



UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE

Laureate International Universities

**FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“Plan de mejora del Sistema de Producción basado en
ingeniería de métodos para incrementar la productividad en
una ensambladora de Extractores de aire”**

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

**AUTOR:
Bach. Gudelia Edell Aliaga Chávez**

**ASESOR:
Ing. Ramiro Mas McGowen**

**TRUJILLO – PERÚ
2015**

DEDICATORIA

A mi familia, por siempre apoyarme en la realización de este y otros proyectos.

EPÍGRAFE

“Estoy absolutamente convencido que ninguna riqueza del mundo puede ayudar a que progrese la humanidad. El mundo necesita paz permanente y buena voluntad perdurable”

Albert Einstein

AGRADECIMIENTO

A Kristian Antúnez de Mayolo Pacora por enseñarme con dedicación a mejorar cada vez como profesional y persona.

LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACIÓN DE LA TESIS

Asesor:

Ing. Ramiro Mas McGowen

Jurado 1:

Ing. Abel Gonzales Wong

Jurado 2:

Ing. Marcos Baca López

Jurado3:

Ing. Luis Terry Noriega

RESUMEN

Esta tesis tuvo como principal objetivo Plan de mejora del Sistema de Producción basado en ingeniería de métodos para incrementar la productividad y reducir los costos operativos en una ensambladora de Extractores de aire.

Se analizaron todos los factores que influyen en la deficiencia de la productividad y los altos costos operativos, entre los factores identificados se tiene el alto % de reprogramación de ensambles, inspección recurrente de la materia prima, alto gastos por consumo de energía eléctrica y de bonos por horas adicionales, reposición de herramientas manuales, tiempo de uso de herramientas manuales.

Para proponer las propuestas de mejora se elaboró diagrama de Pareto, diagrama de Ishikawa, balance de línea, entre otras. Los resultados obtenidos son:

1. Incremento de la productividad.
2. Menor número de reprogramaciones de ensambles.
3. Reducción del gasto por pago de energía eléctrica y de sueldos.
4. Reducción del gasto por reposición de herramientas manuales.
5. Reducción de tiempos por inspección de algunas características de la materia prima (extractores).

Con la implementación de las mejoras propuestas se determinó un incremento de la productividad de 12.199 a 21.544 ensambles por día. Además se redujo el % de ensambles reprogramados de 20% a 4.97%.

En cuanto a los gastos por reposición de herramientas manuales, energía eléctrica y pago de sueldos en los que se determinó como meta una reducción a: 2, 2.45 y 77.06% respectivamente, se pudo comprobar una reducción mayor a lo establecido como meta a: 0.81, 2.12, 73.58% respectivamente.

Además, se determinó una reducción en los tiempos estándares en las operaciones donde se indican inspección de estándares constructivos y uso de herramientas manuales de 6.74 min a 4.33 min y de 19.23 min a 13.69 min, respectivamente.

ABSTRACT

This thesis had as main objective Improvement Plan Production System based engineering methods to increase productivity and reduce operating costs in an assembly of air extractors.

All factors that influence the deficiency productivity and high operating costs, including those identified factors were analyzed has the highest % of reprogramming assemblies, recurrent inspection of raw materials, high costs for electricity consumption and bonuses for additional hours.

To submit proposals for improvement was developed Pareto diagram, Ishikawa diagram, line balancing, among others. The results are:

1. Increased productivity.
2. Reduction of reprogramming of assemblies.
3. Reduction of expenditure for payment of electricity and bonuses.
4. Reduction of expenditure by replacement of hand tools.
5. Reduction of time by inspection of some characteristics of the raw material (extractors).

With the implementation of the proposed improvements has resulted in increased productivity of 12,199 to 21,544 assemblies per day. In addition the% reprogram assemblies 20% was reduced to 4.97%.

As for restocking costs of hand tools, power and payroll where was determined as a reduction target: 2, 2.45 and 77.06%, respectively, we noted a further reduction to set a target to: 0.81, 2.12, 73.58% respectively.

Furthermore, it has determined a reduction in the standard times in inspection operations where building standards and use of hand tools of 6. 74 min to 4.33 min and 19.23 min to 13.69 min, respectively.

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	i
EPÍGRAFE	ii
AGRADECIMIENTO.....	ii
LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACIÓN DE LA TESIS	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE	vi
INTRODUCCIÓN	7

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Realidad Problemática	8
1.2. Formulación del Problema	13
1.3. Delimitación de la Investigación.....	13
1.4. Objetivos.....	14
1.5. Justificación	15
1.6. Tipo de Investigación.....	15
1.7. Hipótesis.....	15
1.8. Variables.....	15
1.9. Diseño de la Investigación.....	17

CAPÍTULO 2

MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes de la Investigación	20
2.2. Base Teórica	21
2.3. Definición de Términos	42

CAPÍTULO 3

DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL

3.1. Descripción General de la Empresa	46
3.2. Descripción Particular del Área de la Empresa objeto de Análisis	49
3.3. Identificación del Problema e Indicadores Actuales	56

CAPÍTULO 4

SOLUCIÓN PROPUESTA

4.1. Ejecución de un nuevo sistema operativo MSOFT	63
4.2. Mejora de procesos	64
4.3. SRM.....	69
4.4. Otras propuestas de mejora en la línea de ensamblaje.....	72

CAPÍTULO 5

EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA

5.1. Costos de la propuesta	76
5.2. Inversiones para la Propuesta	77
5.3. Ahorro Implementando las Propuestas de Mejora.....	79
5.4. Incremento de la productividad	82
5.5. Cálculo del VAN	86
5.6. Cálculo del TIR	88
5.7. Calculo del B/C.....	89

CAPÍTULO 6

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Resultados	91
6.2. Discusión	92

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones.....	94
7.2. Recomendaciones	95

BIBLIOGRAFÍA	96
--------------------	----

ANEXOS	98
--------------	----

INTRODUCCIÓN

Motorex SA es una empresa industrial dedicada a la venta de equipos para calefacción, evaporación, ventilación entre otros. En el taller de ensamblajes se producen órdenes de producción según lo solicitado por los clientes. Cada orden de producción puede albergar de 1 a 8 ensambles y pueden ser del tipo de motorreductores: reductor, motor y brida; y de extractores: extractor, motor, transmisión y accesorios.

La empresa busca aumentar la productividad del taller y reducir los costos operativos del mismo debido a que actualmente no logra cumplir con la demanda de ensambles en el tiempo prometido al cliente y los gastos operativos han crecido al respecto de otros años anteriores.

Este trabajo tiene como objetivo formular mejoras en la línea de ensamblaje que promuevan el crecimiento de la productividad y disminuyan los gastos operativos. Para lograr dichos objetivos se ha propuesto un plan de mejora basado en ingeniería de métodos.

Se han encontrado algunas limitantes como la inversión en herramientas y maquinarias que optimicen el trabajo manual y las mejoras en algunas características de los equipos que solo dependen del proveedor.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Realidad Problemática:

La empresa MOTOREX SA pertenece al sector industrial como líder en el suministro de Equipos e Insumos Industriales en el Perú. Las importaciones en los dos últimos años han crecido en un 117% y las hechas hasta el mes de mayo del presente año representan el 77% a las del año pasado.

