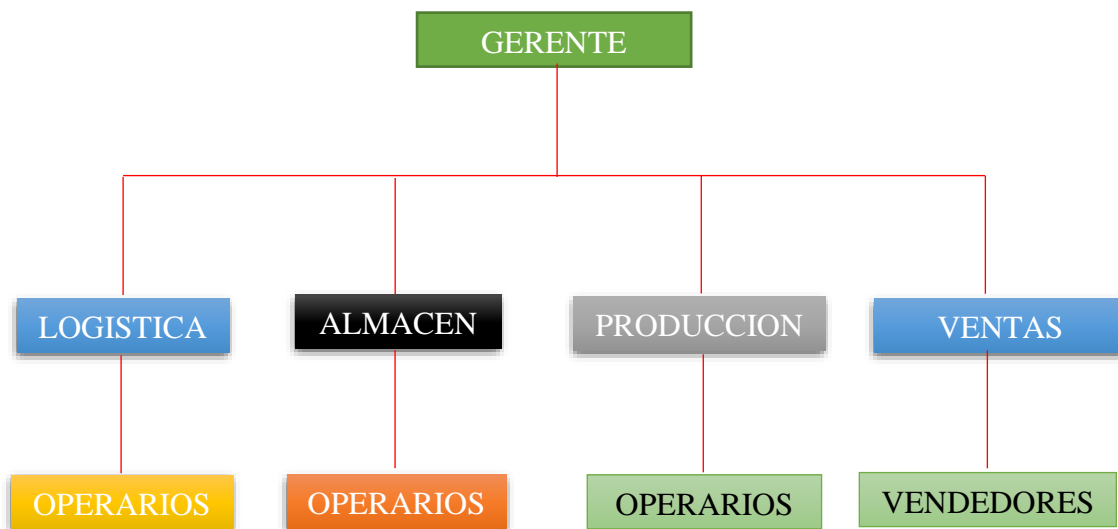
Misión

Fabricar nuestros productos a un precio acorde con el mercado, pero no dejando de lado la calidad de los mismos.

Visión

Llegar a ser una empresa reconocida en la fabricación de piezas para motocicletas y moto taxis y que los mismos lleguen a ser vendidos en las distintas provincias del Perú.

Figura 1: Organigrama de la empresa COMESA



Fuente: COMESA

En la figura 1 se muestra el organigrama de la empresa COMESA formada por sus cinco áreas, gerencia, logística, almacén, producción, ventas, cada una de ellas conformada por sus respectivos colaboradores.

3.2 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE PRODUCCION

3.2.1 Productos

La empresa no solo fabrica estos dos productos, tiene una gama de productos para ofrecer al mercado chiclayano los cuales se mencionan a continuación:

Tabla 1: Relación de productos

N°	PRODUCTO	MODELO
1	Abrazadera de asiento	Un solo modelo
2	Abrazadera de carguera	Para muelles, carrocería
3	Abrazadera de mata perro	Un solo modelo
4	Abrazadera de parabrisa	Un solo modelo
5	Bocina de amortiguador	Liviana, pesada
6	Llaves de bujía	Yamaha, CB, C50
7	Media luna de arrastre	CB, Wanxin
8	Medias luna para tubo de escape	Un solo modelo
9	Parador lateral	CB, XL
10	Platina para templador cuadrado	Un solo modelo
11	Separador de rodajes de llanta wanxin	Delantero, posterior, con porta catalina
12	Soporte de abrazadera	Para muelles, carrocería
13	Trapecio de tubo cuadrado	Aro 18 y aro 17
14	Trapecio de tubo redondo	Aro 18 y aro 17

Fuente: COMESA

La empresa tiene desechos de trapos con aceite y grasas, que son utilizados para la limpieza de las máquinas, piedras de esmeril sobrantes.

Los desperdicios son metálicos que se obtiene del proceso productivo que son de la materia prima sobrante, que se almacenan para luego ser comercializados.

En la tabla 2 se muestra los productos que se les realiza el acabado superficial, además de los productos que tienen mayor rotación, siendo estos la llave de bujía CB con el soporte de abrazadera para carrocería, representando los mismos el 14,45 y 17,13 % de las ventas respectivamente.


Tabla 2: Rentabilidad de los productos vendidos del periodo enero a diciembre del 2016

Mes	Llaves de bujía			Soporte de abrazadera		Separador de rodajes de llanta wanxin			Bocina de amortiguador		Platina para templador cuadrado	Medias luna para tubo de escape
	CB	C-50	Yamaha	Para carrocería	Para muelles	Delantero	Posterior	Porta catalina	Liviana	Pesada		
Enero	2 400	1 000	1 500	900	950	700	650	550	1 000	1 150	1 000	900
Febrero	2 300	1 100	1 500	1 100	900	200	100	0	1 050	1 000	1 000	800
Marzo	2 200	1 200	1 600	1 000	800	800	500	300	1 100	1 100	1 000	900
Abril	2 100	1 250	1 500	850	900	400	200	500	1 100	1 150	1 000	1 000
Mayo	2 000	1 400	1 400	1 000	1 100	400	500	500	1 200	1 250	1 000	1 100
Junio	2 300	1 300	1 500	900	800	600	500	0	1 150	1 000	1 000	900
Julio	2 300	1 200	1 600	900	1 000	800	650	400	1 200	1 150	1 100	800
Agosto	2 300	1 200	1 400	900	900	400	500	0	1 050	1 000	1 050	800
Septiembre	2 400	1 200	1 400	950	900	600	600	500	1 100	1 150	1 000	900
Octubre	2 350	1 250	1 500	900	950	500	550	200	1 000	1 050	1 000	1 000
Noviembre	2 400	1 100	1 400	800	1 000	700	600	200	1 200	1 100	1 100	1 000
Diciembre	2 500	1 200	1 400	1 000	900	700	800	250	1 300	1 200	1 200	1 100
Total unid. Vendidas	27 550	14 400	17 700	11 200	11 100	6 800	6 150	3 400	13 450	13 300	12 450	11 200
Precio por unidad (S/.)	1,2	1,2	1,2	3,5	3,5	0,6	0,6	3,5	0,5	0,7	0,8	1,2
Costo por unidad (S/.)	0,5	0,5	0,5	1,2	1,2	0,3	0,3	2,0	0,3	0,4	0,5	0,8
Rentabilidad (S/.)	0,7	0,7	0,7	2,3	2,3	0,3	0,3	1,5	0,2	0,3	0,3	0,4
Rentabilidad Total (S./)	19 285	10 080	12 390	25 760	25 530	2 040	1 845	5 100	2 690	3 990	3 735	4 480
% de ventas	14,45	7,55	9,28	17,13	16,98	10,40	9,41	5,20	1,76	1,74	2,18	3,92

3.2.1.1 Descripción del producto

- ✓ **La llave de bujía tipo CB:** Para la fabricación de la llave de bujía se tiene que cumplir con ciertas especificaciones y requisitos inherentes del producto tal como se muestra en la figura 2.


Figura 2: Ficha técnica de la llave de bujía CB

Nombre comercial	Llave bujía	
Material	Tubo electrosoldado	
Espesor	1.5 mm	
Diámetro	3/4"	
Longitud	80 mm	
Medida del hexágono	17 mm	
Modelo	CB	
Color	Amarillo, Blanco	
Uso	Ajustar y aflojar la bujía	

Fuente: COMESA

- ✓ **Soporte de abrazadera de:** Así mismo para la fabricación de este producto se tiene que cumplir las especificaciones para que cumpla su finalidad la cual es de sujetar los muelles de la moto carguera como se observa en la figura 3.

Figura 3: Ficha técnica del soporte de abrazadera

Nombre comercial	Soporte de abrazadera	
Material	Platina	
Espesor	3/16 "	
Ancho	2"	
Longitud	45 mm	
Modelo	Para carguera	
Color	Amarillo	
Uso	Sujeta los muelles de la carguera	
Diámetro de los agujeros	11 mm	

Fuente: COMESA

3.2.2 Materiales

✓ Materia prima

Tubo electrosoldado de 3/4" de diámetro x 1,5 mm de espesor x 6m de longitud para la producción de la llave de bujía, que adquiere en las tiendas de la localidad de Chiclayo. El costo de la misma varia, podemos calcular en base a la última compra efectuada que es de S/. 14 soles tubo multiplicado por 510 da un total de S/.7 140 Soles

Para la fabricación anual de la llave de bujía CB se necesita las siguientes cantidades de materia prima:

Longitud de tubo(mm)	6 000
Longitud de la llave de bujía (mm)	80
Espesor de disco de corte (mm)	0,3
Producción unid	38 100
Total de cm	3 059430
Total Tubos	510

Para la producción del soporte de abrazadera se utiliza platina de 3/16" de espesor x 2" de ancho x 6m de longitud al igual que el tubo electrosoldado se adquiere en las tiendas de la localidad. El costo se calcula de al igual que para la llave de bujía con la ultima compra efectuada que es de S/. 12 soles platina multiplicado por 254 platinas da un total de S/. 3 046.5 soles.

Se necesita para la fabricación anual del soporte de abrazadera se necesita las siguientes cantidades de materia prima:

Longitud de platina (mm)	6000
Longitud de soporte (mm)	45
Producción unid	3 3850
Total de cm	1 523250
Total platinas	254

Además, se necesitan materiales indirectos como:

Alambre de construcción de diámetro 1/4" para el pin de la llave de bujía.

Piedras de esmeril, Pinturas para base y pintura para acabo de color negro, Electrodo revestidos.

3.2.3 Mano de obra

Cuenta con 8 colaboradores u operarios que se encargan de la producción y 2 vendedores que se encargan de la comercialización de los productos, trabajando un turno de ocho horas.

3.2.4 Suministros

La energía eléctrica es suministrada por la empresa ELECTRONORTE S.A la cual es utilizada para el funcionamiento de las máquinas, el agua que se utiliza es obtenida de un rio subterráneo, mediante un pozo.

3.2.5 Recursos Financieros

La empresa tiene un costo por consumo de energía eléctrica de S/ 1 200 soles mensuales, el consumo de agua no genera un costo ya que es extraído de un rio subterráneo.

El pago de los trabajadores asciende a S/ 1 200 soles mensuales por cada uno.

3.2.6 Máquinas y equipos

Tabla 3: Ficha técnica de la prensa en H

MARCA	FABRICACIÓN PROPIA	
MATERIAL	ACERO DE CONSTRUCCIÓN A36	
RANGO DE TRABAJO	90 mm	
CAPACIDAD	32 Tn	
TIPO DE CILINDRO	Doble efecto	
POTENCIA DE MOTOR	2 HP	
FUNCIONAMIENTO	Electrohidráulica	
ELECTROVALVULA	4/3	
PRESION DE TRABAJO DE LA BOMBA	1 800 PSI	
ESTADO	Óptimo	
AÑO DE FABRICACION	2015	
VIDA ÚTIL	8 años	
FUNCIÓN	Doblar los extremos del soporte de abrazadera, extruir tubo para el separador de rodaje porta catalina.	

Fuente: COMESA

Tabla 4: Ficha técnica de prensa excéntrica mecánica

MARCA	DESCONOCIDA	
FUERZA	100 N	
CARRERA REGULABLE	0 - 25 mm	
POTENCIA	3.5 HP	
PESO	1200 kg	
ACCIONAMIENTO PARA EL GOLPE	A pedal	
DIMENSIONES DE LA MESA DE TRABAJO	50 cm x 50 cm	
ALTURA TOTAL	1.80 m	
FRONTAL	1.50 m	
LATERAL	1.20 m	
ESTADO	Óptimo	
AÑO DE ADQUISICIÓN	2016	
VIDA ÚTIL	8 años	
FUNCIÓN	Perforar agujero de travesaño de la media luna de arrastre, doblar tubo rectangular para trapecio de llanta, estampar forma en V para barra estabilizadora de porta zapata para llanta posterior.	


Fuente: COMESA

Tabla 5: Ficha técnica de la máquina de soldar

MARCA	WELD WELL	
MODELO	TIG 200A	
VOLTAJE	200	
RANGO AJUSTABLE	5 - 200 A	
CORRIENTE DE SALIDA	200 A	
CICLO	200A-60% /154A-100%	
EFICENCIA	>85%	
PESO	10 kg	
DIAMETRO DE ELECTRODO	1/8" (3,2 mm)	
DIMENSIONES	371 x 155 x 299	
ESTADO	Óptimo	
VIDA ÚTIL	5 AÑOS	
AÑO DE ADQUISICIÓN	2016	
FUNCIÓN	Soldar los travesaños de la media luna de arrastre, los diferentes componentes para armar los trapecios de la llanta.	

Fuente: COMESA

Tabla 6: Ficha técnica de esmeril de banco

MARCA	MEBA	
AMP	1.7	
VOLTAJE	220	
POTENCIA	1/2 HP	
RPM	3 500	
CICLO	60 Hz	
DIAMETRO DE EJE	5/8"	
DIAMETRO DE DISCO	6"	
PESO	18 kg	
PROCEDENCIA	TAIWAN	
MATERIAL	HIERRO FUNDIDO	
ESTADO	Óptimo	
VIDA ÚTIL	5 AÑOS	
AÑO DE ADQUISICIÓN	2012	
FUNCIÓN	Limpiar las rebabas para las llaves de bujía, así como para las bocinas de amortiguador, afilar las brocas y las cuchillas para los tornos.	

Fuente: COMESA

Tabla 7: Ficha técnica de taladro de columna

MARCA	DINAMIC	
MATERIAL	ACERO Y HIERRO FUNDIDO	
MODELO	CH-16F	
POTENCIA MOTOR	1 HP	
RPM MOTOR	1420	
VOLTAJE MOTOR	220	
AMPERIOS MOTOR	8	
CICLO	50 Hz	
VELOCIDAD DE TRABAJO	60 Hz (280 - 3280) 50Hz (230-2730)	
MANDRILL	5/8" (16mm)	
RECORRIDO	30 mm	
PROCEDENCIA	TAIWAN	
ALTURA TOTAL	1.7 m	
ESTADO	Óptimo	
VIDA ÚTIL	9 AÑOS	
AÑO DE ADQUISICIÓN	2010	
FUNCIÓN	Limpiar rebabas interiores, agujerear los diferentes componentes para armar los trapecios.	

Fuente: COMESA

3.2.7 Herramientas

Las herramientas más utilizadas en el proceso son:

NOMBRE	MARCA	MATERIAL	USO
Martillo	Desconocida	Cabeza forjada de acero de alto carbono para una mayor durabilidad.	Aplanado de las diferentes planchas metálicas.
Comba	Desconocida	Cabeza forjada de acero de alto carbono para una mayor durabilidad.	Enderezado de las planchas metálicas
Brocas	Castillo	Acero de alta velocidad, con capa de titanio.	Agujereado de los diferentes productos.
Llaves de corona	Kamasa	Cromo-vanadio	Ajustado de las diferentes matrices.
Rayador	Fabricación propia	Acero	Para el trazado.
Alicates de presión	Kamasa	Cromo-vanadio	Para sujetar las piezas a soldar.
Rasquetas	Fabricación propia	Acero	Remoción de rebabas.
Wincha	Kamasa	Cinta de acero	Para la medición de las piezas a cortar.
Pie de rey	Mitutoyo	Acero inoxidable	Para la medición de las piezas que realizan en el torno.
Escuadra	Kamasa	Acero inoxidable	Para la comprobación de los ángulos.

3.2.8 Proceso de producción

3.2.8.1 Descripción de las etapas del proceso de producción de la llave de bujía – CB

- a) **Recepción de materia prima.** - La materia prima se compra en tubos electrosoldados de 3/4” de diámetro x 1.5 de espesor x 6m de longitud el cual se va utilizando de acuerdo a la producción que se requiera, se verifica las cantidades compradas, así como la medida de los mismos.

Figura 4: Recepción de materia prima



Fuente: COMESA

- b) **Cortado.** - En esta etapa la materia prima se corta mediante proceso abrasivo con una tronadora de disco en trozos de 8 cm de longitud siendo esta la medida del producto a producir, el control que se realiza en esta etapa es la verificación de medida la cual se hace mediante una plantilla.

Figura 5: Cortado



Fuente: COMESA

- c) **Remoción de rebabas.** - Una vez que se realiza el cortado se hace la remoción de las rebabas, se realiza manualmente con una rasqueta en la parte interior de ambos lados, para la parte exterior se realiza con un esmeril de banco.

Figura 6: Remoción de rebabas



Fuente: COMESA

- d) **Estampado.** - Ya en esta etapa mediante una matriz se da la forma de hexágono en un extremo del tubo para el ingreso de la bujía. Se verifica la medida del hexágono con una plantilla de la llave de bujía.

Figura 7: Estampado



Fuente: COMESA

- e) **Perforado.** - Ya realizado el estampado, en el otro extremo de la llave se realiza el perforado de $\frac{1}{4}$ " de diámetro para el ingreso de un pin el cual se usa para dar el ajuste de la bujía, se controla que los agujeros estén alineados, en el este proceso al momento de perforar los desperdicios quedan atascados en la matriz.

Figura 8: Perforado



Fuente: COMESA

- f) **Acabado.** - En esta etapa se realiza un recubrimiento mediante un baño de zinc (zincado) dándole así un acabado superficial ya la vez una protección contra el óxido, como este proceso lo realiza un tercero lo cual genera la demora para la atención al cliente a su vez se verifica la calidad del acabado.
- g) **Inspección.** - La llave de bujía es recogida del servicio de zincado, se realiza una breve inspección visual para verificar el color y el recubrimiento uniforme del acabado en el producto.
- h) **Distribución.** - La llave bujía es llevada o entregada al cliente.

Figura 9: Producto final



Fuente: COMESA

3.2.8.2 Descripción de las etapas del proceso de producción del soporte de abrazadera

- a) **Recepción de materia prima.** - La materia prima es comprada con las siguientes medidas platina de 3/16" de espesor x 2" de ancho x 6m de longitud la cual se va utilizando según la producción del mismo, por lo cual al momento de la recepción se verifica las cantidades y la medida de la materia prima.

Figura 10: Almacenamiento de materia prima



Fuente: COMESA

- b) **Cizallado.** - En dicha etapa la materia prima es cortada mediante el proceso de cizallado quedando trozos de platina con una longitud de 4,5 cm la cual es la medida del producto, se verifica la medida con una plantilla que tiene preestablecida la longitud, para este proceso el operario lo tiene que realizar de forma manual lo cual genera cansancio en el mismo.