TABLA 001: Importaciones de motores y extractores – MOTOREX SA

CIF	2012	2013	2014*
MOTORES	\$ 780,246.98	\$ 1,689,526.43	\$ 381,746.96
EXTRACTORES	\$ 1,626,086.06	\$ 2,500,040.43	\$ 795,651.62

* Calculo de importaciones hasta Mayo del 2014

Fuente. MOTOREX SA

MOTOREX SA tiene un taller de ensamble donde se realiza las dos más importantes actividades:

1. Ensamble: Según el tipo de producto:
 - Extractores: consta de armar la combinación extractor – motor – transmisión, en algunos casos caja, hongo, guardafajas y/o accesorios.
 - Motoreductores: consta de arma la combinación motor – brida – reductor o motoreductor – brida.
2. Servicios: consta de la atención de servicios post venta, ya sea por garantía o mantenimiento.

Es importante indicar que hay una persona encargada de realizar los servicios y de ensamblar los motoreductores. Para el ensamblado de extractores se tiene a 3 personas que realizan un ensamble cada una. Otro punto a recalcar es que una orden de producción puede tener de 1 a 6 ensambles y un ensamble consta de extractor-motor-transmisión (poleas y fajas)-accesorios.

Se conoce que el tiempo de entrega de un ensamble al cliente final (sin incluir distribución) es 3 a 4 días y que el 30% de los ensambles al mes no cumplen esta condición, debido a que se solicitan con un tiempo de entrega dentro del día o al siguiente día de puesta la orden de producción. Este porcentaje se considera como “urgentes” y deben representar menos del 5% de los ensambles al mes¹.

Las personas encargadas de colocar una orden de producción son los asesores comerciales que en la gran mayoría se retrasan en colocar la orden de producción por lo que el tiempo de entrega se acorta.

Para atender todos estos “urgentes”, aproximadamente, 13 días al mes trabajan horas adicionales a la jornada laboral. Estas horas adicionales ocasionan gastos operativos como consumo de energía eléctrica y pago de un bono por las horas adicionales. A esto se suma que por política de la empresa se realicen compras por reposición de herramientas manuales que usan cada uno de los operarios para el desarrollo de los ensambles.

En un día de jornada de trabajo se dedica 10 minutos para limpieza de zonas de trabajo, herramientas y otros; para acondicionamiento de materia prima antes de cada ensamble se dedica 5 minutos que consta de colocar todos los insumos de armado necesarios para empezar con un ensamble.

Existen entre otros tiempos como: perforación de orificios para hacer coincidir los de la base del extractor con los del motor y por rebajado de rebaba² en los ejes de los extractores, considerando que el 12% de los extractores tienen esta observación³.

¹ Política de la empresa

² Porción de materia sobrante que se acumula en los bordes o en la superficie de un objeto cualquiera

³ Datos proporcionados por el Supervisor de Taller.

El número de servicios en un mes se conoce que tiene una naturaleza cíclica, entre los meses de Setiembre a Marzo es 45% más que del resto del año. De Setiembre a Diciembre el número de ensambles de extractores es el aproximadamente el 30% más del resto de meses del año.

El taller cuenta con tres estaciones de trabajo para ensamblaje y un área destinada al desarrollo de servicios. La producción estándar de ensambles por día es de 15, según indica Gerencia General, pero actualmente la producción de ensamble es de 12. Gerencia General desea conocer la o las razones por las que la producción actual es muy baja; además desea llegar a un nivel de producción de 20 ensambles por día.

El horario de trabajo es de 44.5 horas⁴ a la semana y los tres operarios dedicados a ensambles ganan un sueldo promedio de 1800 soles cada uno, la Hora-Hombre cuesta S/. 10.11, que incluye todos los impuestos y beneficios de Ley. Se compra por reposición de herramientas con una frecuencia de 2 a 3 meses. El área de Administración y Finanzas indica que el costo de la energía eléctrica era 20% menos y las horas adicionales al mes en temporada alta y baja representaba el 8 y 2 %, respectivamente. Actualmente es de 17 y 7 %, respectivamente.

En cada ensamble se tiene en cuenta la potencia del motor dando que el 60% de los ensambles se colocan con motores pequeños y el 40% con motores grandes y el tipo de extractor dicta la proporción en la carga de trabajo según tabla:

⁴ Horario de lunes a viernes por la mañana de 8:30 am a 1:15 pm y por la tarde de 2:15 pm a 5:30 pm; los sábados por la mañana de 8:30 am a 1:00 pm

TABLA 002: % de carga según tipo de extractores – MOTOREX SA

CENTRIFUGOS				
DA/B		SA		OTROS
Modelo	%	Modelo	%	
7/7 - 9/9 - 10/10	47.00	9/4 - 10/6	57.00	
12/12 - 15/15 - 18/18	39.00	12/6 - 15/8 - 18/8	27.00	
20/20 - 22/22 - 30/28	13.00	20/10 - 22/11 - 30/14	16.00	
36/36	1.00			
	40.00		40.00	15.00

AXIALES	
HGT - HIT - HXM	%
630 - 800 - 1000- 1250	5.00

Fuente. MOTOREX SA

Las reprogramaciones suceden cuando no se cumple con la fecha requerida por el área comercial; se sabe que el 20% de los ensambles se reprograman. Se ha determinado que del total de las ventas correspondientes a ensambles representan el 87% del total de los ensambles y del 13% no se factura dentro del mes. Además, se conoce que en la última encuesta de satisfacción al cliente⁵ el 8% de los entrevistados creen que el tiempo de entrega en ensambles se cumple.

1.2. Formulación del Problema:

¿Cómo influirá la Propuesta de implementación de un Sistema de Producción de Ensamblados en el Taller de la empresa Motorex SA en la productividad actual?

1.3. Delimitación de la Investigación:

1.3.1. Nombre del autor: Gudelia Edell Aliaga Chávez

1.3.2. Institución donde se desarrollará el proyecto: La presente investigación se llevará a cabo en diferentes espacios: el trabajo de recopilación de

⁵ Se encuesta a 100 clientes y se los determina según el nivel de ventas.

información se desarrollará en el Taller de Ensamblés de la empresa Motorex SA – Lima - Lima - Perú. Las tareas de procesamiento y análisis de la información se realizará dentro de empresa y en el domicilio de la autora, Calle Ramón Pizarro 974 Dpto 402 – Pueblo Libre – Lima- Perú.

Duración del proyecto: El presente se expandirá por cinco meses (23 semanas)

TABLA 003: Diagrama de Gantt del proyecto

	AÑO 2014																						
	Febrero			Marzo				Abril					Mayo					Junio			Julio		
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16	Sem 17	Sem 18	Sem 19	Sem 20	Sem 21	Sem 22	Sem 23
Recolección de datos																							
Análisis de datos																							
Elaboración de informe																							

Fuente: Elaboración propia

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General: Incrementar la productividad por medio de la implementación de un Sistema de Producción de Ensamblés en el Taller de la empresa Motorex SA

1.4.2. Objetivos Específicos

- a. Diagnosticar los factores que influyen en la deficiencia de la productividad.
- b. Desarrollar la propuesta de mejora.
- c. Determinar los indicadores de eficiencia y económicos antes y después de la implementación de la propuesta.
- d. Determinar el impacto económico que generará la mejora en los indicadores de eficiencia y económicos.

1.5. Justificación:

La presente Tesis se justifica en cuanto se demuestre que la implementación de una línea de producción mejora la productividad del Taller de ensambles de la empresa Motorex SA. Busca que al aumentar la productividad aumente la facturación y disminuya el porcentaje de ensambles anulados.

La Tesis se presenta en un momento importante debido a que la temporada alta de ensambles empezó y Motorex SA busca hacer cambios que mejoren los indicadores de eficiencia y económicos.

1.6. Tipo de Investigación: Aplicada – Experimental

1.7. Hipótesis:

La implementación de un Sistema de Producción en el Taller de ensambles incrementa la productividad de la empresa Motorex SA.

1.8. Variables

1.8.1. Sistema de Variables:

- a. Variable dependiente: La productividad del Taller de ensambles.
- b. Variable independiente: La Propuesta de Implementación de un sistema de producción.
- c. Variables operacionales:
 - La productividad del taller de ensambles: Numero de ensambles por hora-hombre
 - Tiempo estándar: Tiempo en el que se realiza un ensamble
 - Tiempo ciclo: Cuello de botella de la línea de montaje.
 - % ensambles reprogramados: Relación de ensambles reprogramados del total de ensambles hechos en un mes
 - % Costos operativos: Relación de la suma de los costos operativos de las ventas mensuales.

1.8.2. Operacionalización de Variables:

TABLA 004: Operacionalización de Variables

	VARIABLE	DEFINICION	INDICADOR	METODO
VD: Productividad	Productividad	El número de ensambles por hora-hombre	$P = ENS/HH$	Ingeniería métodos - Producción
VI: Implementación de un sistema de producción.	Tiempo estándar	Tiempo en el que se realiza un ensamble	$Te = \frac{Tn}{P}$	Ingeniería de métodos – estudio de tiempos
	Tiempo del ciclo	Cuello de botella de la línea de montaje.	$C = \frac{Tb}{(1 - Fs)}$	Ingeniería de métodos – estudio de tiempos
	% ensambles reprogramados	Relación de ensambles reprogramados del total de ensambles hechos en un mes	$\%_{rep} = \frac{N_{rep}}{N_{ens}}$	Cálculo matemático
	% de costos operativos	Relación de la suma de los costos operativos de las ventas mensuales.	$\%_{co} = \frac{\sum CO_n}{Ventas}$	Cálculo matemático

Fuente: Elaboración propia

Leyenda:

- VD: Variable dependiente
- VI: Variable independiente
- P: Productividad
- ENS: Ensamble
- Te: Tiempo estándar
- Tn: Tiempo normal
- C: Ciclo
- Tb: Tiempo base
- Fs: Factor de suplemento
- %rep: Porcentaje de ensambles reprogramados
- Nrep: Ensamblados reprogramados dentro de un mes
- Nens: Numero de ensambles hechos en un mes
- %CO: Porcentaje de costos operativos en un mes.
- $\sum CO_n$: Sumatoria de los costos operativos incurridos en el taller de ensamblaje en un mes.
- Ventas: El total de las ventas de ensambles.

1.9. Diseño de la Investigación:

La presente tesis motiva a realizar experimentación que orienten a dar una solución al problema, lo explique y lo prediga. El análisis y diagnóstico inicial nos proporcionará premisas de lo que contribuye con el problema y sus consecuencias para así tomar acciones que aporten hacia la mayor eficiencia del mismo.

CAPÍTULO 2

MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes de la Investigación:

2.1.1. Internacional:

Título: Implementación Del Sistema Kanban en la Empresa Fabrica Argentina de Elásticos S.A.I. y C.

Autor: FAESA S.A.I. Y C.

Fecha de publicación: 2005-2007

Lugar de publicación: Argentina

La implementación de un sistema Kanban logró aumentar la producción en trimestre de 9.6 toneladas a un poco más del doble. Además redujo el tamaño de lote en 50% del tamaño actual, Redujo a 10 días el ciclo de fabricación, y ahora la tarjeta Kanban se transformó en un Documento tan importante como una ficha de operación.

Título: Implementación de un sistema Kanban para la producción de partes automotrices

Autor: Alberto Novau, Joel García, Carlos Chaveznava, Jaime Ortega

Fecha de publicación: 1999

Lugar de publicación: Tecnológico de Monterrey

Con la implementación de este sistema se logró reducir el inventario en proceso de seis días de producción a solamente la cantidad de piezas solicitadas en las tarjetas. Además, se redujo el tiempo de entrega de producto terminado de seis días a solamente 15 horas, teniendo aun la posibilidad de reducirla hasta 5 horas. El manejo de materiales se redujo a cero por parte del personal del área de manejo de materiales (a excepción de la materia prima), ya que con la implementación se les asignó la tarea a los mismos operadores de llevar los carritos con las piezas a su siguiente estación, por lo que no requerían de montacargas ni patines para el traslado.

Se tuvo que agregar un turno de operadores para cumplir con el requisito de fluidez del proceso; de lo contrario, se hubiera tenido que generar un inventario de protección para cumplir con la demanda diaria.

2.1.2. Local:

Título: Implementación de un sistema de producción modular para una empresa de confección de prendas de vestir

Autor: Gudiel Torres, Saúl

Fecha de publicación: 2005

Lugar de publicación: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

El desarrollo del presente trabajo surge de la necesidad de incrementar la capacidad de repuesta al proceso productivo de una empresa de confección de prendas de vestir, adoptando una nueva estrategia de producción conocida como sistema de producción modular, el cual está basado en realizar el proceso solo con aquello que le da valor agregado al producto, dejando de lado el actual sistema de producción lineal que trabaja con recursos innecesarios que los considera necesarios, conocido ello como desperdicios.

2.1.3. In Situ: Se realizó un estudio de tiempos el año 2013 por el anterior Jefe de Planeamiento y Control de Producción en el que se halló la producción estándar diaria y los tiempos estándares por cada actividad del proceso pero no se llegó a implementar ninguna herramienta de mejora.

2.2. Base Teórica:

A. Estudio de tiempos

Definición: Es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número de observaciones, el tiempo para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido. Una vez que se establece un método, la responsabilidad de determinar el tiempo requerido para fabricar el producto queda dentro del alcance de este trabajo. También está incluida la responsabilidad de vigilar que se cumplan las normas o estándares predeterminados, y de que los trabajadores sean

retribuidos adecuadamente según su rendimiento. Estas medidas incluyen también la definición del problema en relación con el costo esperado, la reparación del trabajo en diversas operaciones, el análisis de cada una de éstas para determinar los procedimientos de manufactura más económicos según la producción considerada, la utilización de los tiempos apropiados y, finalmente, las acciones necesarias para asegurar que el método prescrito sea puesto en operación cabalmente.