Figura 11: Cizallado



Fuente: COMESA

- c) **Marcado de los agujeros.** -Se realiza el marcado de los agujeros en la primera pieza, se verifica las distancias de los centros de los agujeros, se realiza con el pie de rey y una regla de acero generando demora.

Figura 12: Marcado de agujeros



Fuente: COMESA

- d) **Taladrado.** - Se lleva al taladro de columna en este se tiene una matriz fijada, y así ya no se tiene que marcar los agujeros en cada pieza, luego se procede a realizar los agujeros de diámetro 11 mm, este proceso se realiza pieza por pieza, se controla el diámetro del agujero y las distancias de los mismos.

Figura 13: Taladrado



Fuente: COMESA

- e) **Remoción de rebabas.** – En esta etapa la limpieza se realiza con otro taladro y con una broca de mayor diámetro, se verifica la limpieza total de las rebabas para evitar los cortes y a su vez que las piezas puedan ingresar con facilidad en la matriz para doblar los bordes, esta etapa se tiene que realizar de forma manual y uno por uno,

no se tiene una prensa para realizar dicho proceso, ocasionando que el operario se pueda accidentar al salir disparado el material.

Figura 14: Remoción de rebabas



Fuente: COMESA

- f) **Cizallado.** - Ya efectuado la remoción de rebabas se lleva nuevamente a la cizalla para cortar los cuatro extremos de los trozos agujereados a un ángulo de $45^\circ \times 5$ mm, para que el proceso no genere demora se coloca una plantilla en la cizalla que se fija con un alicate de presión, no se toma en cuenta que las medidas se han exactas ya que solo es para evitar cortes posteriores.

Figura 15: Cizallado de las esquinas



Fuente: COMESA

- g) **Doblado.** - En esta etapa los trozos cortados de las esquinas son doblados en una prensa en H a una medida de 5 mm de alto por 8 cm de longitud lo cual es la longitud de la pieza, no se controla las medidas ya que en la matriz están preestablecidas dichas medidas.

Figura 16: Doblado



Fuente: COMESA

- h) Esmerilado e inspección.** - Se esmerila los cuatro extremos que han sido cortado y se inspecciona la eliminación de los filos que deja el cizallado para evitar los cortes tanto para los operarios como para los clientes.

Figura 17: Esmerilado



Fuente: COMESA

- i) Acabado.** - En esta etapa se realiza un recubrimiento mediante un baño de zinc (zincado) dándole así un acabado superficial ya la vez una protección contra el óxido, esta etapa del proceso lo realiza un tercero por lo que genera la demora para la atención al cliente.
- j) Inspección.** – Una vez que se recoge el producto se verifica la calidad del acabado este control se realiza de manera visual verificando el color y el recubrimiento uniforme del acabado en el producto.
- k) Distribución.** – El soporte de abrazadera ya verificada su calidad de acabado es llevada o entregada al cliente.

Figura 18: Soporte de abrazadera



Fuente: COMESA

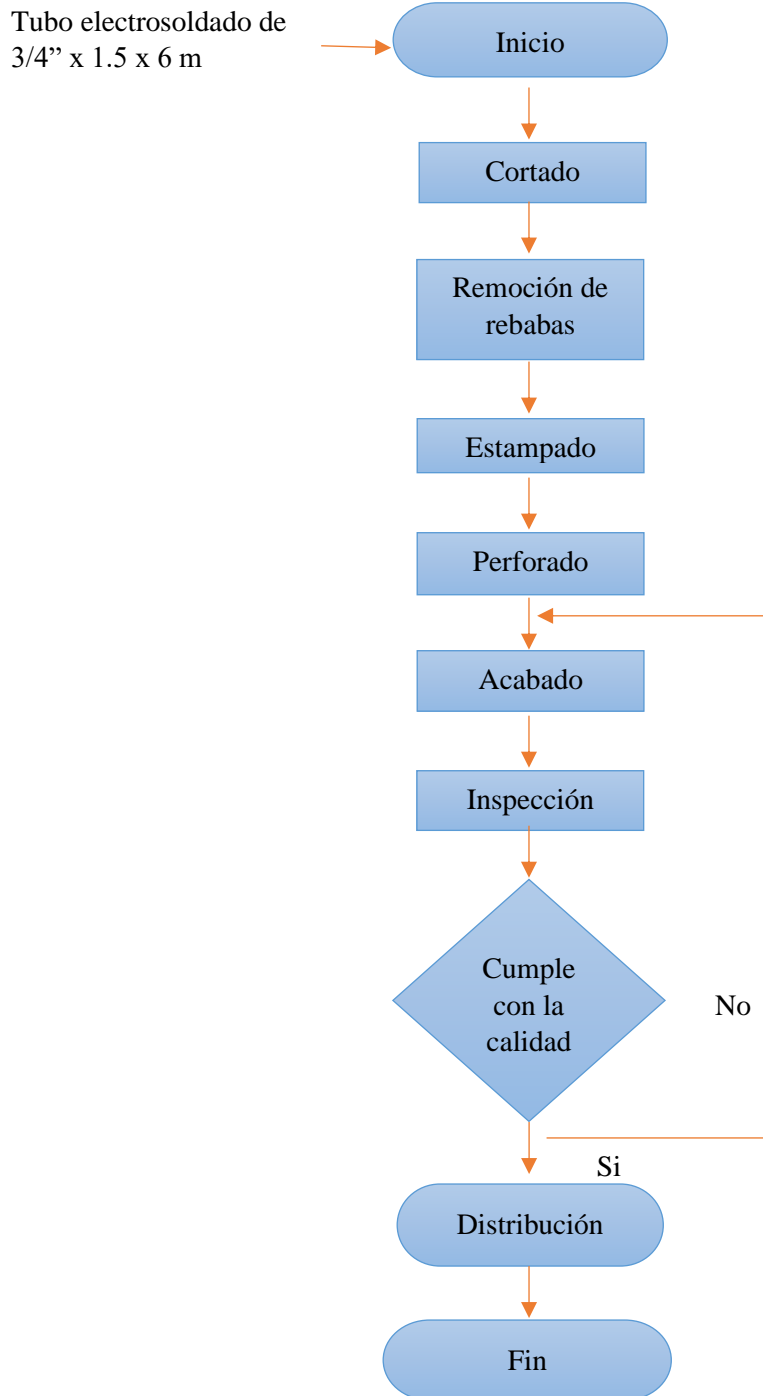
3.2.9 Sistema de producción

La empresa COMESA tiene como producción un sistema intermitente ya que produce lotes pequeños y sus maquinarias no son grandes, además que solo produce a pedido.

3.2.9.1 Análisis para el proceso de producción

A. Diagrama de flujo

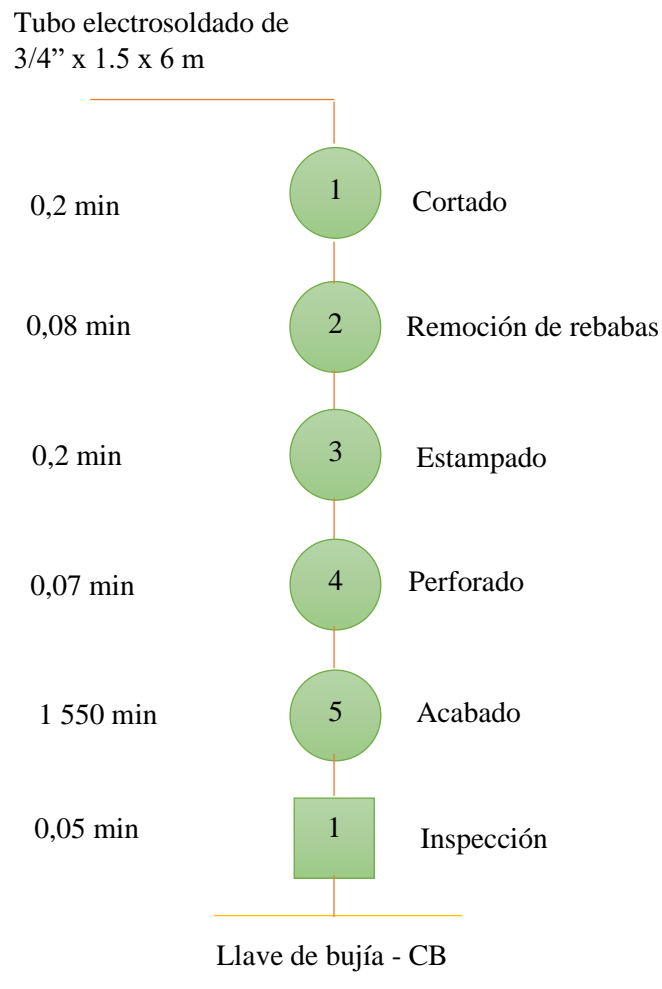
Figura 19: Diagrama de flujo de la llave de Bujía CB



Fuente: COMESA

B. Diagrama de operaciones de proceso de la llave de bujía

Figura 20: Diagrama de operaciones del proceso de la llave de Bujía CB



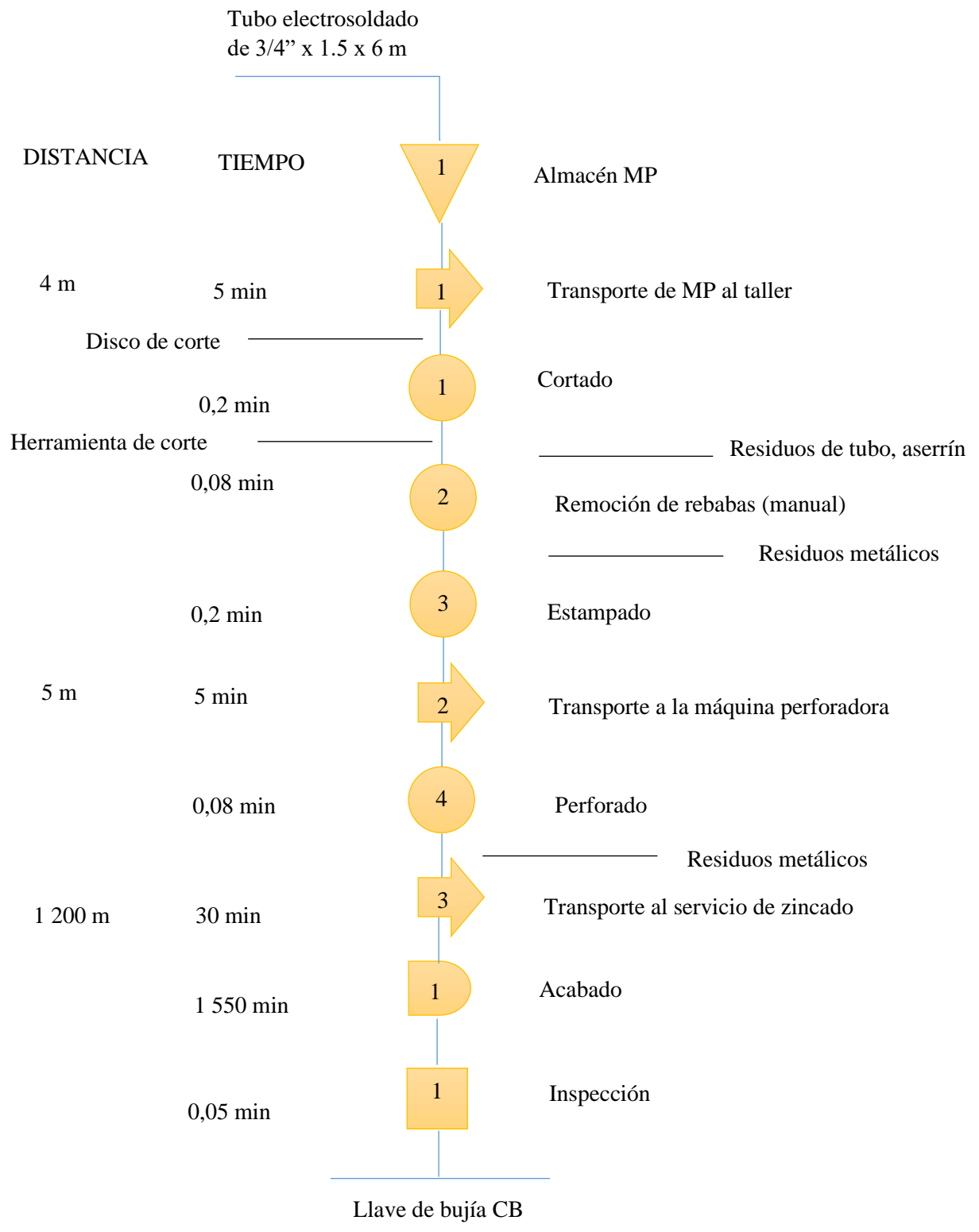
Cuadro resumen de operaciones de la llave de bujía CB			
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
Operación	●	5	1 550,37
Inspección	■	1	0,05
Total		6	1 550,42






Fuente: COMESA

En el diagrama de operaciones de la figura 20 se tiene 5 actividades operativas para la fabricación de la llave de bujía CB que suman 1 550,37 min, también tiene una actividad de inspección de 0,05 min, haciendo un total de 1 550,42 min.

C. Diagrama de análisis de proceso de la llave de bujía

Figura 22: Diagrama de análisis de proceso de la llave de Bujía CB



Cuadro resumen del diagrama de análisis de la llave de Bujía CB				
Actividad	Símbolo	Cant	Distancia (m)	Tiempo (min)
Operación		4	-	0,37
Transporte		3	1 209	40
Demora		1	-	1 550
Inspección		1	-	0,05
Almacén		1	-	-
TOTAL		11	1 209	1 590,42

Fuente: COMESA

$$\% \text{Actividades productivas} = \frac{0,37+0,05}{1\ 590,42} \times 100 = 0,03\%$$

Por lo tanto, tenemos dentro del tiempo total del proceso productivo un 0,03 % de tiempo productivo destinados a la fabricación eficaz del producto terminado como las actividades de operación e inspección.

$$\% \text{Actividades improductivas} = \frac{1\ 550+40}{1\ 590,42} \times 100 = 99,97\%$$

Por otra parte, existe un 99,97% del tiempo total de producción de actividades improductivas como son transporte de material, demora en la cual el producto espera un tiempo para ser llevado al cliente.

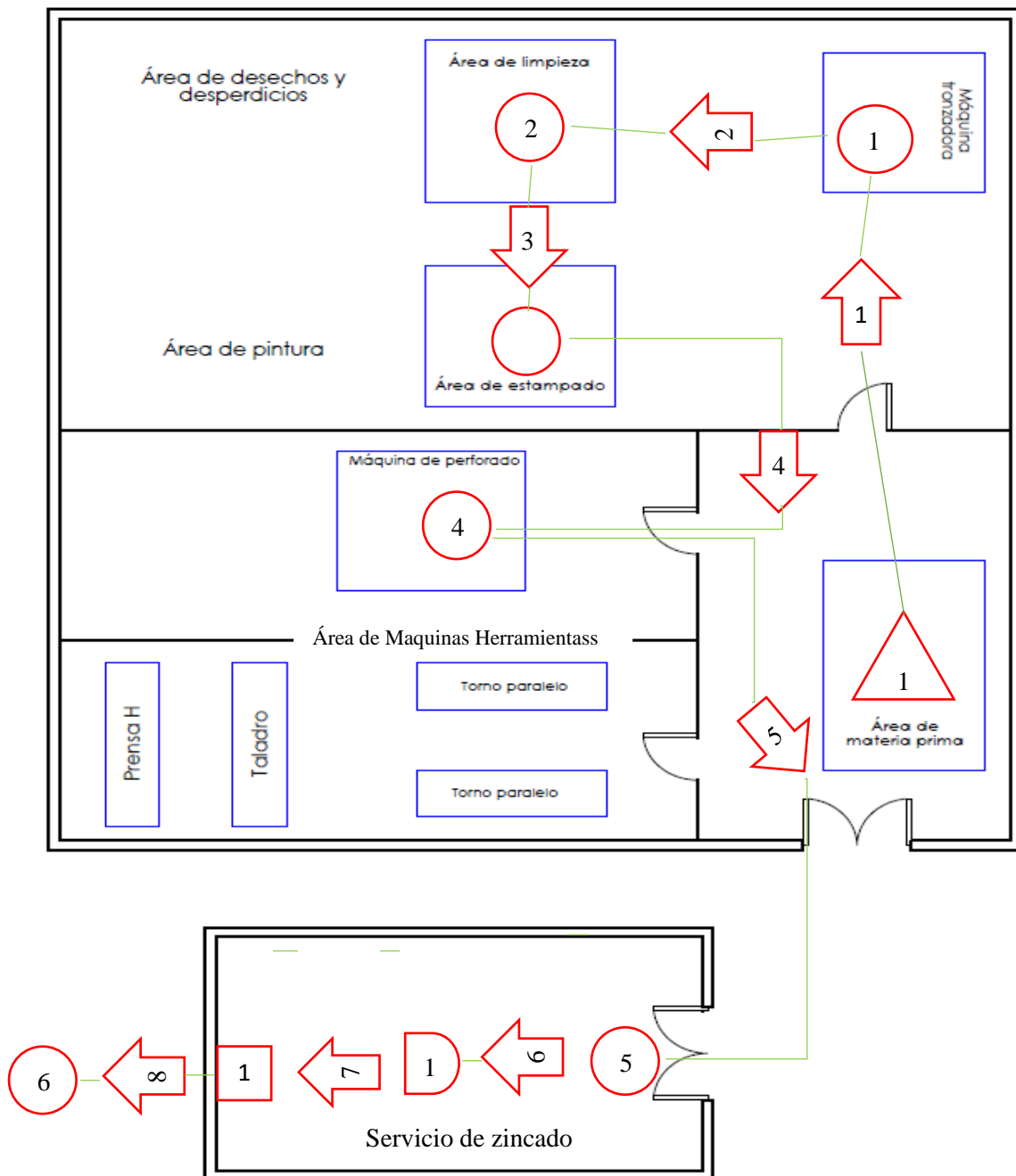
Se considera la etapa de acabado como un tiempo improductivo por que la operación no lo realiza la empresa.

Los tiempos considerados para los diagramas de DOP y DAP de la llave de bujía han sido medidos inicialmente para luego analizar cuantas observaciones necesitan y obtener el tiempo promedio para cada etapa.

D. Diagrama de recorrido de proceso de la llave de bujía

En la figura 22 se muestra el recorrido que realiza el producto de la llave de bujía, además se observa que el área de acabado (zincado), no está dentro de la planta porque lo realiza un tercero.

Figura 24: Diagrama de recorrido de proceso de la llave de Bujía CB



Fuente: COMESA

3.2.9.2 Tiempo promedio de actividades de la llave de bujía CB

Mediante la técnica del cronometraje se procedió a tomar los tiempos iniciales del proceso como se muestra en la tabla 8 lo cual nos servirá para luego encontrar los tiempos y el número de observaciones preliminares mediante el método descrito más adelante.

Con el método de la Maytag Company se podrá estimar el número de observaciones y sus tiempos promedios de cada elemento de las etapas del proceso como se observa en la tabla 9, la cual emplea el siguiente procedimiento:

- Diez lecturas para ciclos de dos minutos o menos.
- Cinco lecturas para ciclos superiores a dos minutos.

Tabla 8: Tiempos tomados inicialmente del proceso de fabricación de la llave de bujía CB

Etapa	Tiempo (min)
Transporte de MP al taller	5
Cortado	0,2
Remoción rebabas	0,08
Estampado	0,2
Transporte a la máquina perforadora	5
Perforado	0,07
Transporte al servicio de zincado	30
Acabado	1 440
Inspección	0,05
TOTAL	1 590,42

Fuente: COMESA

Tabla 9: Número de observaciones y tiempo promedio en minutos del proceso de fabricación de la llave de bujía CB

Etapa	Número de observaciones										Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Transporte de MP al taller	5,2	5,4	5,5	5	5,4						5,3
Cortado	0,02	0,025	0,03	0,028	0,02	0,029	0,03	0,03	0,025	0,025	0,026
Remoción de rebabas	0,08	0,085	0,09	0,1	0,084	0,087	0,091	0,08	0,095	0,08	0,0872
Estampado	0,2	0,3	0,28	0,25	0,3	0,27	0,2	0,25	0,3	0,3	0,265
Transporte a la máquina perforadora	5,8	6	5,9	6,1	5						5,76
Perforado	0,078	0,079	0,075	0,076	0,077	0,079	0,08	0,081	0,078	0,077	0,078
Transporte al servicio de zincado	30	33	35	38	29						33
Acabado	1440	1490	1580	1500	1590						1 520
Inspección	0,05	0,056	0,06	0,058	0,052	0,05	0,056	0,055	0,054	0,056	0,0547
TOTAL											1 564,57

Fuente: COMESA

- **Cálculo de los Rangos, cociente y los números de observaciones**

Para el cálculo del rango es necesario identificar el tiempo mayor y el tiempo menor de la muestra los cuales se restan, luego se divide entre la suma del tiempo máximo y tiempo mínimo como se muestra en la tabla 10 , El resultado de ese cociente se comprueba con la Tabla de Mundel la cual se muestra a continuación en la figura 23, el cual indicará el número de observaciones que se debe realizar por cada actividad, finalmente se obtuvo el tiempo promedio de las mismas como se observa en la tabla 11.

Figura 25: Tabla de Mundel

(A-B)/ (A+B)	Serie inicial de		(A-B)/ (A+B)	Serie inicial de	
	5	10		5	10
0,05	3	1	0,28	93	53
0,06	4	2	0,29	100	57
0,07	6	3	0,3	107	61
0,08	8	4	0,31	114	65
0,09	10	5	0,32	121	69
0,1	12	7	0,33	129	74
0,11	14	8	0,34	137	78
0,12	17	10	0,35	145	83
0,13	20	11	0,36	154	88
0,14	23	13	0,37	162	93
0,15	27	15	0,38	171	98
0,16	30	17	0,39	180	103
0,17	34	20	0,4	190	108
0,18	38	22	0,41	200	114
0,19	43	24	0,42	210	120
0,2	47	27	0,43	220	126
0,21	52	30	0,44	230	132
0,22	57	33	0,45	240	138
0,23	63	36	0,46	250	144
0,24	68	39	0,47	262	150
0,25	74	42	0,48	273	156
0,26	80	46	0,49	285	163
0,27	86	49	0,5	296	170

Fuente: Agustín Cruelles, José. 2013.

Tabla 10: Número de observaciones en minutos de las etapas de proceso de la llave de bujía CB

Etapa	Xmax. (min)	Xmin. (min)	Rmax-Rmin (A)(min)	Rmax+Rmin (B)(min)	A/B (min)	Nº de observaciones
Transporte de MP al taller	5,5	5,2	0,3	10,7	0,028	3
Cortado	0,031	0,02	0,011	0,051	0,200	30
Remoción de rebabas	0,1	0,08	0,02	0,18	0,111	8
Estampado	0,31	0,2	0,11	0,51	0,200	30
Transporte a la máquina perforadora	6	5	1	11	0,091	5
Perforado	0,081	0,075	0,006	0,156	0,038	1
Transporte al servicio de zincado	35	29	6	64	0,094	10
Acabado	1 590	1 440	150	3 030	0,050	3
Inspección	0,058	0,05	0,008	0,108	0,074	6

Fuente: COMESA

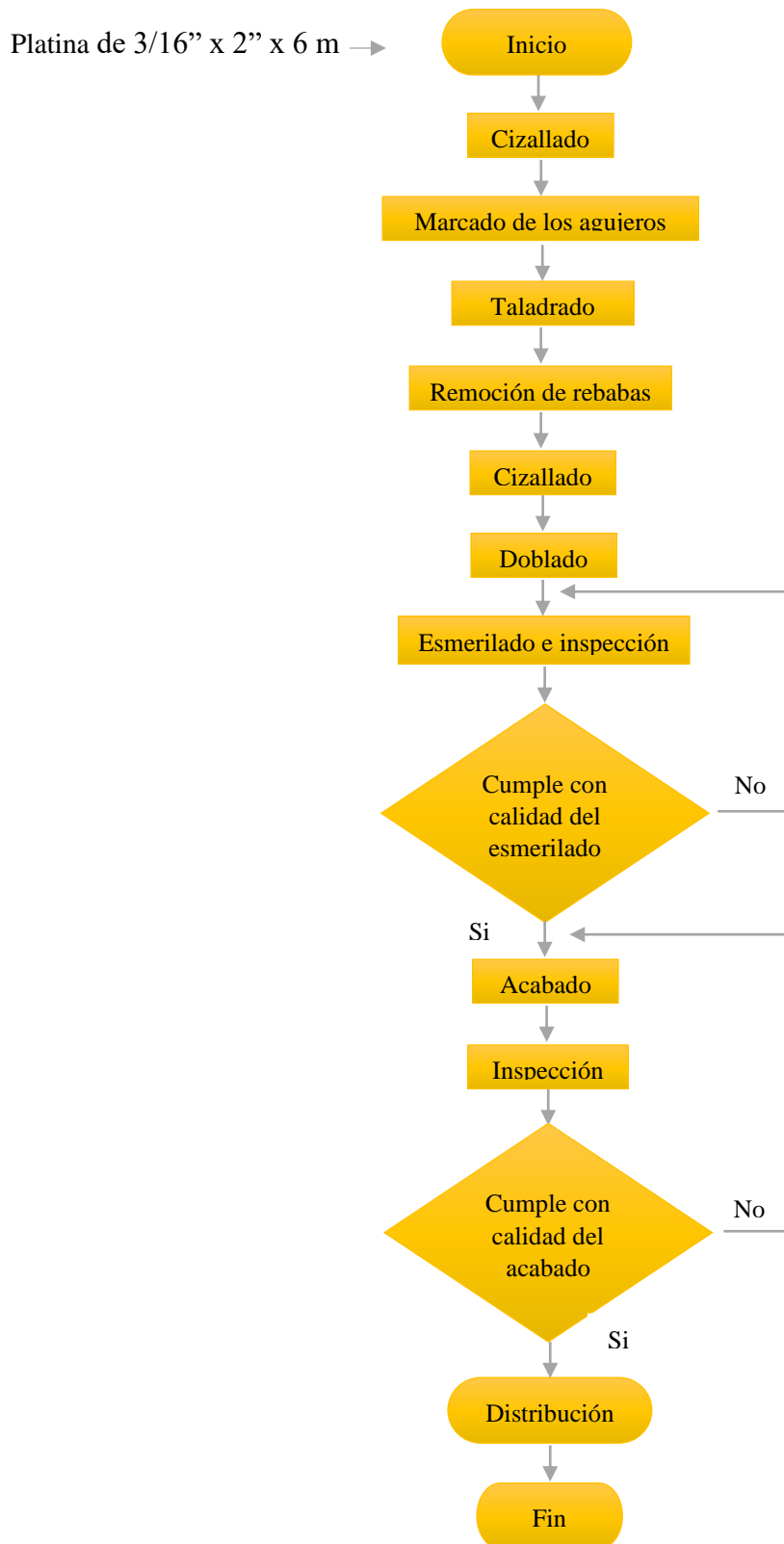
Tabla 11: Numero de observaciones y medición de tiempos en minutos de las etapas del proceso de fabricación de la llave de bujía CB

Etapa	Número de observaciones																											Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
Transporte de MP al taller	5,1	5,1	5																									5,07
Cortado	0,021	0,025	0,032	0,028	0,02	0,029	0,031	0,03	0,025	0,024	0,031	0,03	0,029	0,024	0,026	0,028	0,029	0,03	0,025	0,028	0,026	0,02	0,021	0,022	0,025	0,024	0,027	0,025
Remoción de rebabas	0,08	0,085	0,087	0,089	0,091	0,09	0,091	0,082																				0,086
Estampado	0,2	0,3	0,28	0,25	0,31	0,27	0,2	0,25	0,3	0,31	0,32	0,03	0,28	0,27	0,29	0,31	0,3	0,28	0,24	0,28	0,32	0,2	0,31	0,26	0,28	0,29	0,27	0,266
Transporte a la máquina perforadora	6,2	6,1	6,2	5,9	5,8																							6,04
Perforado	0,08																											0,08
Transporte al servicio de zincado	30	31	32	29	32	34	33	34	33	32																		32
Acabado	1 455	1 490	1 480																									1 475
Inspección	0,055	0,05	0,057	0,055	0,054	0,057																						0,055
TOTAL																											1 518,62	

Fuente: COMESA

E. Diagrama de flujo del soporte de abrazadera

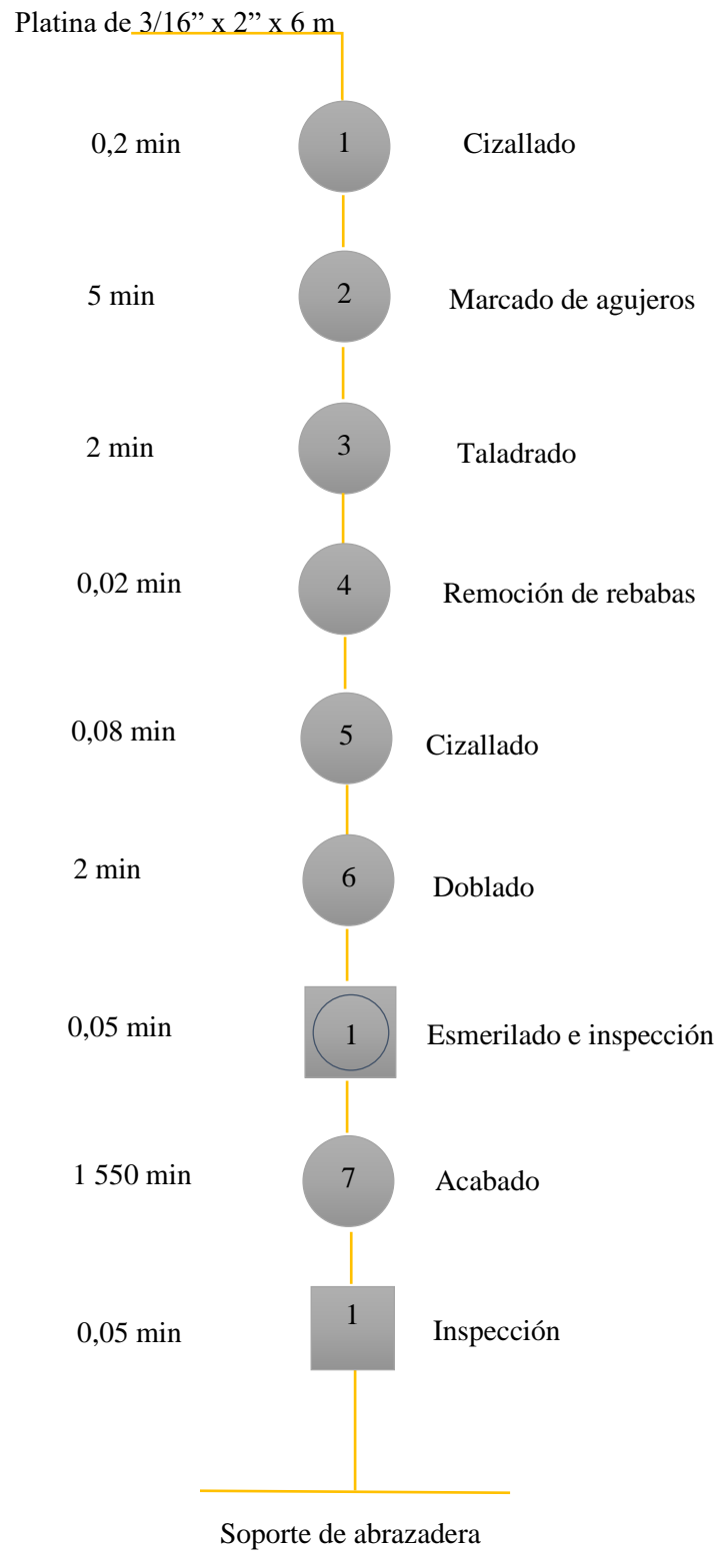
Figura 26: Diagrama de flujo del soporte de abrazadera



Fuente: COMESA

F. Diagrama de operaciones del proceso del soporte de abrazadera

Figura 27: Diagrama de operaciones de proceso del soporte de abrazadera



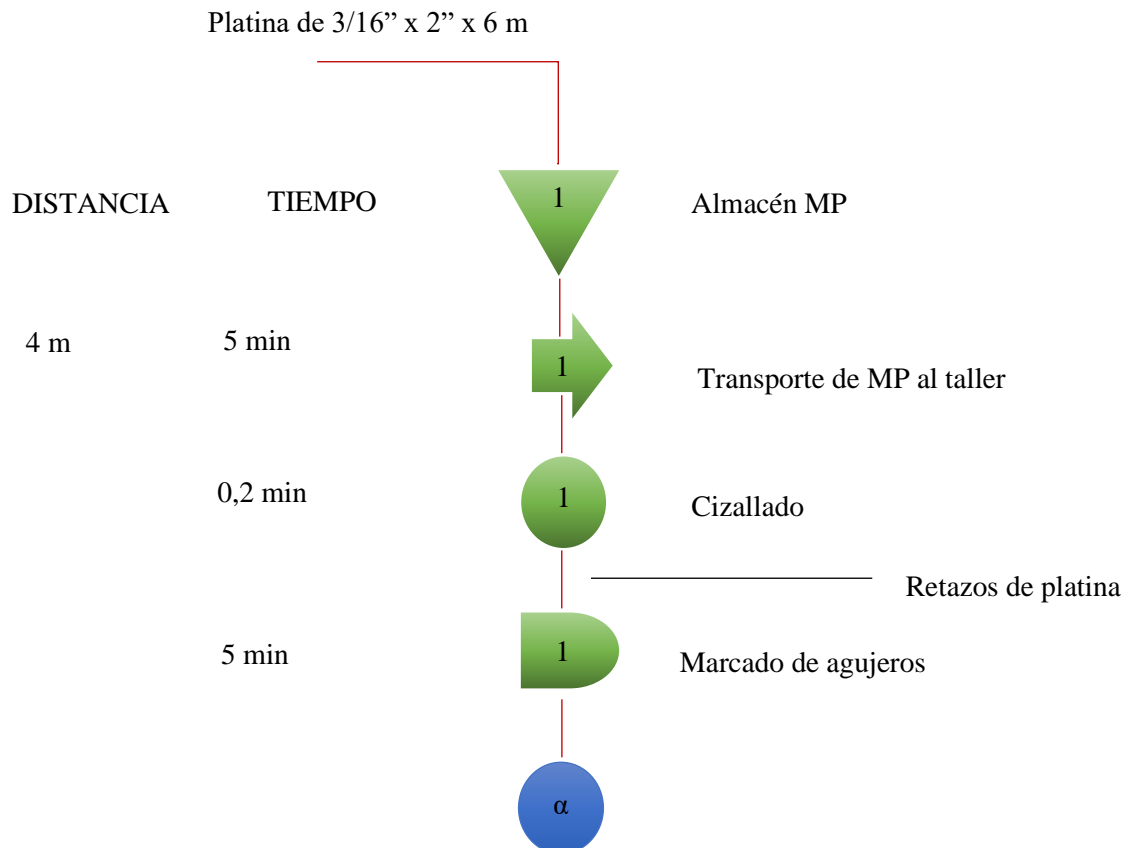
Cuadro resumen de operaciones del soporte de abrazadera			
Actividad	Símbolo	Cantidad	Tiempo (min)
Operación	●	7	1 560,02
Inspección	■	1	0,05
Combinada	○	1	0,05
Total		9	1 560,12