Desarrollo: A pesar de que a Frederick W. Taylor se le considera el padre del estudio de tiempos, esta práctica ya se venía dando desde 1760, por un francés apellidado Perronet quién realizó estudios sobre la fabricación de alfileres del no. 6. Setenta años más tarde, Charles Babbage hizo estudios de tiempos relacionados con alfileres comunes del no. 11, y cuyos resultados sorprendieron ya que determinó que una libra de alfileres (5,546 unidades) debían fabricarse en 7.6892 horas.

En 1881, Taylor comenzó su trabajo de estudio de tiempos y doce años después desarrolló un sistema basado en "tareas" en donde proponía que la administración de una empresa debía encargarse de planear el trabajo de cada empleado por lo menos con un día de anticipación y que cada hombre debía recibir instrucciones por escrito que describieran su tarea a detalle para evitar confusiones.

En 1903, en la reunión de la A.S.M.E efectuada en Saratoga, Taylor presentó su famoso artículo " Administración del taller", cuya metodología fue aceptada por muchos industriales reportando resultados muy satisfactorios. En 1917, C. Bernard Thompson informó acerca de 113 plantas o fábricas que habían implantado la " administración científica".

De ellas, 59 consideraron que habían tenido éxito rotundo, 20 sólo éxito parcial y 34 un fracaso completo. Finalmente, en julio de 1947 se aprueba una ley que permite utilizar el estudio de tiempos en la Secretaría de Guerra de los Estados Unidos. En la actualidad no existe ninguna restricción en la aplicación de estudio de tiempos en ninguna empresa o país industrializado. (URL 003)

Ejecución del estudio de tiempos: Obtener y registrar toda la información concerniente a la operación. (URL 003) Es importante que el analista registre toda la información pertinente obtenida mediante observación directa, en previsión de que sea menester consultar posteriormente el estudio de tiempos. La información se puede agrupar como sigue:

- Información que permita identificar el estudio de cuando se necesite.
- Información que permita identificar el proceso, el método, la instalación o la máquina
- Información que permita identificar al operario
- Información que permita describir la duración del estudio.

Es necesario realizar un estudio sistemático tanto del producto como del proceso, para facilitar la producción y eliminar ineficiencias, constituyendo así el análisis de la operación y para lo que se debe considerar lo siguiente:

- Objeto de la operación. Hay que determinar si una operación es necesaria antes de tratar de mejorarla. Si una operación no tiene objeto útil, o puede ser reemplazada o combinada con otra, debe ser eliminada por lo que se puede suspender el análisis de dicha operación.
- Diseño de la pieza. El diseño de los productos utilizados en un departamento es importante. El diseño determina cuando un producto satisfará las necesidades del cliente. Éste es un factor

de mayor importancia que el costo. Los diseños no son permanentes y pueden ser cambiados. Es necesario investigar el diseño actual para ver si éste puede ser cambiado con el objeto de reducir el costo de manufactura sin afectar la utilidad del producto.

- Tolerancias y eficiencias. Las especificaciones son establecidas para mantener cierto grado de calidad. La reputación y demanda de los productos depende del cuidado de establecer y mantener especificaciones correctas. Las tolerancias y especificaciones nunca deben ser aceptadas a simple vista. A menudo una investigación puede revelar que una tolerancia estricta es innecesaria o que por el contrario, haciéndola muy rigurosa, se pueden facilitar las operaciones subsecuentes de ensamble.
- Material. Los materiales constituyen un gran porcentaje del costo total de cada producto por lo que la selección y uso adecuado de estos materiales es importante; Una selección adecuada de éstos da al cliente un producto terminado más satisfactorio, reduce el costo de la pieza acabada y reduce los costos por desperdicio, lo que hace posible vender el producto a un precio menor.
- Proceso de manufactura. Existen varias formas de producir una pieza. Se desarrollan continuamente mejores métodos de producción. Investigar sistemáticamente los procesos de manufactura ideará métodos eficientes.
- Preparación de herramientas y patrones. La magnitud justificada de aditamentos y patrones para cualquier trabajo, se determina principalmente por el número de piezas que van a producirse. En trabajos de baja actividad únicamente se justifican aditamentos y patrones especiales que sean primordiales. Una alta actividad usualmente justifica utensilios

especiales debido a que el costo de los mismos se prorratea sobre un gran número de unidades.

En trabajos e alta actividad, es importante efectuar reducción en tiempos unitarios de producción hasta un valor mínimo absoluto. Una buena práctica de preparación y utensilios no sucede por casualidad, ésta debe ser planeada.

- Condiciones de trabajo. Las condiciones de trabajo continuamente deberán ser mejoradas, para que la planta esté limpia, saludable y segura. Las condiciones de trabajo afectan directamente al operario. Las buenas condiciones de trabajo se reflejan en salud, producción total, calidad del trabajo y moral del operario. Pequeñas cosas, tales como colocar fuentes centrales de agua potable, dispositivos con tabletas de sal para los días calurosos, etc., mantienen al operario en condiciones que le hacen tener interés y cuidado en su trabajo.
- Manejo de materiales. La producción de cualquier producto requiere que sus partes sean movidas. Aunque la carga sea grande y movida a distancias grandes o pequeñas, este manejo debe analizarse para ver si el movimiento se puede hacer de un modo más eficiente. El manejo añade mayor costo al producto terminado, por razón del tiempo y mano de obra empleados. Una buena regla para recordar es que, la pieza menos manejada reduce el costo de producción.
- Distribución de maquinaria y equipo. Las estaciones de trabajo y las máquinas deben disponerse en tal forma que la serie sistemática de operaciones en la fabricación de un producto sea más eficiente y con un mínimo de manejo.
- Principios de economía de movimientos. Las mejoras de métodos no necesariamente envuelven cambios en el equipo y su distribución. Un análisis cuidadoso de la localización de piezas en el área de trabajo y los movimientos requeridos para hacer una tarea, resultan a menudo en mejoras importantes.

Una de las fuentes de mayores gastos inútiles en la industria está en el trabajo que es ejecutado al hacer movimientos innecesarios o inefectivos. Este desperdicio puede evitarse aplicando los principios experimentados de economía de movimientos.