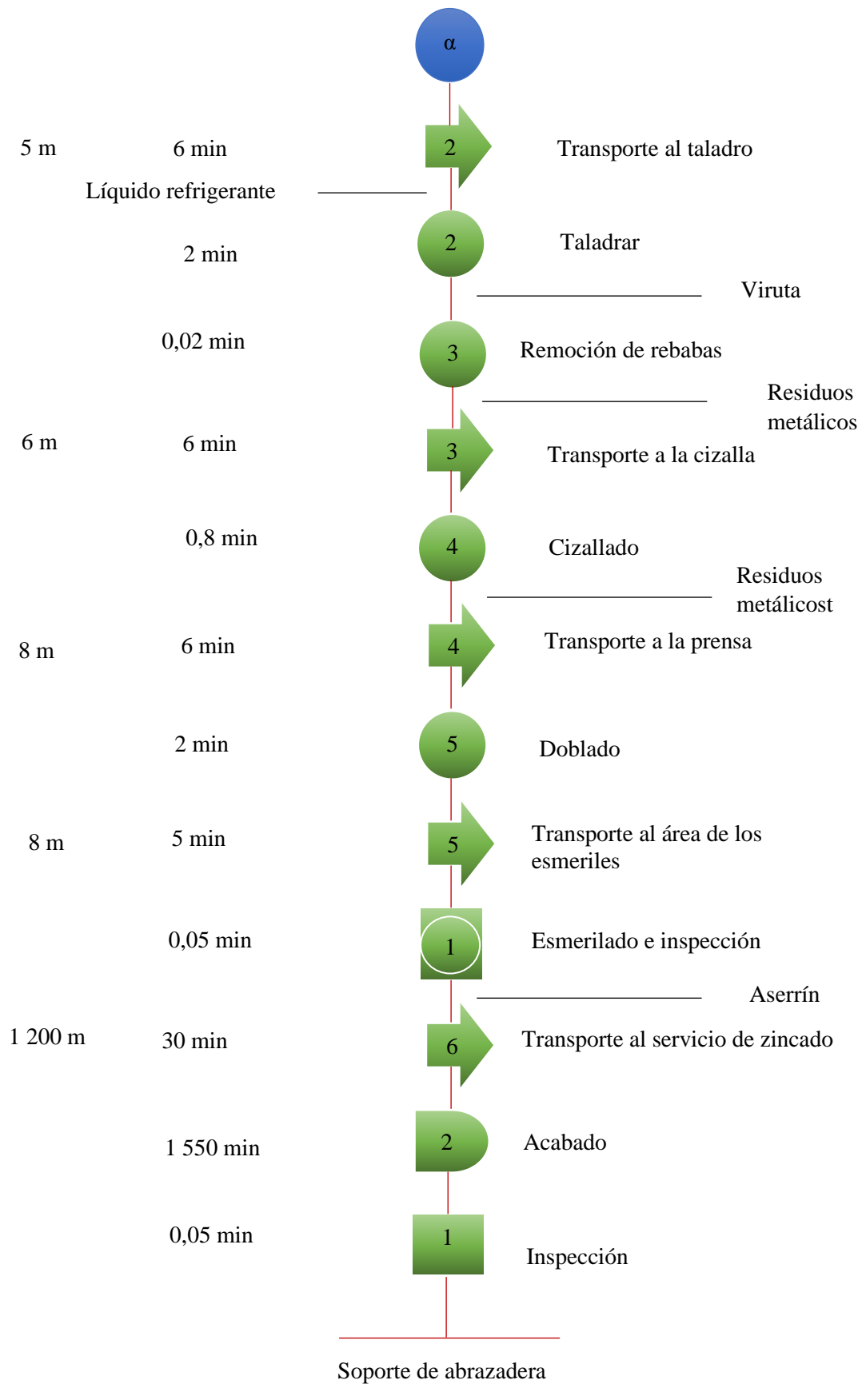
Fuente: COMESA







En el diagrama de operaciones de la figura 25 se tiene 7 actividades operativas para la fabricación de la llave de bujía CB que suman 1 560,02 min, también tiene una actividad de inspección de 0,05 min, una operación combinada de 0,05 min en total se tiene un tiempo 1 560,12 min de operaciones.

G. Diagrama de análisis de proceso del soporte de abrazadera

Figura 28: Diagrama de análisis de proceso del soporte de abrazadera





Cuadro resumen del análisis del proceso del soporte de abrazadera				
Actividad	Símbolo	Cant	Distancia (m)	Tiempo (min)
Operación		5	-	5,02
Transporte		6	1 231	58
Demora		2	-	1 555
Inspección		1	-	0,05
Almacén		1		
Combinada		1		0,05
TOTAL		18	1 231	1 618,12

Fuente: COMESA

$$\% \text{Actividades productivas} = \frac{5,02+0,05+0,05}{1\ 618,12} \times 100 = 0,3\%$$

Por lo tanto, tenemos dentro del tiempo total del proceso productivo un 0,3% de tiempo productivo destinados a la fabricación eficaz del producto terminado como las actividades como son las actividades de operación, inspección y combinada.

$$\% \text{Actividades improductivas} = \frac{58+1\ 555}{1\ 618,12} \times 100 = 99,7\%$$

A la vez, existe un 99,7% del tiempo total de producción de actividades improductivas como son transporte de material y demora, en las cuales el producto espera un tiempo para ser llevado al cliente.

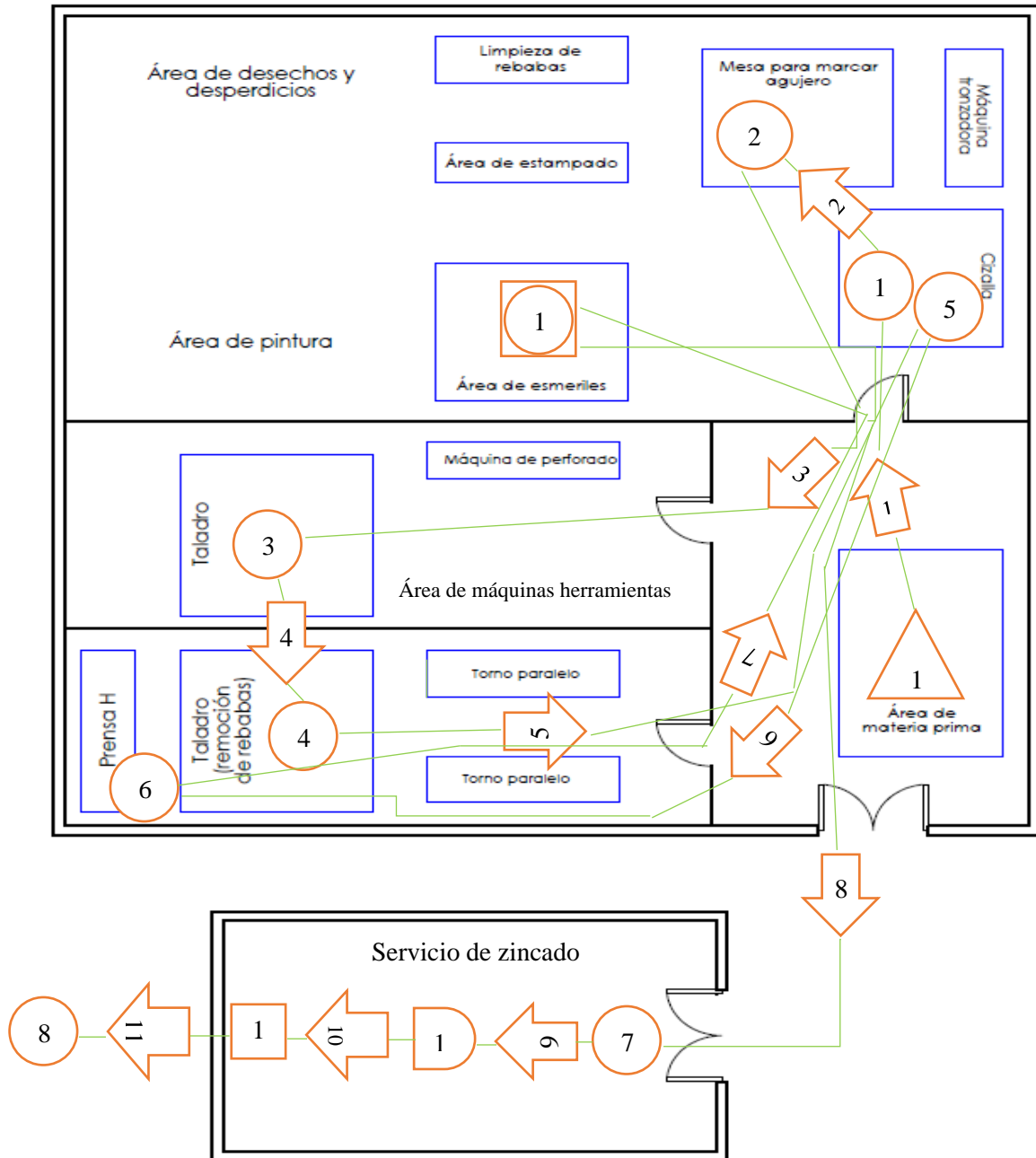
Se considera la etapa de acabado como un tiempo improductivo por que la operación no lo realiza la empresa.

Los tiempos considerados para los diagramas de DOP y DAP del soporte de abrazadera han sido medidos inicialmente para luego analizar cuantas observaciones necesitan y obtener el tiempo promedio para cada etapa como se muestra en figura 26.

H. Diagrama de recorrido de proceso del soporte de abrazadera

En la figura 27 se observa el recorrido que realiza el producto del soporte de abrazadera, además se muestra los cruces que existe entre las diferentes áreas que se involucran, así como el área de acabado (zincado) que esta fuera de la planta porque lo realiza un tercero.

Figura 2749: Diagrama de recorrido de proceso del soporte de abrazadera



Fuente: COMESA

3.2.9.3 Tiempo promedio de actividades del soporte de abrazadera

La medición de los tiempos para el análisis de las actividades para la fabricación del soporte de abrazadera se utilizará las mismas técnicas que para la llave de bujía.

En la tabla 12 se muestra los tiempos que se han tomado al inicio del proceso lo cual servirá para encontrar los tiempos y el número observaciones preliminares como se observa en la tabla 13.

Tabla 12: Tiempos tomados inicialmente del proceso de fabricación del soporte de abrazadera

Etapa	Tiempo (min)
Transporte de MP al taller	5
Cizallado	0,2
Marcado de agujeros	5
Transporte al taladro	6
Taladrado	2
Remoción de rebabas	0,02
Transporte a la cizalla	6
Cizallado	0,8
Transporte a la prensa hidráulica	6
Doblado	2
Transporte al área de los esmeriles	5
Esmerilado e inspección	0,05
Transporte al servicio de zincado	30
Acabado	1 550
Inspección	0,05
TOTAL	1 618,12

Fuente: COMESA

Tabla 13: Número de observaciones y tiempos preliminares en minutos del proceso de fabricación del soporte de abrazadera

Etapa	Numero de observaciones										Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Transporte de MP al taller	5,4	5,5	5,3	5	5,4						5,32
Cizallado	0,2	0,25	0,3	0,28	0,2	0,29	0,31	0,3	0,25	0,25	0,263
Marcado de agujeros	5,2	5,4	5,25	5	5,1						5,19
Transporte al taladro	6,5	6,8	6,6	7	7,1						6,8
Taladrar	2,4	2,3	2,1	2,5	2,7						2,4
Remoción de rebabas	0,025	0,03	0,027	0,028	0,03	0,029	0,028	0,026	0,025	0,03	0,0278
Transporte a la cizalla	6	5,9	6,1	7	5,9						6,18
Cizallado	0,81	0,82	0,84	0,85	0,89	0,9	0,87	0,91	0,9	0,88	0,867
Transporte a la prensa hidráulica	6,9	6,8	7	7,2	7,7						7,12
Doblado	2,5	2,47	2,48	2,49	2,5						2
Transporte al área de los esmeriles	5,5	5,9	6	6,2	6,3						5,98
Esmerilado e inspección	0,058	0,06	0,058	0,064	0,064	0,059	0,057	0,067	0,063	0,06	0,061
Transporte al servicio de zincado	31	34	36	40	37						35,6
Acabado	1480	1490	1550	1600	1650						1 554
Inspección	0,05	0,058	0,06	0,061	0,059	0,059	0,06	0,062	0,063	0,059	0,0591

Fuente: COMESA

- **Cálculo de los Rangos, cociente y los números de observaciones**

Para el cálculo del rango es necesario identificar el tiempo mayor y el tiempo menor de la muestra, los cuales se restan, luego se divide entre la suma del tiempo máximo y tiempo mínimo obteniendo así el número de observaciones que se debe realizar a cada etapa del proceso como se muestra en la tabla 14. El resultado de ese cociente se comprueba con la Tabla de Mundel la cual se muestra en la figura 23, el cual indicará el número de observaciones que se debe realizar por cada actividad.

Finalmente, se tomarón los datos según el número de observaciones obtenidos para cada etapa del proceso como lo indica la tabla 14, posterior a ello obtuvo el tiempo promedio de cada etapa del proceso como se observa en la tabla 15.

Tabla 14: Número de observaciones de las etapas del proceso de fabricación del soporte de abrazadera

Etapas	X max. (min)	Xmin (min)	Rmax- Rmin (A)(min)	Rmax+ Rmin (B)(min)	A/B	N° de observaciones
Transporte de MP al taller	5,5	5	0,5	10,5	0,048	3
Cortado	0,03	0,02	0,01	0,05	0,2	27
Marcado de agujeros	5,4	5	0,4	10,4	0,038	3
Transporte al taladro	7	6,5	0,5	13,5	0,037	3
Taladrar	2,7	2,1	0,6	4,8	0,125	17
Remoción de rebabas	0,03	0,025	0,005	0,055	0,091	5
Transporte a la cizalla	7	6	1	13	0,077	6
Cizallado	0,9	0,81	0,09	1,71	0,053	2
Transporte a la prensa hidráulica	7,7	6,8	0,9	14,5	0,062	4
Doblado	2,5	2,47	0,03	4,97	0,006	3
Transporte al área de los esmeriles	6	5,5	0,5	11,5	0,043	3
Esmerilado e inspección	0,064	0,057	0,007	0,121	0,058	2
Transporte al servicio de zincado	40	31	9	71	0,127	20
Acabado	1650	1480	170	3130	0,054	3
Inspección	0,063	0,05	0,013	0,113	0,115	8

Fuente: COMESA

Tabla 15: Número de observaciones y medición de tiempos en minutos de las etapas del proceso de fabricación del soporte de abrazadera

Etapas	Número de observaciones																											Promedio	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		
Transporte de MP al taller	5,2	5	5,5																									5,23	
Cizallado de platina en trozos	0,022	0,026	0,03	0,028	0,022	0,027	0,03	0,029	0,024	0,023	0,024	0,022	0,02	0,024	0,026	0,028	0,029	0,027	0,024	0,028	0,026	0,022	0,023	0,027	0,025	0,024	0,024	0,025	
Marcado de agujeros	5,3	5,5	5																									5,267	
Transporte al taladro	6	6,6	7																									6,533	
Taladrar agujero	6,2	6,1	6,2	5,9	5,8																							6,04	
Remoción de rebabas	0,024	0,026	0,027	0,027	0,024																							0,0256	
Transporte a la cizalla	6,1	6,5	7	6,7	6,4	6,5																						7,84	
Cizallado de las esquinas de la platina	0,084	0,081																										0,08	
Transporte a la prensa hidráulica	7,5	7,3	7	7,8																								7,4	
Doblado de los bordes de la platina	2,5	2,9	2																									2,467	
Transporte al área de los esmeriles	5,6	5,5	5,3																									5,467	
Esmerilado e inspección de las esquinas	0,058	0,06																										0,059	
Transporte al servicio de zincado	35	33	35	36	34	38	39	38	40	39	38	37																36,833	
Acabado superficial	1490	1550	1600																									1 550	
Inspección de la calidad del acabado	0,058	0,055	0,059	0,06	0,051	0,052	0,055	0,057																				0,056	
																												TOTAL	1 633,11

Fuente: COMESA

3.2.10 Indicadores Actuales

3.2.10.1 Indicadores de la llave de bujía CB

✓ Producción

La producción está dada por el tiempo base (8 horas turno) entre el tiempo de ciclo.

Producción = Tiempo base/ciclo

Producción = $(8 \times 60) \text{ min} \times \text{día} / 1\,475 \text{ min} = 0,32 \text{ unid/día}$.

✓ Productividad

• Materiales

Se produce la cantidad de 72 unidades por cada tubo que ingresa como materia prima.

Productividad = $3\,500 \text{ unid producidas} / 49 \text{ tubos} = 72 \text{ unid/tubo}$

• Mano de obra

Este cálculo nos permite determinar la cantidad producida por cada operario al día.

Productividad = $3\,500 / 8 = 437,5 \text{ unid/empleador x mes}$

• Económico

Este cálculo nos permite establecer el costo de producción el cual es de 0,33 soles por unidad producida.

S/. 14 por tubo

64 tubos

$3\,500 \text{ unid} / ((64 \times 14) + (8 \times 1200)) = 0,33 \text{ soles / unid}$.

✓ Eficiencia

• Física

Para calcular este indicador se ha tomado las salidas que son las unidades de producto terminado en centímetros porque la entrada de materia prima está en dada en centímetros.

Entonces se multiplica las unidades de producto terminado por la longitud de la pieza (8 cm) más el espesor del disco de corte ya que se corta mediante proceso abrasivo que en total es de 8,3 cm.

$$3\ 500\ \text{unid} \times 8,3\ \text{cm} = 29\ 050\ \text{cm}$$

Se divide la longitud de la materia prima entre la longitud total de la pieza para saber cuantas unidades dan por tubo.

$$600\ \text{cm del tubo} / 8,3\ \text{cm de la pieza} = 72\ \text{unid.}$$

Luego se dividen las unidades de producto terminado entre las unidades que salen por tubo para saber cuantos tubos de materia prima se necesitan.

$$3\ 500\ \text{unid.} / 72\ \text{unid. por tubo} = 48,61 = 49\ \text{tubos.}$$

Se multiplica las cantidades de tubo por la longitud de cada tubo.

$$49\ \text{tubos} \times 600\ \text{cm} = 29\ 400\ \text{cm.}$$

Finalmente se divide las salidas entre las entradas.

$$E_f = \text{Salidas} / \text{Entradas} = 29\ 050\ \text{cm} / 29\ 400\ \text{cm} \times 100 = 99\%$$

Es quiere decir que por cada cm de materia prima se utiliza el 99% de la misma habiendo perdida de 1% de material.

- **Económica**

El cálculo de la eficiencia económica se divide las ventas entre el costo del producto terminado. Siendo el precio de venta de S/. 1,2 soles y el costo de dicho producto S/. 0,5 soles.

$$E_e = \text{Ventas/Costo} = \text{S/. } 1,2 / \text{S/. } 0,5 = 2,4$$

Esto quiere decir que por cada sol que se invierte se obtiene una ganancia de 1,4 soles.