Tiempo estándar: Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, utilizando método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, desarrollando una velocidad normal que pueda mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga.(URL 003) El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación.

$$Te = \frac{Tc * FC}{1 - FS}$$

Donde:

Te, es el Tiempo estándar

Tc, es el tiempo de un ciclo

FC, es el factor de calificación

FS, es el factor del suplemento

Tiempo normal: La definición de tiempo normal se describe como el tiempo requerido por el operario normal o estándar para realizar la operación cuando trabaja con velocidad estándar, si ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables.

$$Tn = Tc * FC$$

Donde:

Tn, es el Tiempo normal

Tc, es el tiempo de un ciclo

FC, es el factor de calificación

Fatiga: Es el estado de la actitud física o mental, real o imaginaria, de una persona, que incluye en forma adversa en su capacidad de trabajo. Cualquier cambio ocurrido en el resultado de su trabajo, que está asociado con la disminución de la producción del empleado. (URL 003)
Reducción de la habilidad para hacer un trabajo debido a lo previamente efectuado. Los factores que producen fatiga son:

- Constitución del individuo
- Tipo de trabajo
- Condiciones del trabajo
- Monotonía y tedio
- Ausencia de descansos apropiados
- Alimentación del individuo
- Esfuerzo físico y mental requeridos
- Condiciones climatéricas
- Tiempo trabajando

B. PRODUCTIVIDAD

Definición: Aquí algunas definiciones según organizaciones:

- OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico). Productividad es igual a producción dividida por cada uno de sus elementos de producción.
- OIT (Organización Internacional del Trabajo). Los productos son fabricados como resultados de la integración de cuatro elementos principales: tierra, capital, trabajo y organización. La relación de estos elementos a la producción es una medida de la productividad.
- EPA (Agencia Europea de Productividad). Productividad es el grado de utilización efectiva de cada elemento de producción. Es sobre todo una actitud mental. Busca la constante mejora de lo que existe ya. Está basada sobre la convicción de que uno puede hacer las cosas mejor hoy que ayer, y mejor mañana que hoy. Requiere esfuerzos continuados para adaptar las actividades económicas a las condiciones cambiantes y aplicar nuevas técnicas y métodos. Es la firme creencia del progreso humano. (PAG 11)
- Real Academia Española (RAE). la productividad es un concepto que describe la capacidad o el nivel de producción por unidad de superficies de tierras cultivadas, de trabajo o de equipos industriales. De acuerdo a la perspectiva con la que se analice este término puede hacer referencia a diversas cosas, aquí presentamos algunas posibles definiciones. (PAG 12)

La productividad es la medida de lo bien que se han combinado y utilizado los recursos para cumplir los resultados específicos logrados. Esta definición de productividad se asocia con el logro de un producto eficiente, enfocando la atención específicamente en la relación del producto con el insumo utilizado para obtenerlo.

Calidad y productividad: La Calidad desde el punto de vista conceptual ha pasado por diferentes etapas, desde el surgimiento de la industria manufacturera donde se le consideraba como algo que debía ser inspeccionado para poder obtener determinados requerimientos técnicos que eran precisados por el productor; continuando la etapa posterior de control estadístico de la calidad, donde se aplicaban técnicas de muestreo a lo largo del proceso, con el objetivo de detectar a tiempo cualquier irregularidad y garantizar que el producto que saliera cumpliera, igualmente, los requisitos preestablecidos por el productor; en una etapa más actual se instrumentan programas y sistemas de calidad a todas las fases de concepción, diseño y producción, incluyendo el servicio posventa; y hoy la calidad es posible administrarla. En esta última fase el énfasis está puesto en el mercado, las necesidades y expectativas del cliente. Pero además la Calidad se ve como un enfoque de dirección, que no sólo contempla la calidad del producto, sino el sistema de dirección en su totalidad. James Harrington nos dice: “Calidad es el grado en que satisfacemos las expectativas de los clientes” y Crosby nos plantea “Calidad es cumplir los requisitos”.

Productividad es sinónimo de “evaluación de la calidad”. Por lo que pudiéramos entonces afirmar que la *Productividad evalúa la capacidad del sistema para elaborar productos que son requeridos (que se adecuan al uso) y a la vez el grado en que se aprovechan los recursos utilizados, es decir el valor agregado*. Para poder incrementar el Valor Agregado se hace necesario producir lo que el mercado (cliente) valora y hacerlo con el menor consumo de recursos, todo lo cual nos permitirá reducir los costos y por ende incrementar los beneficios, haciendo a nuestra organización más productiva. (PAG 11)

Indicadores asociados a la productividad y la calidad: Existen tres criterios comúnmente utilizados en la evaluación del desempeño de un sistema, los cuáles están muy relacionados con la calidad y la productividad:

- Eficiencia: Se le utiliza para dar cuenta del uso de los recursos o cumplimiento de actividades con dos acepciones: la primera, como la “relación entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de recursos estimados o programados”; la segunda, como “grado en el que se aprovechan los recursos utilizados transformándose en productos.
- Efectividad: Es la relación entre los resultados logrados y los resultados propuestos, o sea nos permite medir el grado de cumplimiento de los objetivos planificados. La efectividad se vincula con la productividad a través de impactar en el logro de mayores y mejores productos (según el objetivo); sin embargo, adolece de la noción del uso de recursos. Este indicador nos sirve para medir determinados parámetros de calidad que toda organización debe preestablecer y también para poder controlar los desperdicios del proceso y aumentar el valor agregado.
- Eficacia: Valora el impacto de lo que hacemos, del producto o servicio que prestamos. Es necesario que el producto sea el adecuado; aquel que logrará realmente satisfacer al cliente o impactar en el mercado.

Del análisis de estos tres indicadores se desprende que no pueden ser considerados ninguno de ellos de forma independiente, ya que cada uno brinda una medición parcial de los resultados. (PAG 11)

Indicadores: El principal indicador es:

Productividad = Producción/insumos

Se puede llegar a medir según la efectividad del cumplimiento:

- Producción: Producción Real/Producción Programada
- Ventas: Despachos reales/despachos comprometidos
- Cobros: Cuentas cobradas/cuentas estimadas a cobrar
- Compras: Solicitudes realizadas/solicitudes a realizar
- Personal: N° de personas entrenadas/ N° de personas a entrenar

O según la efectividad de la calidad:

- Porcentaje de Rechazos: Cantidad de Productos fuera de las especificaciones/Cantidad de productos inspeccionados
- Porcentaje de devoluciones: Cantidad de productos devueltos, descontados o rebajados/Cantidad de productos despachados (PAG 11)

C. BALANCE DE LINEA

Definición: El balance o balanceo de línea es una de las herramientas más importantes para el control de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende la optimización de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso, variables tales como los son los inventarios de producto en proceso, los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción.

El objetivo fundamental de un balanceo de línea corresponde a igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso.

Establecer una línea de producción balanceada requiere de una juiciosa consecución de datos, aplicación teórica, movimiento de recursos e incluso inversiones económicas. Por ende, vale la pena considerar una serie de condiciones que limitan el alcance de un balanceo de línea,

dado que no todo proceso justifica la aplicación de un estudio del equilibrio de los tiempos entre estaciones. Tales condiciones son:

Cantidad: El volumen o cantidad de la producción debe ser suficiente para cubrir la preparación de una línea. Es decir, que debe considerarse el costo de preparación de la línea y el ahorro que ella tendría aplicado al volumen proyectado de la producción (teniendo en cuenta la duración que tendrá el proceso).

Continuidad: Deben tomarse medidas de gestión que permitan asegurar un aprovisionamiento continuo de materiales, insumos, piezas y subensambles. Así como coordinar la estrategia de mantenimiento que minimice las fallas en los equipos involucrados en el proceso.