- ✓ **Capacidad**

- **De diseño**

La capacidad máxima que tiene la empresa es de 5 000 unid/mes trabajando en condiciones normales.

$$\text{Capacidad de diseño} = 5\ 000\ \text{unid/mes.}$$

- **Real**

La capacidad real que trabaja la empresa en la actualidad es de 3 500 unid/mes.

$$\text{Capacidad real} = 3500 \text{ unid/mes.}$$

- **Ociosa**

La capacidad que no se está aprovechando es la diferencia de la capacidad de diseño y la capacidad real

$$\text{Capacidad ociosa} = 5\,000 \text{ unid} - 3\,500 \text{ unid} = 1\,500 \text{ unid}$$

- ✓ **Utilización**

La capacidad utilizada por la empresa es de 70% de la capacidad total que presenta en la actualidad.

$$\text{Capacidad utilizada} = 3\,500 \text{ unid} / 5\,000 \text{ unid} \times 100 = 70\%$$

- ✓ **Tiempos**

- **Estándares**

Los tiempos estándares están dados por la empresa los cuales se muestran a continuación:

1 hora de compensación durante el turno

8 horas de turno

7 horas de tiempo normal

$$\text{Compensaciones} = (\text{minutos de compensación} / \text{tiempo efectivo de turno}) \times 100$$

$$\text{Compensaciones} = (1 \times 100) / 8 = 12,5\%$$

$$\text{Tiempo estándar} = \text{tiempo normal} / (1 - \text{compensaciones})$$

$$\text{Tiempo estándar} = 7 / (1 - 0,125) = 8 \text{ horas.}$$

$$\text{Tiempo total} = 1\,518,62 \text{ min.}$$

- **Cuello de botella**

Según el diagrama de análisis de operaciones se tiene que el cuello de botella está dado en la etapa de acabado, que a su vez este tiempo es el de ciclo siendo 1 550 min.

3.2.10.2 Indicadores del soporte de abrazadera

✓ **Producción**

La producción está dada por el tiempo base (8 horas turno) entre el tiempo de ciclo.

Producción = Tiempo base/ciclo

Producción = $(8 \times 60) \text{ min} \times \text{día} / 1\,550 \text{ min} = 0,31 \text{ unid/día.}$

✓ **Productividad**

● **Materiales**

Se produce la cantidad de 130 unidades por cada platina que ingresa como materia prima.

Productividad = $3\,000 \text{ unid producidas} / 23 \text{ platinas} = 130 \text{ unid/platina.}$

● **Mano de obra**

Este cálculo nos permite determinar la cantidad producida por cada operario al día con respecto a las unidades producidas.

3 000 unid producidas

Productividad = $3\,000 / 8 = 375 \text{ unid/empleada.}$

● **Económico**

Este cálculo nos permite establecer el costo de producción el cual es de 0,30 soles por unidad producida.

S/. 12 por platina

23 platinas

Productividad = $3\,000 \text{ unid} / ((23 \times 12) + (8 \times 1\,200)) = 0,30 \text{ unid/soles}$

✓ **Eficiencia**

● **Física**

Para calcular este indicador se ha tomado las salidas que son las unidades de producto terminado en centímetros porque la entrada de materia prima está en dada en centímetros.

Entonces se multiplica las unidades de producto terminado por la longitud de la pieza que es de 4,5 cm ya que se cota mediante proceso de cizallado.

$3\,000 \text{ unid} \times 4,5 \text{ cm} = 13\,500 \text{ cm}$

Se divide la longitud de la materia prima entre la longitud total de la pieza para saber cuantas unidades dan por platina.

600 cm de la platina / 4,5 cm de la pieza = 133 unid.

Luego se dividen las unidades de producto terminado entre las unidades que salen por platina para saber cuantas platinas de materia prima se necesitan.

3 000 unid. / 133 unid por tubo = 23 platinas.

Se multiplica las cantidades de platina por la longitud de cada platina.

23 platinas x 600 cm = 13 800 cm.

Finalmente se divide las salidas entre las entradas.

$$Ef = \text{Salidas} / \text{Entradas} = 13\ 500 / 13\ 800 \times 100 = 98\%$$

Es quiere decir que por cada cm de materia prima se utiliza el 98% de la misma habiendo perdida de material de 2%.

- **Económica**

El cálculo de la eficiencia económica se divide las ventas entre el costo del producto terminado. Siendo el precio de venta de S/. 3,00 soles y el costo de dicho producto S/. 1,2 soles.

$$Ee = \text{Ventas/Costo} = \text{S}/. 3,00 / \text{S}/. 1,2 = 2,5$$

Esto quiere decir por cada sol invertido se obtiene una ganancia de 1,5 soles

- ✓ **Capacidad**

- **De diseño**

La capacidad máxima que tiene la empresa es de 5 500 unid/mes trabajando en condiciones normales.

$$\text{Capacidad de diseño} = 5\ 500 \text{ unid/mes}$$

- **Real**

La capacidad real que trabaja la empresa en la actualidad es de 3 000 unid/mes.

$$\text{Capacidad Real} = 3\ 000 \text{ unid/mes.}$$

- **Ociosa**

La capacidad que no se está aprovechando es la diferencia de la capacidad de diseño y la capacidad real.

$$\text{Capacidad ociosa} = 5\,500 \text{ unid} - 3\,000 \text{ unid} = 2\,500 \text{ unid}$$

- ✓ **Utilización**

La capacidad utilizada por la empresa es de 55% de la capacidad total que presenta en la actualidad.

$$\text{Capacidad utilizada} = 3\,000 \text{ unid} / 5\,500 \text{ unid} \times 100 = 55\%$$

- ✓ **Tiempos**

- **Estándares**

Los tiempos estándares están dados por la empresa los cuales se muestran a continuación:

1 hora de compensación durante el turno

8 horas de turno

7 horas de tiempo normal

Compensaciones = (minutos de compensación/tiempo efectivo de turno) x 100

Compensaciones = (1x100) / 8 = 12,5%

Tiempo estándar = tiempo normal / (1 - compensaciones)

Tiempo estándar = 7 / (1 - 0,125) = 8 horas

Tiempo Total = 1 633,33 min.

- **Cuellos de botella**

Según el diagrama de análisis de operaciones se tiene que el cuello de botella está dada en la etapa de acabado, que a su vez es el tiempo de ciclo siendo este 1 550 min.

- **Tiempo de ciclo**

El tiempo de ciclo está dado por el cuello de botella el cual es de 1 550 min.

Tabla 16: Cuadro resumen de indicadores actuales de producción y productividad de la llave de bujía y el soporte de abrazadera

INDICADOR	LLAVE DE BUJIA CB	SOPORTE DE ABRAZADERA
Producción	0,32 unid/día	0,31 unid/día
Productividad		
Materiales	54 unid/tubo	130 unid/platina
Mano de obra	437,5 unid/empleador. Mes	375 unid/empleador. Mes
Económico	0,33 soles/unid	0,30 unid/soles
Eficiencia		
Física	100%	98%
Económica	2,4	2,5
Capacidad		
Diseño	5 000 unid	5 500 unid
Real	3 500 unid	3 000 unid
Ociosa	1 500 unid	2 500 unid
Utilización	70%	55%
Tiempos		
Estándares	8 horas	8 horas
Cuello de botella	1 550 min	1550 min

Fuente: COMESA

3.3 IDENTIFICACION DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCION Y SUS CAUSAS

3.3.1 Problemas, Causas y Propuestas de Solución en el Sistema de Producción

A partir del diagnóstico realizado mediante las técnicas de medición de tiempos se ha identificado problemas en el proceso de producción así mismo las posibles causas del proceso de producción de la llave de bujía y el soporte de abrazadera como se muestra en la tabla 17.

Tabla 17: Identificación de problemas, causas, y propuestas de solución

Problema de producción	Posibles causas	Propuesta de Solución
Inadecuada distribución de planta	No tiene orden las áreas de trabajo y maquinaria	Rediseñar la distribución de la planta con layout adecuado, así mismo para incorporar la maquina zincadora.
Unidades no vendidas por demora	Demora en la etapa de acabado ya que se realiza por un tercero fuera de la empresa.	
Programación para la producción	No cuenta con una programación para la producción.	Utilizar la técnica Kanban del lean manufacturing.
Demora para el marcado de agujeros del soporte de abrazadera	Se realiza de forma manual (con un pie de rey y un rayador)	Utilizar la técnica del SMED del lean manufacturing

A. Inadecuada distribución de planta

A través del estudio de tiempos y movimientos se obtuvo las distancias y tiempos de los procesos de fabricación de la llave de bujía y el soporte de abrazadera, lo cual se evidencian en el diagnóstico inicial de los procesos de producción de la empresa.

Posible causa:

Este problema se presenta debido a que las áreas de trabajo y la maquinaria no están distribuidos adecuadamente teniendo distancias innecesarias y a su vez tiempos en exceso según el estudio de tiempos, en tabla 18 se muestra un resumen de tiempos y distancia.

Tabla 18: Cuadro resumen de tiempos y distancia de la llave de bujía y soporte de abrazadera antes de la mejora

Producto	Llave de bujía CB	Soporte de abrazadera
Tiempo (min)	40	58
Distancia (m)	1 209	1 231

Fuente: COMESA

B. Unidades no vendidas por demora

La empresa tiene este problema de no poder atender la totalidad de los pedidos recibidos ya que con su proceso actual solo atiende un porcentaje de los mismos lo cual ocasiona que la empresa tenga unidades no vendidas y por ende retornan a la planta.

Posible causa:

La causa de este problema es debido a la demora que genera el servicio de zincado ya que lo realiza un tercero, generando unidades no vendidas como se muestra en la tabla 19 y una pérdida económica según el informe del área de producción y ventas de la empresa como se muestra en la tabla 20.

Tabla 19: Producción, unidades no vendidas de la llave de Bujía CB y el soporte de abrazadera

Periodo	Llave de Bujía CB			Soporte de abrazadera		
	Mes	Producción	Ventas netas	Unid. No vendidas x demora	Producción	Ventas netas
Enero	3 500	2 400	1 100	2 800	1 850	950
Febrero	3 300	2 300	1 000	2 900	2 000	900
Marzo	3 100	2 200	900	2 750	1 800	950
Abril	3 000	2 100	900	2 700	1 750	950
Mayo	2 900	2 000	900	3 000	2 100	900
Junio	3 100	2 300	800	2 600	1 700	900
Julio	3 200	2 300	900	2 750	1 900	850
Agosto	3 100	2 300	800	2 800	1 800	1 000
Septiembre	3 200	2 400	800	2 900	1 850	1 050
Octubre	3 200	2 350	850	2 950	1 850	1 100
Noviembre	3 200	2 400	800	2 800	1 800	1 000
Diciembre	3 300	2 500	900	2 900	1 900	1 000
Total	38 100	27 550	10 650	33 850	22 300	11 550

Fuente: Informe del área de producción y ventas de la empresa

Tabla 20: Unidades no vendidas y perdida en soles de los productos del año 2016

Periodo Mes	Llave de Bujía CB		Soporte de abrazadera	
	Unid. No vendidas x demora	Pérdida S/	Unid. No vendidas x demora	Pérdida S/
Enero	1 000	1 200	950	2 850
Febrero	1 000	1 200	900	2 700
Marzo	900	1 080	950	2 850
Abril	900	1 080	950	2 850
Mayo	900	1 080	1 900	5 700
Junio	800	960	900	2 700
Julio	900	1 080	850	2 550
Agosto	800	960	1 000	3 000
Septiembre	800	960	1 050	3 150
Octubre	850	1 020	1 100	3 300
Noviembre	800	960	1 000	3 000
Diciembre	800	960	1 000	3 000
Total S/	12 540		37 650	
Total de perdida S/	50 190			

Fuente: Informe del área de producción y ventas de la empresa

C. Programación para la producción

La empresa tiene pedidos que no puede atender por demora en el proceso de fabricación la cual está dada en la etapa del acabado por lo mismo que este problema contribuye a la no atención de la totalidad de los pedidos.

Posible causa:

COMESA no cuenta con una programación para la producción de sus productos y se fabrica de acuerdo a toda la cantidad de los pedidos, no considera el tiempo que demora el proceso de zincado, generando pérdidas en los costos de producción como se muestra en la tabla 21 y la tabla 22.

Tabla 21: Costo de producción de las unidades no vendidas de la llave de bujía CB

Mes	Producción	Ventas netas	Unid. No vendidas x demora	Costo por unid. S/.	Costo de producción
Enero	3 500	2 500	1 000	0,5	500
Febrero	3 300	2 300	1 000	0,5	500
Marzo	3 100	2 200	900	0,5	450
Abril	3 000	2 100	900	0,5	450
Mayo	2 900	2 000	900	0,5	450
Junio	3 100	2 300	800	0,5	400
Julio	3 200	2 300	900	0,5	450
Agosto	3 100	2 300	800	0,5	400
Septiembre	3 200	2 400	800	0,5	400
Octubre	3 200	2 350	850	0,5	425
Noviembre	3 200	2 400	800	0,5	400
Diciembre	3 300	2 500	800	0,5	400
Total S/.					5 225

Fuente: Informe del área de producción y ventas de la empresa

Tabla 22: Costo de producción de las unidades no vendidas del soporte de abrazadera del año 2016

Mes	Producción	Ventas netas	Unid. No vendidas x demora	Costo por unid. S/.	Costo de producción
Enero	2 800	1 850	950	1,2	1 140
Febrero	2 900	2 000	900	1,2	1 080
Marzo	2 750	1 800	950	1,2	1 140
Abril	2 700	1 750	950	1,2	1 140
Mayo	3 000	1 100	1 900	1,2	2 280
Junio	2 600	1 700	900	1,2	1 080
Julio	2 750	1 900	850	1,2	1 020
Agosto	2 800	1 800	1 000	1,2	1 200
Septiembre	2 900	1 850	1 050	1,2	1 260
Octubre	2 950	1 850	1 100	1,2	1 320
Noviembre	2 800	1 800	1 000	1,2	1 200
Diciembre	2 900	1 900	1 000	1,2	1 200
Total S/.					15 060

Fuente: Informe del área de producción y ventas de la empresa

D. Demora para el marcado de agujeros del soporte de abrazadera

Este problema en el proceso se presenta por que se realiza de forma manual a una pieza, con un pie de rey, un rayador, un granete para dejar marca en donde se realizará el agujero lo cual genera una demora ya que se tiene que graduar la medida en el pie de rey luego trazar en la pieza con un rayador posterior a ello se marca con granete. El tiempo que se demora para efectuar este proceso es de 5 min según el estudio de tiempos en el diagnóstico inicial de la empresa.

Posible causa:

No cuenta con una plantilla para el marcado de los agujeros. Ver figura N°12.

3.3.2 Evaluación y selección de las técnicas y/o herramientas para la mejora

Para la evaluación y selección de las tecnicas para la mejora de la producción se tomarán cuatro criterios comparandolos entre el Plan maestro de produccion y la tecnica de Just in time, el inventario, Produccion, Proceso y distribucion de planta, asi mismo se procedio a elaborarar una lista de criterios a evaluar como se muestra en la tabla 23, en la tabla 24 se muestra los código a seguir para la calificación de los criterios.

Tabla 23: Lista de criterios a evaluar

Criterios	Plan Maestro de producción (PMP)	Técnica Just In Time (JIT)
Inventario	Necesita inventario	No necesita inventario
Producción	Produce a demanda	produce a pedido
Proceso	Enfocada al producto	Enfocada al proceso
Distribución de planta	No tiene una distribución definida de planta	Tiene su propia distribución de planta

Tabla 24: Leyenda de calificación de criterios

Criterio	Inventario	Producción	Proceso	Distribución de planta	Suma	Ponderación
Inventario		2	2	2	6	0,40
Producción	1/2		2	2	4,50	0,30
Proceso	1/2	1/2		2	3	0,20
Distribución de planta	1/2	1/2	1/2		1,50	0,10
				Total	15	1

Tabla 25: Ponderación de los criterios a evaluar

Descripción de condiciones	Código
Importante	1
Muy importante	2
Excesivamente importante	3
Significativamente menos importante	1/2
Excesivamente menos importante	1/3

Tabla 26: Suma de las ponderaciones de cada criterio a evaluar

Técnicas	Inventario	Producción	Proceso	Distribución de planta	Total
PMP	0.08	0.06	0.04	0.02	0.2
JIT	0.32	0.24	0.16	0.08	0.8
Total	0.4	0.3	0.2	0.1	1

En la tabla 25 se observa las ponderaciones respectivas de los criterios que se están evaluando, así como se muestra en la tabla 26 la suma de las ponderaciones de cada criterio con las respectivas técnicas para la mejora de producción obteniendo el mayor puntaje la técnica del Just in time. En el anexo 4 se observa los cálculos por cada criterio a evaluar.

3.3.2.1 Just in Time

De acuerdo al proceso de producción de la empresa el cual es por pedido y por proceso la herramienta que más se ajusta es la Just in time (JIT).

Es una de las herramientas del lean manufacturing que permite entregar la cantidad necesaria de materia prima para la fabricación de los productos, a su vez terminados los mismos entregarlos al cliente en las cantidades y tiempos solicitados. Con esta filosofía se busca eliminar todo desperdicio del proceso de producción utilizando sus respectivas técnicas.

Para este proyecto se utilizará las siguientes técnicas:

✓ **Sistema Kanban**

Existen tres tipos de tarjetas Kanban, de producción, transporte, señalización.

Se utilizará las tarjetas Kanban de producción el cual indica la cantidad a producir de los diferentes productos que necesitan el zincado.

✓ **SMED**

Se utilizará esta técnica para el marcado de los agujeros por medio de una plantilla para reducir el tiempo de dicha operación.

✓ **Flujo de distribución de una pieza.**

Existen diferentes tipos de producción que dan pauta para la adecuada selección de los métodos: Producción por producto, Producción por proceso, Producción por proyecto.

Otro factor importante para determinar el método es la disposición de la planta, dado que existen varias formas de organizar dicha infraestructura: En línea, cuando se tiene una producción continua y por producto; paralela, cuando se tiene una producción intermitente y por proceso; En U o células de trabajo, cuando se requiera hacer una combinación de los diversos estilos de producción.

Para lograr la implementación del justo a tiempo de manera adecuada se requiere de una manufactura celular para esto se necesita la distribución de planta en U.

3.4 DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCION

3.4.1 Desarrollo de Mejoras

A. Redistribución de planta

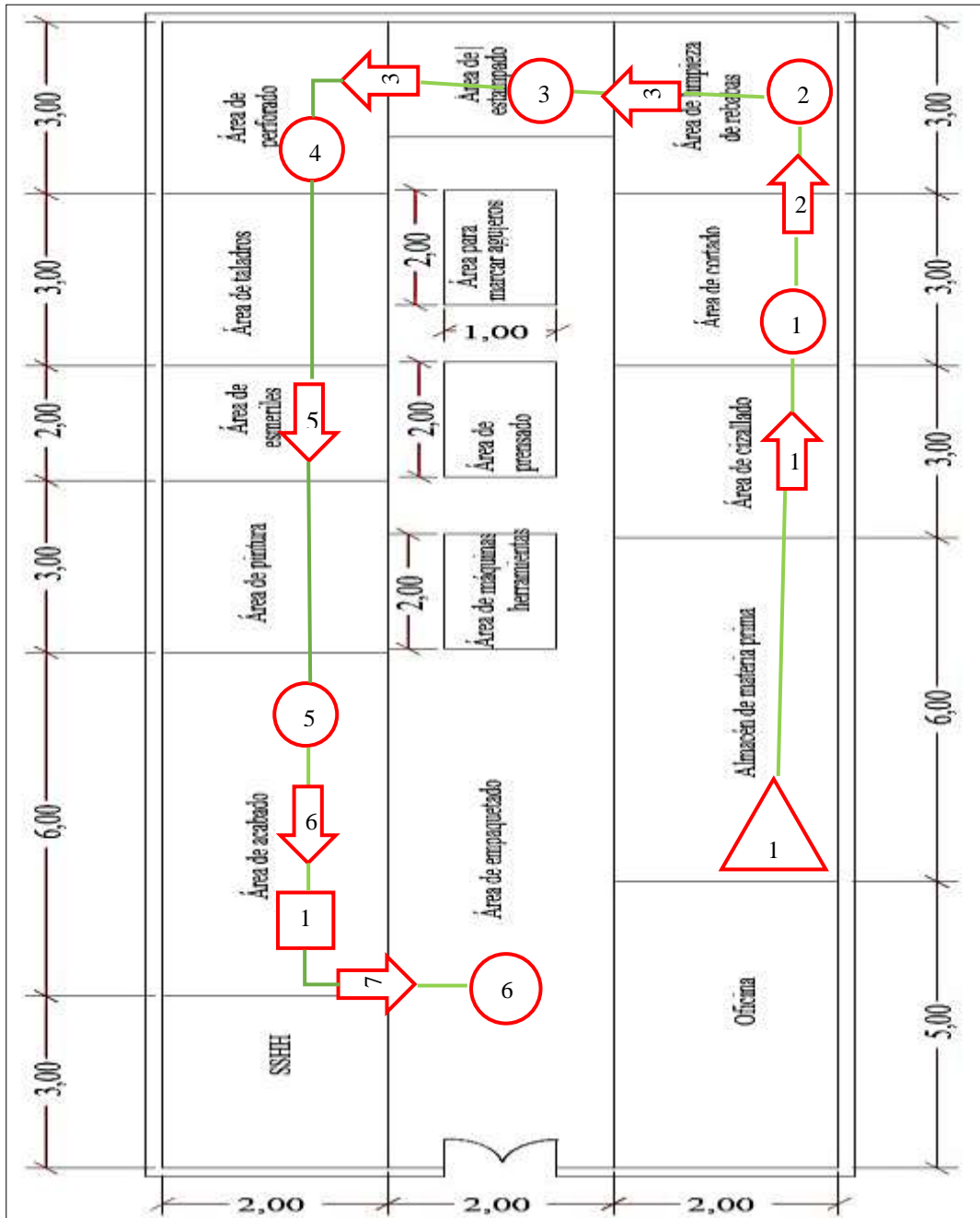
Cabe resaltar que una distribución de planta adecuada es importante ya que esto reduciría retrasos para el sistema de producción.

Lo que se procedió a realizar es redistribuir la planta mediante la metodología del JIT el cual nos indica una distribución en U ya que el proceso de producción esta enfocado al proceso, lo cual permitirá a la empresa reducir tiempos y distancias de traslado de materiales de un área a otra, para esta propuesta se tiene que tener en claro la secuencia del proceso para poder reubicar las áreas de trabajo y la maquinaria la cual son muy faciles de mover.

En la figura 28 se muestra la distribución de planta propuesto para la fabricación de la llave de bujía CB, en donde se observa las áreas que intervienen en el proceso de producción de este producto (ver Anexo 1), se propone rediseñar la planta ya que su actual distribución de planta está mal diseñada, generando retrasos en las atenciones de los pedidos, aumentando así espacios para la instalación del área de zincado y la empresa pueda realizar el acabado de su producto.

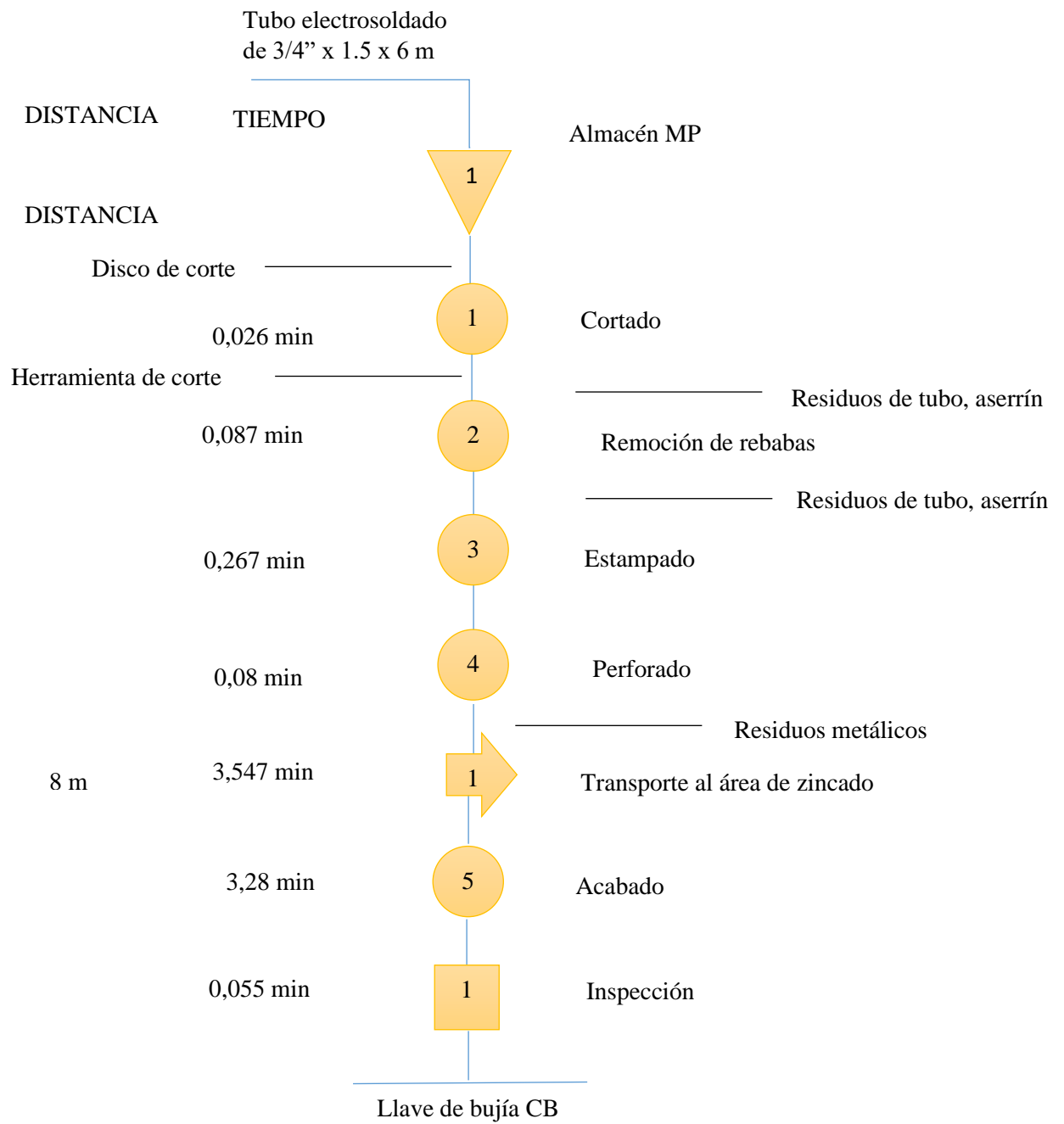
Así mismo esta distribución no afectará la producción de los otros productos ya que los mismos utilizan un recorrido similar para su producción.





Figura28: Diagrama de recorrido propuesto con la distribución en U para la fabricación de la llave de bujía CB



Fuente: COMESA

Figura29: Diagrama de análisis de proceso propuesto de la llave de bujía CB



Cuadro resumen del diagrama de análisis de la llave de Bujía CB				
Actividad	Símbolo	Cant	Distancia (m)	Tiempo (min)
Operación		5	-	3,795
Transporte		1	8	3,547
Inspección		1	-	0,055
Almacén		1	-	-
TOTAL		8	8	7,396

Fuente: COMESA

En la figura 29 se observa el diagrama de análisis de proceso propuesto de la llave de Bujía CB con los tiempos promedio obtenido con la tabla de Mundel, en la misma se observa la reducción de los tiempos y distancia para la fabricación del mismo.

$$\% \text{Actividades productivas} = \frac{3,795+0,055}{7,396} \times 100 = 52\%$$

Por lo tanto, tenemos dentro del tiempo total del proceso productivo un 52 % de tiempo productivo destinado a la fabricación eficaz del producto terminado como las actividades de operación e inspección.

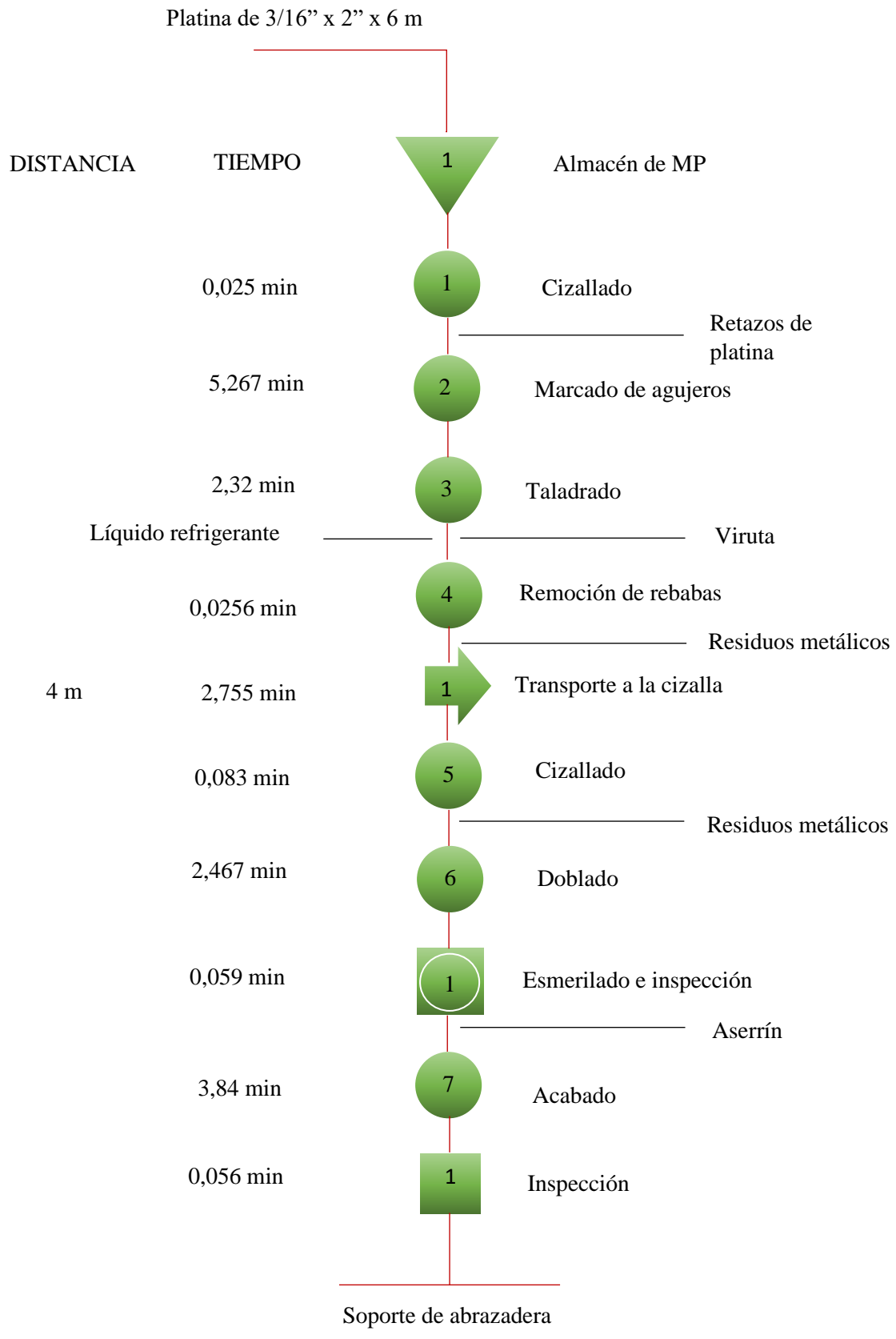
$$\% \text{Actividades improductivas} = \frac{3,547}{7,396} \times 100 = 48\%$$






Por otra parte, existe un 48% del tiempo total de producción de actividades improductivas como son transporte de material, demora en la cual el producto espera un tiempo para ser llevado al cliente.

Al igual como para el proceso de fabricación de la llave de bujía CB se realizó la distribución de las áreas que se requiere para la fabricación del soporte de abrazadera, utilizando la distribución en U como se muestra en la figura 30. En esta distribución habrá una ligera modificación en la forma por la cizalla la misma que se utiliza dos veces en el proceso.

En esta distribución propuesta se observa las áreas que intervienen en el proceso de producción de este producto, el cual se propone rediseñar la planta ya que su actual distribución de planta está mal diseñada, generando retrasos en las atenciones de los pedidos, aumentando así espacios para la instalación del área de zincado y la empresa pueda realizar el acabado de su producto.

Figura 3150: Diagrama de análisis de proceso propuesto del soporte de abrazadera



Cuadro resumen del análisis del proceso del soporte de abrazadera				
Actividad	Símbolo	Cant	Distancia (m)	Tiempo (min)
Operación		7	-	14,03
Transporte		1	4	2,755
Inspección		1	-	0,056
Almacén		1		
Combinada		1		0,059
TOTAL		11	4	16,8975

Fuente: COMESA

$$\% \text{Actividades productivas} = \frac{14,03+0,056+0,059}{16,8975} \times 100 = 84\%$$

Con lo propuesto, tenemos dentro del tiempo total del proceso productivo un 84% de tiempo productivo destinados a la fabricación eficaz del producto terminado como las actividades como son las actividades de operación, inspección y combinada.

$$\% \text{Actividades improductivas} = \frac{2,755}{16,8975} \times 100 = 16\%$$

A la vez, existe un 16% del tiempo total de producción de actividades improductivas como son transporte de material y demora, en las cuales el producto espera un tiempo para ser llevado al cliente.

B. Recuperación de los ingresos por las unidades no vendidas

Este problema genera a la empresa unidades de productos no vendidas y a su vez una pérdida económica.

Para solucionar este problema se procedió a redistribuir la planta ejecutando la propuesta anterior y así poder instalar una máquina zincadora en la cual COMESA realizará el acabado de sus productos, reduciendo el tiempo que había en esta etapa, además el de transportar los productos hasta la empresa que brinda este servicio de zincado, vendiendo así la totalidad de los pedidos y recuperando la utilidad no percibida como se muestra en la tabla 27.

Tabla 27: Unidades vendidas y la utilidad recuperada

Periodo Mes	Llave de Bujía CB			Soporte de abrazadera		
	Unid. No vendidas	Utilidad S/.	Pérdida S/	Unid. No vendidas	Utilidad S/.	Pérdida S/
Enero	1 000	0,7	700	950	1,8	1 710
Febrero	1 000	0,7	700	900	1,8	1 620
Marzo	900	0,7	630	950	1,8	1 710
Abril	900	0,7	630	950	1,8	1 710
Mayo	900	0,7	630	1 900	1,8	3 420
Junio	800	0,7	560	900	1,8	1 620
Julio	900	0,7	630	850	1,8	1 530
Agosto	800	0,7	560	1 000	1,8	1 800
Septiembre	800	0,7	560	1 050	1,8	1 890
Octubre	850	0,7	595	1 100	1,8	1 980
Noviembre	800	0,7	560	1 000	1,8	1 800
Diciembre	800	0,7	560	1 000	1,8	1 800
Total S/.			7 315			22 590
Total de utilidad S/.	29 905					

Fuente: Informe del área de producción y ventas de la empresa

C. Mejorar la programación para la producción

Se ha procedido a utilizar la técnica de la tarjeta Kanban de producción la cual nos permite saber cuántas unidades se tiene que producir y de los diferentes productos que se fabrican en la empresa.

✓ Procedimiento para el uso de la tarjeta Kanban

Se recibe el pedido del cliente, se envía al encargado de la producción la cantidad del pedido en cual anotarás las cantidades a producir siendo estas un porcentaje de la demanda de los productos en mención, para posteriormente llevar al servicio de zincado en donde se le da el acabado superficial, esta tarjeta se aplicará en el área de perforado. Una vez cumplido con la producción del porcentaje de los pedidos los operarios continuarán con la fabricación del otro porcentaje faltante del pedido para luego ser llevado otra vez al servicio de zincado y así cumplir con la totalidad del pedido del cliente, obteniendo que se entregue el producto en menos tiempo, cumpliendo con la entrega de un porcentaje del pedido del cliente, en la figura 31 se observa el modelo propuesto. Con un total de 1 248 tarjetas al año.