Es necesario conocer tres tipos de información:

- a. El conjunto de tareas a ejecutar y el tiempo que se requiere para cada una;
- b. Las relaciones de precedencia entre las tareas, es decir, la secuencia en la que deben ejecutarse; y
- c. La tasa de producción deseada o pronóstico de la demanda de la línea de ensamble. (URL 18)

Métodos:

- Método Analítico
- Método de Peso Posicional
- Método de Norton Klein
- Método Heurístico
- Método Comsoal
- Método del Algoritmo de Jackson
- Método de las Cadenas de Tonge

D. KANBAN

Definición: KANBAN se define como "Un sistema de producción altamente efectivo y eficiente". KANBAN significa en japonés: 'etiqueta de instrucción'. Su principal función es ser una orden de trabajo, es decir, un dispositivo de dirección automático que nos da información acerca de que se va a producir, en que cantidad, mediante qué medios y como transportarlo. (REF 007).

Es un sistema de información que controla de modo armónico la fabricación de los productos necesarios en cada uno de los procesos que tienen lugar tanto en el interior de la fábrica como entre distintas empresas. (PAG 4).

KANBAN cuenta con dos funciones principales: control de la producción y mejora de procesos. Por control de la producción se entiende la integración de los diferentes procesos y el desarrollo de un sistema JIT. La función de mejora continua de los procesos se entiende por la facilitación de mejora en las diferentes actividades, así como la eliminación del desperdicio, reducción de set-up, organización del área de trabajo, mantenimiento preventivo y productivo, etc. (REF 007). A continuación se detalla ambas funciones:

- Control de la producción: se entiende la integración de los diferentes procesos y el desarrollo de un sistema JIT en la cual los materiales llegaran en el tiempo y cantidad requerida en las diferentes etapas de la fábrica y si es posible incluyendo a los proveedores.

Los productores japoneses tienden a estar menos integrados verticalmente, dejando muchas actividades a sus proveedores, y a mantener un número pequeño de ellos. Esto es posible

gracias a las relaciones duraderas y de cooperación que son mantenidas.

En el ámbito operativo, pequeñas y frecuentes entregas son la clave del sistema, y pueden ser realizadas sin coste adicional debido a las relaciones de cooperación y el uso de proveedores próximos a la planta.

La proximidad geográfica, por lo tanto, parece ser un elemento muy importante, pues mejora el control, la comunicación, el coste y la puntualidad de las transacciones, lo cual permite mantener inventarios de entrada mínimos.

Las exigencias en términos de calidad y puntualidad pasan a primer plano y constituyen un elemento esencial tanto para la selección de proveedores como para la prolongación de relaciones.

Otros productores JIT son excelentes proveedores pues se integran fácilmente dentro del sistema kanban, constituyéndose, en cierto modo, como un proceso más de la empresa matriz, siendo ésta una cuestión clave para explicar la mejor eficiencia de los productores japoneses afincados en Japón.

Finalmente, es importante mencionar que las mayores compañías pueden permitirse ofrecer programas de formación a sus proveedores para integrar a estos dentro de su dinámica.

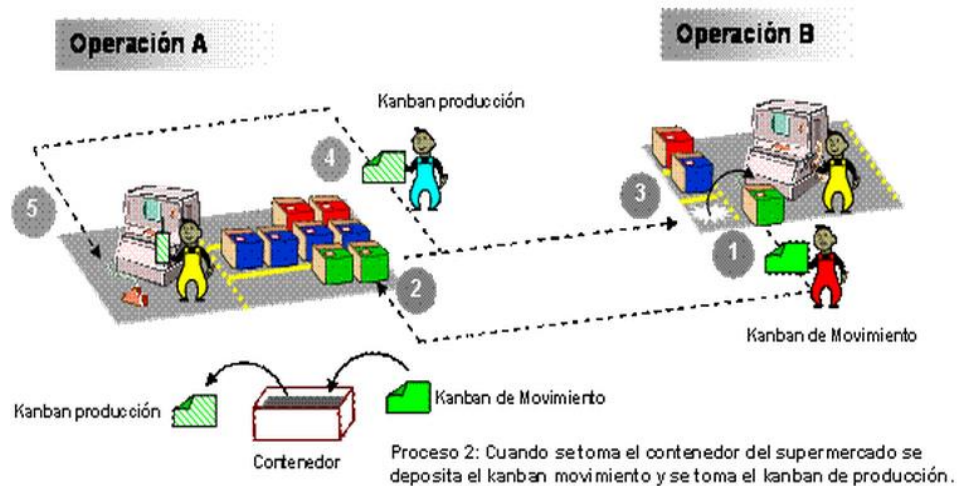
Como en el caso de la gestión de recursos humanos, algunos autores han intentado desmitificar la idea de beneficios compartidos en relaciones JIT. Turnbull considera que JIT es, en muchos casos, solo una excusa para desplazar los inventarios de entrada, su gestión y su coste hacia las plantas de los

proveedores. En particular, es criticado el uso que se hace de los pequeños proveedores.

- Mejora de los procesos: Por la función de mejora de los procesos se entiende la facilitación de mejora en las diferentes actividades de la empresa mediante el uso de Kanban, esto se hace mediante técnicas ingenieriles, y darían los siguientes resultados (URL 6):
 - Eliminación de desperdicios.
 - Organización del área de trabajo.
 - Reducción del set-up. El tiempo de set-up es la cantidad de tiempo necesario en cambiar un dispositivo de un equipo y preparar ese equipo para producir un modelo diferente; para producirlo con la calidad requerida por el cliente y sin incurrir en costos para la compañía y lograr con esto, reducir el tiempo de producción en todo el proceso.
 - Utilización de maquinarias vs. utilización en base a demanda.
 - Manejo de multiprocesos.
 - Mecanismos a prueba de error.
 - Mantenimiento preventivo.
 - Mantenimiento productivo total.
 - Reducción de los niveles de inventario.

Funcionamiento: Cuando un cliente retira productos de su lugar de almacenamiento, el kanban, o la señal, viaja hasta el principio de la línea de fabricación o de montaje, para que se produzca un nuevo producto. Se dice entonces que la producción está guiada por la demanda y que el kanban es la señal que el cliente indica para que un nuevo producto deba ser fabricado o montado para rellenar el punto de stock.

GRAFICO 001: Esquema del flujo de un Sistema Kanban



Fuente: PAG 8

Funcionando sobre el principio de los flujos "pull" (el cliente "apela" o "pide" el producto), el primer paso es definir la cantidad ideal de productos que hay que entregar, suficientemente grande para permitir la producción, y no demasiado pequeño como para reducir las existencias. (PAG 4)

Principios: La metodología Kanban se basa en una serie de principios que la diferencian del resto de metodologías conocidas como ágiles:

- Calidad garantizada. Todo lo que se hace debe salir bien a la primera, no hay margen de error. De aquí a que en Kanban no se premie la rapidez, sino la calidad final de las tareas realizadas. Esto se basa en el hecho que muchas veces cuesta más arreglarlo después que hacerlo bien a la primera.
- Reducción del desperdicio. Kanban se basa en hacer solamente lo justo y necesario, pero hacerlo bien. Esto supone la reducción de todo aquello que es superficial o secundario (principio YAGNI).