	Llave de bujía	Abrazadera
Tarjetas por turno (unid)	2	2
Días de trabajo	26	26
Total de tarjetas(unid)	52	52
Total de tarjetas por mes (unid)	104	
Total de tarjetas anual (unid)	1248	

Figura 3251: Modelo propuesto de tarjeta Kanban

Tarjeta Kanban para producción			
Producto	Llave de bujía CB		
Material	Tubo electrosoldado de 3/4" x 1.5 x 6 m		
Cantidad	500	Fecha	Nº Kanban
Proceso	Cortado		

Fuente: COMESA

D. Eliminar la demora para el marcado de agujeros del soporte de abrazadera

Para este proceso la propuesta será utilizar la técnica de SMED la cual nos servirá mediante una plantilla eliminar el pie de rey la cual tendrá las medidas de los agujeros.

✓ **Procedimiento para el uso de la técnica SMED**

Se elaborará una plantilla con medidas de la pieza así mismo con las respectivas distancias de los agujeros, la misma se colocará arriba de la pieza, luego con un plumón de tinta indeleble se realizará una marca para luego con el granete y un martillo realizar una marca en donde se taladrará el diámetro del agujero, reduciendo el tiempo que demora esta etapa según el diagrama de análisis de proceso propuesto.

3.4.2 Nuevos indicadores

3.4.2.1 Indicadores de producción y productividad de la llave de bujía CB

✓ **Producción**

La producción está dada por el tiempo base entre el tiempo de ciclo el cual se ha logrado aumentar.

Producción = Tiempo base/ciclo

Producción = (8x60) min x día / 3,28 min = 146 unid/día.

✓ **Productividad**

● **Materiales**

La productividad de los materiales se mantiene lo cual es 54 unidades por cada tubo que ingresa como materia prima.

Productividad = 3 500 unid producidas/64 tubos=54 unid/tubo

● **Mano de obra**

Este cálculo nos permite determinar la cantidad producida por cada operario al día con la mejora propuesta se logrará reducir personal para la fabricación de las unidades, esto no

quiere decir que se despedirá dicho personal. Los restantes se dedicarán a la producción de los subproductos que ofrece la empresa.

$$\text{Productividad} = 3\ 500/4 = 875 \text{ unid/empleador x mes}$$

- **Económico**

Este cálculo nos permite establecer el costo de producción el cual de 0,33 soles por unidad producida ya el precio de la materia prima no ha tenido alteración en el mercado.

S/. 14 por tubo

$$3\ 500 \text{ unid} / ((64 \times 14) + (8 \times 1200)) = 0,33 \text{ soles / unid.}$$

- ✓ **Eficiencia**

- **Física**

Este indicador mantendrá el mismo valor ya que en esta investigación no se busca aumentar dicha eficiencia por que el aprovechamiento de la materia prima es el 100%.

Entonces se multiplica las unidades de producto terminado por la longitud de la pieza (8 cm) más el espesor del disco de corte ya que se corta mediante proceso abrasivo que en total es de 11 cm.

$$3\ 500 \text{ unid} \times 11 \text{ cm} = 38\ 500 \text{ cm}$$

Se divide la longitud de la materia prima entre la longitud total de la pieza para saber cuantas unidades dan por tubo.

$$600 \text{ cm del tubo} / 11 \text{ cm de la pieza} = 54 \text{ unid.}$$

Luego se dividen las unidades de producto terminado entre las unidades que salen por tubo para saber cuantos tubos de materia prima se necesitan.

$$3\ 500 \text{ unid.} / 54 \text{ unid. por tubo} = 64 \text{ tubos.}$$

Se multiplica las cantidades de tubo por la longitud de cada tubo.

$$64 \text{ tubos} \times 600 \text{ cm} = 38\ 400 \text{ cm.}$$

Finalmente se divide las salidas entre las entradas.

$$E_f = \text{Salidas} / \text{Entradas} = 38\ 500 \text{ cm} / 38\ 400 \text{ cm} \times 100 = 100\%$$

Es quiere decir que por cada cm de materia prima se utiliza el 100% de la misma no habiendo perdida de material.

- **Económica**

La eficiencia económica tendrá un aumento ya que el precio de venta no ha tenido ninguna alteración, pero el costo de producción se ha reducido debido a que también se redujo el tiempo de fabricación. Siendo este costo de S/. 0,4 soles.

$$Ee = \text{Ventas/Costo} = \text{S/. } 1,2 / \text{S/. } 0,4 = 3$$

Esto quiere decir que por cada sol que se invierte se obtiene una ganancia de 2 soles.

- ✓ **Capacidad**

- **De diseño**

La capacidad máxima que tiene la empresa es de 5 000 unid/mes trabajando en condiciones normales.

$$\text{Capacidad de diseño} = 5\,000 \text{ unid/mes.}$$

- **Real**

La capacidad real que trabaja la empresa en la actualidad es de 3 500 unid/mes.

$$\text{Capacidad real} = 3\,500 \text{ unid/mes.}$$

- **Ociosa**

La capacidad que no se está aprovechando es la diferencia de la capacidad de diseño y la capacidad real

$$\text{Capacidad ociosa} = 5\,000 \text{ unid} - 3\,500 \text{ unid} = 1\,500 \text{ unid}$$

- ✓ **Utilización**

La capacidad utilizada por la empresa es de 70% de la capacidad total que presenta en la actualidad.

$$\text{Capacidad utilizada} = 3\,500 \text{ unid} / 5\,000 \text{ unid} \times 100 = 70\%$$

- ✓ **Tiempos**

- **Estándares**

Los tiempos estándares están dados por la empresa los cuales se muestran a continuación:

1 hora de compensación durante el turno

8 horas de turno

7 horas de tiempo normal

Compensaciones = (minutos de compensación/tiempo efectivo de turno) x100

Compensaciones = $(1 \times 100) / 8 = 12,5\%$

Tiempo estándar = tiempo normal/1- compensaciones

Tiempo estándar = $7/1 - 0,125 = 8$ horas.

Con la propuesta se ha logrado reducir el tiempo total de producción de 1 518,62 min a 17,8995 min.

Lo cual aumentara la producción logrando así atenderla totalidad de los pedidos por cliente.

- **Cuellos de botella**

Con el diagrama de análisis de operaciones propuesto se ha logrado reducir el tiempo de cuello de botella y de ciclo en la etapa de acabado siendo este de 3,28 min.

3.4.2.2 Indicadores de producción y productividad del soporte de abrazadera

- ✓ **Producción**

La producción está dada por el tiempo base (8 horas turno) entre el tiempo de ciclo.

Producción = Tiempo base/ciclo

Producción = $(8 \times 60) \text{ min} \times \text{ día} / 3,84 \text{ min} = 125 \text{ unid/día}$.

- ✓ **Productividad**

- **Materiales**

La productividad de materiales mantendrá el mismo valor el cual es de 130 unidades por cada platina que ingresa como materia prima.

Productividad = $3\ 000 \text{ unid producidas} / 23 \text{ platinas} = 130 \text{ unid/platina}$

- **Mano de obra**

Este cálculo nos permite determinar la cantidad producida por cada operario al día con la mejora propuesta se logrará reducir personal para la fabricación de las unidades, esto no quiere decir que se despedirá dicho personal. Los restantes se dedicarán a la producción de los subproductos que ofrece la empresa.

Productividad = $3\ 000 / 4 = 750 \text{ unid/emplead}$ o.

- **Económico**

Este cálculo nos permite establecer el costo el cual es de 0,30 soles por unidad producida. S/. 12 por tubo el cual mantendrá el mismo valor ya que el precio de la materia prima no ha tenido ninguna alteración en e precio del mercado.

$$\text{Productividad} = 3\ 000 \text{ unid} / ((23 \times 12) + (8 \times 1\ 200)) = 0,30 \text{ unid/soles}$$

- ✓ **Eficiencia**

- **Física**

Se mantendrá el mismo valor ya que en esta investigación no se busca aumentar dicha eficiencia ya que es el 100%.

Entonces se multiplica las unidades de producto terminado por la longitud de la pieza que es de 4,5 cm ya que se cota mediante proceso de cizallado.

$$3\ 000 \text{ unid} \times 4,5 \text{ cm} = 13\ 500 \text{ cm}$$

Se divide la longitud de la materia prima entre la longitud total de la pieza para saber cuantas unidades dan por platina.

$$600 \text{ cm de la platina} / 4,5 \text{ cm de la pieza} = 133 \text{ unid.}$$

Luego se dividen las unidades de producto terminado entre las unidades que salen por platina para saber cuantas platinas de materia prima se necesitan.

$$3\ 000 \text{ unid.} / 133 \text{ unid por tubo} = 23 \text{ platinas.}$$

Se multiplica las cantidades de platina por la longitud de cada platina.

$$23 \text{ platinas} \times 600 \text{ cm} = 13\ 800 \text{ cm.}$$

Finalmente se divide las salidas entre las entradas.

$$\text{Ef} = \text{Salidas} / \text{Entradas} = 13\ 500 / 13\ 800 \times 100 = 98\%$$

Es quiere decir que por cada cm de materia prima se utiliza el 98% de la misma habiendo perdida de material de 2%.

- **Económica**

El cálculo de la eficiencia económica se verá alterado por la reducción del costo de producción ya que se redujo el tiempo de fabricación. Siendo el costo de dicho producto S/. 1,1 soles.

$$Ee = \text{Ventas/Costo} = \text{S/. } 3,00 / \text{S/. } 1,1 = 3,18$$

Esto quiere decir por cada sol invertido se obtiene una ganancia de 2,18 soles.

- ✓ **Capacidad**

- **De diseño**

La capacidad máxima que tiene la empresa es de 5 500 unid/mes trabajando en condiciones normales.

$$\text{Capacidad de diseño} = 5\ 500 \text{ unid/mes}$$

- **Real**

La capacidad real que trabaja la empresa en la actualidad es de 3 000 unid/mes.

$$\text{Capacidad Real} = 3\ 000 \text{ unid/mes.}$$

- **Ociosa**

La capacidad que no se está aprovechando es la diferencia de la capacidad de diseño y la capacidad real.

$$\text{Capacidad ociosa} = 5\ 500 \text{ unid} - 3\ 000 \text{ unid} = 2\ 500 \text{ unid}$$

- ✓ **Utilización**

La capacidad utilizada por la empresa es de 55% de la capacidad total que presenta en la actualidad.

$$\text{Capacidad utilizada} = 3\ 000 \text{ unid} / 5\ 500 \text{ unid} \times 100 = 55\%$$

- ✓ **Tiempos**

- **Estándares**

Los tiempos estándares están dados por la empresa los cuales se muestran a continuación:

1 hora de compensación durante el turno

8 horas de turno

7 horas de tiempo normal

Compensaciones = (minutos de compensación/tiempo efectivo de turno) x100

Compensaciones = $(1 \times 100) / 8 = 12,5\%$

Tiempo estándar = tiempo normal/1- compensaciones

Tiempo estándar = $7/1 - 0,125 = 8$ horas.

Tiempo total = 48,1096 min.

- **Cuellos de botella**

Según el diagrama de análisis de operaciones propuesto se ha logrado reducir el tiempo del cuello de botella y el ciclo lo cual está dado en la etapa del acabado siendo este 3,84 min.

Eficiencia

La eficiencia del proceso de producción es de 55% y está dada por la producción real o capacidad real entre la capacidad proyectada o de diseño.

$$Ef = 3\ 000\ \text{unid}/5\ 500\ \text{unid} = 55\%$$

Tabla 28: Cuadro resumen de los nuevos indicadores de producción y productividad de la llave de bujía CB y soporte de abrazadera

INDICADOR	LLAVE DE BUJIA CB	SOPORTE DE ABRAZADERA
Producción	1,46 unid/día	125 unid/día
Productividad		
Materiales	54 unid/tubo	130 unid/platina
Mano de obra	875 unid/emplead. Mes	750 unid/emplead. Mes
Económico	0,33 soles/unid	0,30 unid/soles
Eficiencia		
Física	100%	98%
Económica	3	3,18
Capacidad		
Diseño	5 000 unid	5 500 unid
Real	3 500 unid	3 000 unid
Ociosa	1 500 unid	2 500 unid
Utilización	70%	55%
Tiempos		
Estándares	8 horas	8 horas
Cuello de botella	3,28 min	3,28 min

3.4.3 Cuadro Comparativo de Indicadores

Con las propuestas de mejora planteadas se pudo reducir los tiempos de flujo, cuello de botella, tiempo de ciclo a su vez aumentar la producción, productividad de mano de obra, en los dos productos en mención como se muestra en las tablas 29 y 30.

Tabla 29: Cuadro comparativo de indicadores de la llave de bujía CB

Indicadores de productividad	Actuales	Propuesta	Mejora	% de mejora	
Eficiencia física (%)	100	100	0		0
Eficiencia económica	2,4	3	0,6	Incremento	25
Tiempo de flujo (min)	1518,62	17,8995	1 500,7205	Reducción	98,8
Cuellos de botella (min)	1475	3,28	1 471,72	Reducción	99,7
Producción (unid/día)	0,32	146	145,68	Incremento	100
Productividad Materiales (unid/tubo)	54	54	0		0
Productividad mano de obra (unid/empleado)	437,5	875	437,5	Incremento	100
Productividad Económica (soles/unid)	0,33	0,33	0		0
Capacidad De diseño (unid)	5 000	5 000	0		0
Capacidad Real (unid)	3 500	3 500	0		0
Capacidad Utilización (%)	70	70	0		0
Capacidad Ociosa (unid)	1 500	1 500	0		0

Tabla 30: Cuadro comparativo de indicadores del soporte de abrazadera

Indicadores de productividad	Actuales	Propuesta	Mejora	% de mejora	
Eficiencia física (%)	98	98	0		0
Eficiencia económica	2,5	3,18	0,68	Incremento	27
Tiempo de flujo (min)	1 633,33	48,1096	1 585,22	Reducción	97
Cuellos de botella (min)	1 550	3,84	1546,16	Reducción	99,7
Producción (unid/día)	0,31	125	124,69	Incremento	100
Productividad Materiales (unid/platina)	130	130	0		0
Productividad mano de obra (unid/empleado)	375	750	375	Incremento	100
Productividad Económica (soles/unid)	0,3	0,3	0		0
Capacidad De diseño (unid)	5 500	5 500	0		0
Capacidad Real (unid)	3 000	3 000	0		0
Capacidad Utilización (%)	55	55	0		0
Capacidad Ociosa (unid)	2 500	2 500	0		0

3.5 ANALISIS COSTO BENEFICIO

3.5.1 Beneficios de la propuesta

✓ **Beneficio por ventas**

La mejora del proceso de producción propuesto traerá como beneficio el no tener unidades no vendidas como se observa en la tabla 31, por lo consiguiente la empresa venderá todos los pedidos realizados por los clientes obteniendo así la ganancia que ha venido perdiendo a causa de las no atenciones por demora.

Tabla 31: Beneficio en soles de los productos

Periodo	Llave de Bujía - CB		Soporte de abrazadera	
Mes	Unidades	Ventas S/	Unidades	Ventas S/
Enero	1 000	1 200	950	2 850
Febrero	1 000	1 200	900	2 700
Marzo	900	1 080	950	2 850
Abril	900	1 080	950	2 850
Mayo	900	1 080	1 900	5 700
Junio	800	960	900	2 700
Julio	900	1 080	850	2 550
Agosto	800	960	1 000	3 000
Septiembre	800	960	1 050	3 150
Octubre	850	1 020	1 100	3 300
Noviembre	800	960	1 000	3 000
Diciembre	800	960	1 000	3 000
Total S/.	12 540		37 650	
Total de ventas S/	50 190			

Fuente: COMESA

3.5.2 Costo de la propuesta

Para la ejecución de la propuesta de mejora se tiene que realizar una determinada inversión económica la cual será asumida por la empresa en su totalidad.

En la tabla 32 se muestra los costos de producción actuales de la empresa proporcionados por la misma, los gastos de materia prima, los sueldos de mano de obra, gastos de sueldo del gerente y contador, mantenimiento preventivo de las máquinas de la empresa, capacitaciones para los colaboradores, costos indirectos de fabricación (Grasas, aceites, útiles de escritorio, servicios públicos, telefonía, internet, etc.).

Tabla 32: Costo de producción actual

DESCRIPCION	TOTALES S/.
Materia prima (Compras)	59 670
Mano de obra directa (Sueldo Operarios)	9 600
Gastos administrativos (Sueldo Gerente y contador)	4 000
Mantenimiento Preventivo	1 500
Capacitación	1 000
CIF	11 934
Total	87 704

Fuente: COMESA

Tabla 33: Ingreso por ventas actuales

DESCRIPCION	TOTAL S/.
Ingreso por ventas	97 080
Total	97 080

Fuente: COMESA

En la tabla 33 se observa los ingresos totales por venta de los productos.

Tabla 34: Costo de la propuesta

Inversión	
Descripción	Costo S/.
Infraestructura	10 000
Compra de maquina zincadora	20 000
Energía (mes)	1 000
Mano de obra para instalación de maquina zincadora	4 000
Insumos para zincado (mes)	2 000
Aumento de sueldo (mes)	2 400
Total S/.	39 400

Fuente: COMESA

En la tabla 34 se muestra los costos de la propuesta, la infraestructura que se necesita para rediseñar la planta y así integrar la nueva máquina zincadora que se va a comprar, el aumento de energía por mes por el funcionamiento de la misma, la mano de obra que requiere para la instalación de la maquinaria, los insumos que se necesitan para el zincado, el aumento de sueldo para los trabajadores ya que será otra operación que realizará la empresa. En el anexo 5 se encuentra los criterios a evaluar para la compra de la máquina zincadora.

Tabla 35: Flujo de caja propuesto

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INVERSIÓN	S/. 39 400,00					
INGRESOS		S/. 147 570,00	S/. 147,570,00	S/. 147,570,00	S/. 147,570,00	S/. 147,570,00
Ventas		S/. 147570,00	S/. 147570,00	S/. 147570,00	S/. 147570,00	S/. 147570,00
EGRESOS		S/. 93 104,00	S/. 93 104,00	S/. 93 104,00	S/. 93 104,00	S/. 93 104,00
Costos de producción		S/. 86 104,00	S/. 86 104,00	S/. 86 104,00	S/. 86 104,00	S/. 86 104,00
Materia prima		S/. 59 670,00	S/. 59 670,00	S/. 59 670,00	S/. 59 670,00	S/. 59 670,00
Mano de obra directa		S/. 12 000,00	S/. 12 000,00	S/. 12 000,00	S/. 12 000,00	S/. 12 000,00
Mantenimiento Preventivo		S/. 1 500,00	S/. 1 500,00	S/. 1 500,00	S/. 1 500,00	S/. 1 500,00
Capacitación		S/. 1 000,00	S/. 1 000,00	S/. 1 000,00	S/. 1 000,00	S/. 1 000,00
CIF		S/. 11 934,00	S/. 11 934,00	S/. 11 934,00	S/. 11 934,00	S/. 11 934,00
Gastos administrativos		S/. 5 000,00	S/. 5 000,00	S/. 5 000,00	S/. 5 000,00	S/. 5 000,00
Gastos Operativos		S/. 2 000,00	S/. 2 000,00	S/. 2 000,00	S/. 2 000,00	S/. 2 000,00
UTILIDAD OPERATIVA		S/. 54 466,00	S/. 54 466,00	S/. 54 466,00	S/. 54 466,00	S/. 54 466,00
Impuestos (29,5%)		S/. 16 067,47	S/. 16 067,47	S/. 16 067,47	S/. 16 067,47	S/. 16 067,47
FLUJO ECONÓMICO	S/. -39 400,00	S/. 38 398,53	S/. 38 398,53	S/. 38 398,53	S/. 38 398,53	S/. 38 398,53
Beneficio/Costo	3,87					

Tabla 36: Tiempo de recuperación de la inversión

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INGRESO		S/. 38 398,53	S/. 38 398,53	S/. 38 398,53	S/. 38 398,53	S/. 38 398,53
INVERSION	S/. -39 400,00					
SALDO		S/. -1 001,47				

$$\frac{S/. 1\ 001,47}{S/. 38\ 398,53} = 1,03 \text{ Años} = 0,31 \text{ meses} = 9 \text{ días}$$

3.6 PLANES DE ACCION PARA LA MEJORA

Tabla 37: Plan de acción para la mejora

Actividad	Responsable	Cronograma										Recursos			Resultado	
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	MAT	HUM	EQUI		
Nueva distribución de planta	Jefe de producción	x	x	x	x											Reducción de tiempos de traslado y distancia de los productos
Unidades por atender	Gerente general	x	x	x								Tarjetas Kanban			Reducción de tiempos de traslado y distancia de los productos	
Programación para la producción	Jefe de producción	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				Reducción de tiempos para el traslado al servicio de zincado	
Marcado de agujeros del soporte de abrazadera	Jefe de producción	x													Reducción en el tiempo de marcado de los agujeros	

Fuente: COMESA

IV. CONCLUSIONES

- ✓ A través del diagnóstico realizado en la situación actual de la empresa, aplicando metodologías de estudio de tiempos, se ha determinado los siguientes problemas de producción, distribución de planta mal efectuado generando un tiempo de operación de 0,023%, de transporte 2,5%, de demora 97,5%, de inspección 0,003% para la llave de bujía a su vez para el soporte de abrazadera un tiempo de operación de 0,3%, de transporte 4%, de demora 96,1%, de inspección 0,003%, y una combinada de 0,003%, generando esto pérdidas económicas por las unidades no atendidas que representan el 31,58% de las ventas, no se tiene una programación para la producción lo cual genera un costo de producción para la llave de bujía de S/. 5 225 soles y de S/. 15 060 soles para el soporte de abrazadera, por la tanto la rentabilidad actual de la empresa es de 66,39%.
- ✓ Se evaluó y se seleccionó la herramienta del JIT dentro de ellas la técnica de las tarjetas Kanban para la programación de la producción para eliminar la perdida de los costos de producción, para la redistribución de planta se ha tomado la distribución en U obteniendo un layout adecuado tanto para reducir distancias y tiempos de traslado de la materia prima y por ende del operario, así como la instalación de una máquina zincadora para el área del acabado, a su vez se evaluó la técnica de SMED para el marcado de agujeros del soporte de abrazadera.
- ✓ Con las técnicas seleccionadas se procedió a elaborar la propuesta de mejora la cual están orientados en la reducción de tiempos de la fabricación de los productos, logrando reducir 99,53% para el mismo, la distancia se redujo en 99,33% para la llave de bujía, para el soporte de abrazadera un 89.56% de tiempo de fabricación, la distancia se logró reducir en 99,68% para así poder atender en la totalidad los pedidos recibidos. Así mismo con esto la rentabilidad aumenta en 33,61%
- ✓ Se necesita una inversión de S/. 39 400 soles para la implementación de la propuesta con lo cual se elaboró el costo beneficio de la propuesta, obteniendo así un resultado de 4,65 siendo este mayor a uno lo cual quiere decir que la propuesta es factible y la inversión se recupera en 1,03 años, 0,31 meses, 9 días.

V. RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar un estudio de impacto ambiental ya tendrá un afluente de aguas residuales del área de zincado.
- ✓ Realizar una evaluación ergonómica a todo el personal que labora en la empresa tanto administrativos como de operaciones.
- ✓ Realizar un estudio de tiempos y movimientos para realizar una propuesta de mejora en proceso de pintado.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arango, Martin, Luis Campuzano y Julián Zapata, 2015. «Mejoramiento de procesos de manufactura utilizando Kanban.» *Revista Ingenierías Universidad de Medellín* 14, n° 27: 221-233.
- Arbós, Cuatrecasas, Lluís 2017 *Ingeniería de procesos y planta*. Barcelona: Profit.
- Borges, Rui, Filipa Freitas y Inês Sousa, 2015. «Application of Lean Manufacturing Tools in the Food and Beverage Industries.» *Journal of Technology Management & Innovation* 10, n° 3 : 120-130.
- Briseño, Hugo. 2006 *INDICADORES FINANCIEROS Facilmente explicados*. Zapopan, Jalisco: Umbral.
- Brun, Xavier , Oscar Elvira y Xavier Puig, 2012. *Matemática financiera y estadística básica*. Barcelona: Profit Editorial.
- Cuatrecasas, Lluís, 2012. *Organización de la Producción y Dirección de Operaciones*. Madrid: Díaz de Santos.
- Cuatrecasas, Lluís, 2012 *Procesos en flujo Pull y gestión Lean. Sistema Kanban: Organización de la producción y dirección de operaciones*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Chase, Richard, Nicholas Aquilano y Robert Jacobs, 2000. *Administración de producción y operaciones: manufactura y servicios*. Bogotá: McGraw-Hill.
- Chiavenato, Idalberto. 1999. “Introducción a la Teoría General de la Administración”. México: Editorial Mc Graw – Hill.
- De la Fuente, David e Isabel Fernández 2005. *Distribución en planta*. Editado por Universidad de Oviedo. Oviedo.
- Diario Comercio.*SNI:Manufactura crecerá 2.5% en el 2017*,17 de febrero 2017.
- Faga, Héctor y Mariano Ramos, 2006. *Cómo profundizar en el análisis de sus costos para tomar mejores de decisiones empresariales*. Segunda Edición. Buenos Aires : Ediciones Granica S.A.
- Felizzola, Heriberto, Carmenza Luna, 2014. “*Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico*” *Revista chilena de ingeniería*. 22 n°2: 263-277.
- Fernández de Guevara, Juan, 2011. *La productividad sectorial en España: una perspectiva micro*. Editado por Fundacion BBVA. Bilbao: Editorial Biblioteca Nueva S.L.
- Figueredo, Francisco, 2015. «Aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en un proceso de producción de concreto.» *Actualidad y Nuevas Tendencias IV*, n° 15: 7-24.
- Fúnuque, Carlos, 2007. *Producción Limpia, Contaminación y Gestion Ambiental*. Pontificia Universidad Javeriana.
- García, Fausto, 2013. *Dirección y gestión de la producción: Una aproximación mediante la simulación*. Barcelona: Marcombo S.A.
- García, Roberto. 2005. *Estudio del Trabajo, Ingeniería de Metodos y medición del trabajo*. Segunda edición. Mc Graw Hill.
- García, Roberto. 2005. *Estudio de trabajo*. 2da edición. México: Mc Graw Hill/Interamericana Editores S.A. de C.V.
- Gisbert, Víctor, 2015. «Lean manufacturing. Qué es y qué no es, errores en su aplicación e interpretación más usuales.» *Revista 3C Tecnología*. 4, n° 13.

- Goyas, Gian Carlo y Gustavo Guerrero, 2013. «Propuesta de Mejora en los Procesos en una Empresa de Construcción de Obras Hidráulicas.» *Sinerg. innov* 1, n° 1.
- Hernández, Juan y Antonio Vizán, 2013. *Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid.
- Kanawaty, George.1996. *Introducción al estudio del trabajo*. cuarta edición: (OIT).
- Kanawaty, George. 2010. “Introducción al estudio del trabajo”. Ginebra. 4° Edición. Oficina Internacional del Trabajo (OIT)
- Krajewski, Lee, Larry Ritzman y Manoj Malhotra, 2008. *Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor*. Octava Edición. Naucalpan de Juárez: PEARSON EDUCACIÓN.
- Krajewski, Lee, Larry Ritzman, 2000. *Administración de operaciones: estrategia y análisis*. Quinta Edición. Naucalpan de Juárez: PEARSON EDUCACIÓN.
- Leiceaga, Cristina, 2012. *Economía de la empresa. 2o bachillerato*. Donostiarra S.A.
- Mayorga, César, Mery Ruiz, Luis Mantilla y Mayra Moyolema, 2015. «PROCESOS DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD EN LA INDUSTRIA DE CALZADO ECUATORIANA: CASO EMPRESA MABELYZ.» *ECA Sinergia* 7, n° 6 : 88.
- Meyers, Fred. 2000. *Estudios de tiempos y movimientos: para la manufactura ágil*. Segunda edición. Editado por Pearson Educación.
- Mitsuo Kojima, Vinicius, Syntia Lemos, Edwin Cardoza y Gislaine Lapasini, 2016. «INTRODUCTION OF LEAN MANUFACTURING PHILOSOPHY BY KAIZEN EVENT:» *Independent Journal of Management & Production* 7, n° 1 : 151-167.
- Niebel Benjamin y Freivalds Andris. 2009. *Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México. 12° Edición. Editorial: Mc. Graw Hill.
- Pantoja, Cielo, Juan Orejuela, y Juan Bravo.2017 «Metodología de distribución de plantas en ambientes de agrupación.» *ESTUDIOS GERENCIALES* 33: 132-140.
- Pérez, José, 2010. *Gestión por procesos*. Cuarta Edición. Madrid: ESIC Editorial.
- Rajadell, Manuel y José Sánchez, 2011. *Lean manufacturing La evidencia de una necesidad*. Madrid: Diez Santos.
- Rodríguez, Carlos, 1993. *La Cultura de la Calidad y Productividad*. Jalisco: ITESO.
- Rojas, Carlos. 1996. “Diseño y control de la producción”. Trujillo: La Libertad.
- Tejeda, Anne, 2011. «Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos.» *Ciencia y Sociedad XXXVI*, n° 2: 276-310.
- York, John,1994. *Calitividad: la mejora simultánea de la calidad y la productividad*. Barcelona: Marcombo S.A.

VII. ANEXOS

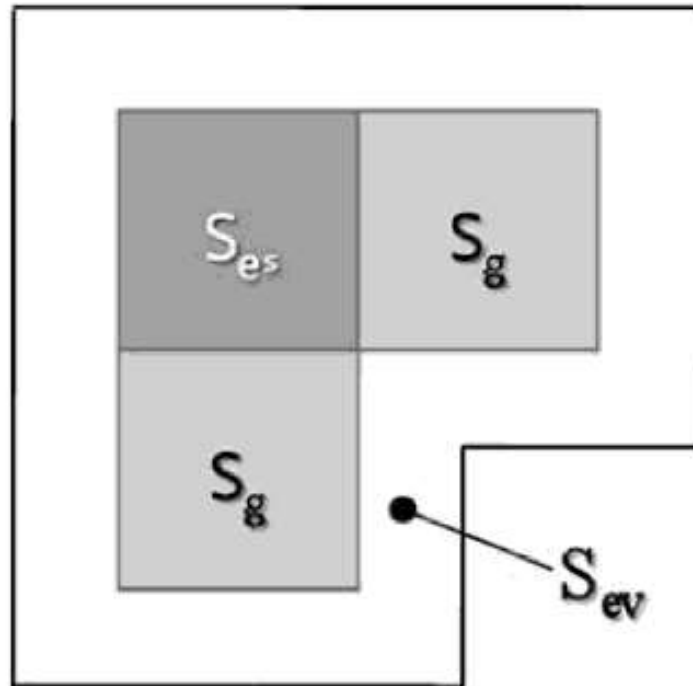
Anexo 1: Cálculos de áreas para las máquinas

Máquinas		Tronzadora	Cizalla	Esmeril	Taladro	Prensa H
Longitud	Ancho (m)	0,5	0,5	0,15	0,25	1
	Largo(m)	0,9	0,8	0,2	0,4	0,6
Áreas (m ²)	Ss	0,45	0,4	0,03	0,1	0,6
	Sg	0,45	0,4	0,03	0,1	0,6
	Se	1,11375	0,99	0,07425	0,2475	1,485
	St	2,01375	1,79	0,13425	0,4475	2,685

Anexo 2: Cuadro leyenda para el cálculo de las áreas

Área Estática (Ss)
Corresponde al área de terreno que ocupan los muebles, máquinas y equipos.
$Ss=L*A$
Donde: L=largo
A=ancho
Área de Gravitación (Sg)
Es el espacio que necesita el operario para atender su máquina.
$Sg=Ss*N$
Donde: N=número de lados de la máquina a usar.
Área de Evolución (Se)
Es el espacio que necesitan los elementos móviles del proceso para su desplazamiento.
$Se=(Ss+Sg) *K$
Donde: K=constante del proceso productivo (está entre 0,05 y 3)
$K=APO/2(AME)$
Donde: APO=altura promedio de los operarios.
AME=altura media de maquinaria o elementos.
Área Total (St)
Es la suma de las áreas (estáticas, de gravitación y de evolución).
$St=Ss+Sg+S$

Anexo 3: Áreas de trabajo



Anexo 4: Ponderaciones por cada criterio a evaluar para la selección de las técnicas de mejora

Inventario	PMP	JIT	Suma	Ponderación
PMP		1/2	1/2	1/5
JIT	2		2	0.8
Total			2.5	1
Producción	PMP	JIT	Suma	Ponderación
PMP		1/2	1/2	0.2
JIT	2		2	0.8
Total			2.5	1
Proceso	PMP	JIT	Suma	Ponderación
PMP		1/2	1/2	0.2
JIT	2		2	0.8
Total			2.5	1
Distribución de planta	PMP	JIT	Suma	Ponderación
PMP		1/2	1/2	0.2
JIT	2		2	0.8
Total			2.5	1

Anexo 5: Matriz de priorización para seleccionar el estado de la máquina zincadora

Criterio	Precio	Repuestos	Mantenimiento	Insumos	Suma	Ponderación
Precio		3	2	3	8	0,48
Repuestos	1/3		3	1	4,33	0,26
Mantenimiento	1/2	1/3		1	1 5/6	0,11
Insumos	1/3	1	1		2,33	0,14
				Total	16,5	1

Precio	Nuevo	Segundo uso	Suma	Ponderación
Nuevo		1/3	1/3	0,13
Segundo uso	3		3	1,2
		Total	2,5	1,33
Repuestos	Nuevo	Segundo uso	Suma	Ponderación
Nuevo		1/3	1/3	0,13
Segundo uso	3		3	1,2
		Total	2,5	1,33
Mantenimiento	Nuevo	Segundo uso	Suma	Ponderación
Nuevo		1/3	1/3	0,13
Segundo uso	3		3	1,2
		Total	2,5	1,33
Insumos	Nuevo	Segundo uso	Suma	Ponderación
Nuevo		1/3	1/3	0,13
Segundo uso	3		3	1,2
		Total	2,5	1,33

Estado de máquina	Precio	Repuestos	Mantenimiento	Insumos	Total
Nuevo	0,07	0,04	0,02	0,02	0,14
Segundo uso	0,58	0,32	0,13	0,17	1,2
Total	0,65	0,35	0,15	0,19	1,34

Anexo 6: Ficha técnica de zincadora

FICHA TECNICA DE LA MAQUINA ZINCADORA	
Cubas	Dimensiones interiores 830x600x700 mm.
	Material Polipropileno de 10 mm.
	Pestaña de polipropileno de 50 mm.
	Refuerzos en tubo estructural.
	Entrada de agua con válvula de PVC.
	Desagües con Válvula polipropileno Ø 40 mm.
Tambores o bombos	Volumen de 27 dm ³ .
	Capacidad para 30 Kg.
	Temperatura máxima admisible 85°C.
	Potencia del motor 0,12 Kw.
	Peso 86 Kg.
Línea de desagües	Dos colectores de desagüe para aguas residuales procedentes de los lavados una para ácidos y otra para alcalinos.
	Construidas en tubo de PVC de 75 mm de diámetro
	Dichos colectores de desagüe serán instalados con una pendiente del 2% para su mejor evacuación.
	Rebosaderos posiciones de lavado en tubo de PVC de 50mm de diámetro, a conexionar al colector general de desagüe que corresponda.
	Tornillería de fijación en acero inoxidable.
	Accesorios adecuados para el montaje.
Línea de entrada de agua de red.	La línea de entrada de agua, se construye en tubo de PVC de 32 mm. de diámetro.
	Entrada a las cubas hasta el fondo en tubo de PVC de 25 mm. de diámetro, con válvulas de regulación en PVC, con los accesorios y sistema de soporte adecuados.
Rectificadores	Intensidad nominal de salida 1.000 A.
	Tensión nominal de salida 15 V.
	Regulación Continua (0-1.000 A o 0-15 V)
	Estabilización Tensión o Intensidad
	Refrigeración Aire forzado
	Corriente residual <4%
	Alimentación 400 V III 50 Hz.
Línea de giro de los tambores o bombos	Se montará una línea eléctrica para el giro de bombos compuesta por:
	Transformador de 400/42 V. III.
	Cableado a cada una de las cubas.
	3 contactos para el giro de bombos en cada cuba y posición de carga y descarga.
	Contacto para giro de bombos en posición de subida del carro.