- Mejora continua. Kanban no es simplemente un método de gestión, sino también un sistema de mejora en el desarrollo de proyectos, según los objetivos a alcanzar.
- Flexibilidad. Lo siguiente a realizar se decide del backlog (o tareas pendientes acumuladas), pudiéndose priorizar aquellas tareas entrantes según las necesidades del momento (capacidad de dar respuesta a tareas imprevistas). (URL 5)

Proceso de implementación: Es importante que el personal encargado de producción, control de producción y compras comprenda como un sistema Kanban (JIT), va a facilitar su trabajo y mejorar su eficiencia mediante la reducción de la supervisión directa. Básicamente los sistemas Kanban pueden aplicarse solamente en fábricas que impliquen producción repetitiva.

Antes de implementar Kanban es necesario desarrollar una producción "labeled/mixed producción Schedule" para suavizar el flujo actual de material; ésta deberá ser practicada en la línea de ensamble final, si existe una fluctuación muy grande en la integración de los procesos Kanban no funcionará, y de lo contrario se creará un desorden. También tendrán que ser implementados sistemas de reducción de setups, de producción de lotes pequeños, control visual, poka yoke, mantenimiento preventivo, etc. todo esto es prerequisite para la introducción Kanban.

También se deberán tomar en cuenta las siguientes consideraciones antes de implementar Kanban:

- Determinar un sistema de calendarización de producción para ensambles finales, para desarrollar un sistema de producción mixto y etiquetado.

- Se debe establecer una ruta de Kanban que refleje el flujo de materiales, esto implica designar lugares para que no haya confusión en el manejo de materiales, se debe hacer obvio cuando el material está fuera de su lugar.
- El uso de Kanban está ligado a sistemas de producción de lotes pequeños.
- Se debe tomar en cuenta que aquellos artículos de valor especial deberán ser tratados diferentes.
- Se debe tener buena comunicación desde el departamento de ventas a producción para aquellos artículos cíclicos a temporada que requieren mucha producción, de manera que se avise con bastante anticipo.
- El sistema Kanban deberá ser actualizado constantemente y mejorado continuamente. (URL 6)

Fase 1: Entrenar a todo el personal es uno de los principios y beneficios de usar KANBAN. Las características expuestas en producción requieren de trabajadores multifuncionales con capacidades para trabajar en común y fuertemente auto identificados con la empresa de tal forma que colaboren para su mejora.

La reducción de inventario al mínimo supone trabajar bajo una mayor presión, con tiempos más ajustados y con mayor perfección.

En la selección de trabajadores cobra principal importancia la capacidad de estos para integrarse en la dinámica más que la formación, que en muchos casos es proporcionada por la propia empresa.

Fase 2: Implementar KANBAN en aquellos componentes con más problemas para facilitar su manufactura y para resaltar los problemas

escondidos. El entrenamiento con el personal continúa en la línea de producción.

Fase 3: Implementar KANBAN en el resto de los componentes, esto no debe ser problema ya que para esto, los operadores ya han visto las ventajas de KANBAN.

Fase 4. Esta fase consiste de la revisión del sistema KANBAN, los puntos de reorden y los niveles de reorden. Es importante tomar en cuenta las siguientes recomendaciones para el funcionamiento correcto de Kanban:

- Ningún trabajo debe ser hecho fuera de secuencia.
- La distribución en planta persigue fundamentalmente minimizar el tiempo inútil de los operarios; y el facilitar un continuo y equilibrado flujo de productos.

Por lo tanto, la utilización de líneas en forma de U o paralelas permiten a un operario controlar más procesos dentro de la cadena y minimizar los desplazamientos.

La colocación de máquinas de acuerdo con los productos y no con los procesos, también contribuye a la eliminación de distancias y a incrementar la sensibilización hacia la demanda puesto que permite mantener menores inventarios.

Como ya ha sido comentado, esta forma de regir la comunicación dentro de una cadena hace que sea la demanda la que active dicha cadena productiva en un proceso de "arrastre" que posibilita la existencia de mínimos stocks.

Para mantener el flujo continuo y uniforme con esta distribución en planta es necesario mantener un nivel de producción estable y nivelada

que pasa por el control y predicción del volumen de demanda. Esta estabilidad, junto con los reducidos tiempos de puesta a punto de maquinaria permite reducir el tamaño de los lotes y eliminar enormemente los inventarios.

Si bien, el tiempo en que las máquinas permanecen inactivas para ser adaptadas a un nuevo producto es similar en Japón y en occidente, el menor tiempo empleado por los primeros para realizar los cambios de utillaje permite realizar esta operación un mayor número de veces y trabajar con lotes más pequeños.

El control de calidad juega un papel esencial en producción JIT. Es introducido el concepto de Control Total de Calidad, cuya principal máxima es producir calidad mejor, que detectar y retirar los productos defectuosos (filosofía cero defectos). Para esto es necesario involucrar a todos los departamentos, empleados y procesos en una serie de programas que pasan por la formación de los trabajadores para ejercer labores de autosupervisión y por la implantación de técnicas estadísticas de control que permiten parar la cadena cuando alguna máquina está desajustada y comienza a producir fuera de los estándares establecidos.

Para evitar una infrautilización de los operarios estos deben conocer diferentes actividades con el fin de ser destinados a aquellos lugares donde se necesiten. De la misma forma, aunque los niveles de producción son mantenidos estables a corto plazo, las variaciones estacionales son afrontadas mediante la utilización de personal temporal y la modificación de la duración de las jornadas de trabajo.

Finalmente, en producción JIT reina un principio fundamental, la mejora continua o "kaizen". Este principio está siempre presente en todos los procesos, los cuales están abiertos a cambios y mejoras que

son potenciados con la participación de todos a través, por ejemplo, de los círculos de calidad. (URL 6)

Tipos de Kanban:

- KANBAN DE PRODUCCIÓN: utilizado en líneas de ensamble y otras áreas donde el tiempo de set-up es cercano a cero. Cuando las etiquetas no pueden ser pegadas al material por ejemplo, si el material está siendo tratado bajo calor estas deberán ser colgadas cerca del lugar de tratamiento de acuerdo a la secuencia dentro del proceso.
- KANBAN SEÑALADOR/KANBAN DE MATERIAL: Este tipo de etiquetas es utilizado en áreas tales como prensas, moldeo por inyección y estampado (die casting). Se coloca la etiqueta KANBAN señalador en ciertas posiciones en las áreas de almacenaje, y especificando la producción del lote, la etiqueta señalador KANBAN funcionara de la misma manera que un KANBAN de producción.

Información necesaria en una etiqueta kanban: La información en la etiqueta KANBAN debe ser tal, que debe satisfacer tanto las necesidades de manufactura como las de proveedor de material. (REF 007)

- Numero de parte del componente y su descripción
- Nombre/Numero del producto
- Cantidad requerida
- Tipo de manejo de material requerido
- Donde debe ser almacenado cuando sea terminado
- Punto de re orden
- Secuencia de ensamble/producción del producto

2.3. Definición de Términos

- a. **Ensamble:** Unión de varios componentes para hacer un todo. En caso de Motorex un ensamble puede ser: extractor-transmisión-motor-accesorios y reductor-brida-motor
- b. **Rebaba:** Porción de materia sobrante que sobresale irregularmente en los bordes o en la superficie de un objeto cualquiera.
- c. **Reprogramación:** Asignar un conjunto de recursos para un actividad aplicada para un fin diferente o en desfase.
- d. **Estación de trabajo:** Una estación de trabajo es un objeto de planificación que ejecuta trabajos. Una estación de trabajo suele ser un sistema individual en el que se ejecutan trabajos y secuencias de trabajos.
- e. **Alineación de la transmisión:** Proceso por el cual se revisa que las poleas y las fajas estén paralelas las unas de las otras.
- f. **Transmisión:** Mecanismo encargado de transmitir potencia entre los elementos de una máquina.
- g. **Energizar:** Suministrar corriente eléctrica al motor para realizar las pruebas y medir sus parámetros.
- h. **Guardafajas:** Accesorio que se coloca sobre la transmisión para evitar accidentes o la introducción de elementos ajenos a la máquina.
- i. **Placas:** Elemento de aluminio rectangular donde se colocan datos técnicos de un ensamble como potencia, voltaje, factor de servicio, tipo de conexión, etc.
- j. **Caja bornera:** Las cajas de bornes son un elemento destinado a permitir la conexión eléctrica entre los circuitos ubicados en la parte interna y los circuitos ubicados en la parte externa de los motores.
- k. **Sistema de "Pull o Jalar":** Es una manera de conducir el proceso fabril en forma de que cada operación, comenzando con el muelle de despachos y remontándose hasta el comienzo del proceso, va jalando el producto solamente cuando lo necesite. El cliente es quien

determina lo que va a suceder enseguida debido a que indica al negocio una demanda específica.

- l. Just-In-Time (JIT) o Producción Ajustada: Es una filosofía apoyada en el desenvolvimiento total de las personas que ven el mejoramiento continuo de procesos de manufactura con garantía de calidad, mediante la eliminación de desperdicios y la simplificación operacional, posibilitando la flexibilidad en el atendimento de las necesidades de los clientes. El JIT no es el resultado de una aplicación de una técnica específica. Requiere un enfoque sistemático acompañado de cambios profundos en el ámbito técnico, gerencial, operacional y humano. Deberá ser implementado respetando las características operacionales de cada empresa, así como el mejor ambiente donde se desenvuelve la empresa. La filosofía JIT nace en torno al objetivo de satisfacer las necesidades del cliente instantáneamente, manteniendo una calidad perfecta y con el mínimo despilfarro. Esta filosofía se ha traducido en una serie de técnicas de dirección de los procesos productivos, las cuales, en algunos casos, han sido consideradas como únicas constituyentes del éxito japonés (perspectiva técnica). Es algo más que un conjunto de técnicas de producción y envuelve también un particular modo de entender la gestión de recursos humanos y de proveedores (perspectiva socio-técnica). Los beneficios más comúnmente listados del uso de JIT son: reducción de tiempos, reducción de inventario, reducción de espacio de trabajo, aumento de la calidad, incremento en la utilización de equipo y aumento en la rotación de inventario.
- m. Set Up: El tiempo de set-up es la cantidad de tiempo necesario en cambiar un dispositivo de un equipo, y preparar ese equipo para producir un modelo diferente; para producirlo con la calidad requerida por el cliente y sin incurrir en costos para la compañía, y lograr con esto, reducir el tiempo de producción en todo el proceso. En consecuencia, el producto que llega primero al mercado, goza de un

alto porcentaje de ganancias asociadas con la introducción inicial del producto.

- n. Labeled/Mixed Producción Schedule: Es determinar un sistema de calendarización de producción para ensambles finales, para desarrollar un sistema de producción mixto y etiquetado
- o. Poka-Yoke: Al referirnos a Poka yoke nos estamos refiriendo a cualquier método de detección de errores. En japonés quiere decir prueba - error. La práctica de Poka Yoke surgió en la comunidad manufacturera japonesa para mejorar la calidad de los productos, para evitar los errores en la línea de producción. El concepto es simple. Si no se permite que los errores entren en la línea de producción, entonces la calidad será alta y el reproceso bajo. Esto resulta en una mayor satisfacción del cliente y un costo más bajo al mismo tiempo. El resultado es un valor del cliente alto. No sólo el concepto es simple, sino también las situaciones son simples
- p. Kaizen: Llamado también "mejora continua". En producción JIT reina este principio fundamental. Este principio está siempre presente en todos los procesos, los cuales están abiertos a cambios y mejoras que son potenciados con la participación de todos a través, por ejemplo, de los círculos de calidad.
- q. Elemento de trabajo: Es la mayor unidad de trabajo que no puede dividirse entre dos o más operarios sin crear una interferencia innecesaria entre los mismos.
- r. Operación: Es un conjunto de elementos de trabajo asignados a un puesto de trabajo.
- s. Puesto o estación de trabajo: Es un área adyacente a la línea de ensamble, donde se ejecuta una cantidad dada de trabajo (una operación).

CAPÍTULO 3

DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL

3.1. Descripción General de la Empresa:

Motorex, fundada en 1982, es actualmente la empresa líder en el suministro de Equipos e Insumos Industriales en el Perú. A través de los años se fueron incrementando nuevas líneas de productos, completando así una amplia gama de soluciones. Se sumaron a los motores eléctricos líneas como extractores de aire, aire acondicionado, grupos electrógenos, reductores de velocidad, controles eléctricos, entretelas, fibra de vidrio, poliuretano y tuberías de cobre y aislamiento.

En agosto del 2006 la Alta Dirección decide implementar un Sistema de Gestión de la Calidad que contemple la gestión de la calidad según la norma ISO 9001:2000. De este modo, reafirma sus objetivos básicos y asume el compromiso de brindar productos y servicios de alta calidad que busquen satisfacer permanentemente a sus clientes.

El alcance de nuestro sistema aplica a "Importación, Comercialización, Distribución y Servicio Postventa de Equipos y Accesorios para Accionamiento y Control Eléctrico; Generación de energía; Climatización, Refrigeración y Ventilación; Sistemas de Bombeo; Insumos Químicos para Plásticos Industriales e Insumos Textiles para la Industria de Confección; y Ensamblaje de Motores reductores, Ventiladores y Extractores de aire".

La empresa está ubicada en el distrito de Cercado de Lima en la Av. Argentina y cuenta con un edificio de tres pisos como oficinas administrativas, dos almacenes y un taller de ensamblaje.

3.1.1. Cultura Organizacional

A. Misión: Contribuir con el éxito de nuestros clientes, entregando productos y servicios de calidad, desarrollando relaciones a largo plazo.

B. Visión: Llegar a ser número uno en todos los mercados que participemos, basado en el trabajo en equipo y crecimiento sostenido,

logrando alcanzar la fortaleza de una gran empresa, manteniendo la agilidad y adaptabilidad de una pequeña empresa.

C. Política de Calidad: En Motorex asumimos el compromiso de brindar soluciones de forma eficiente, generando valor para nuestros clientes y colaboradores. Todo esto en un marco de mejora continua, mediante el Sistema de Gestión de la Calidad basado en la norma ISO 9001:2008.

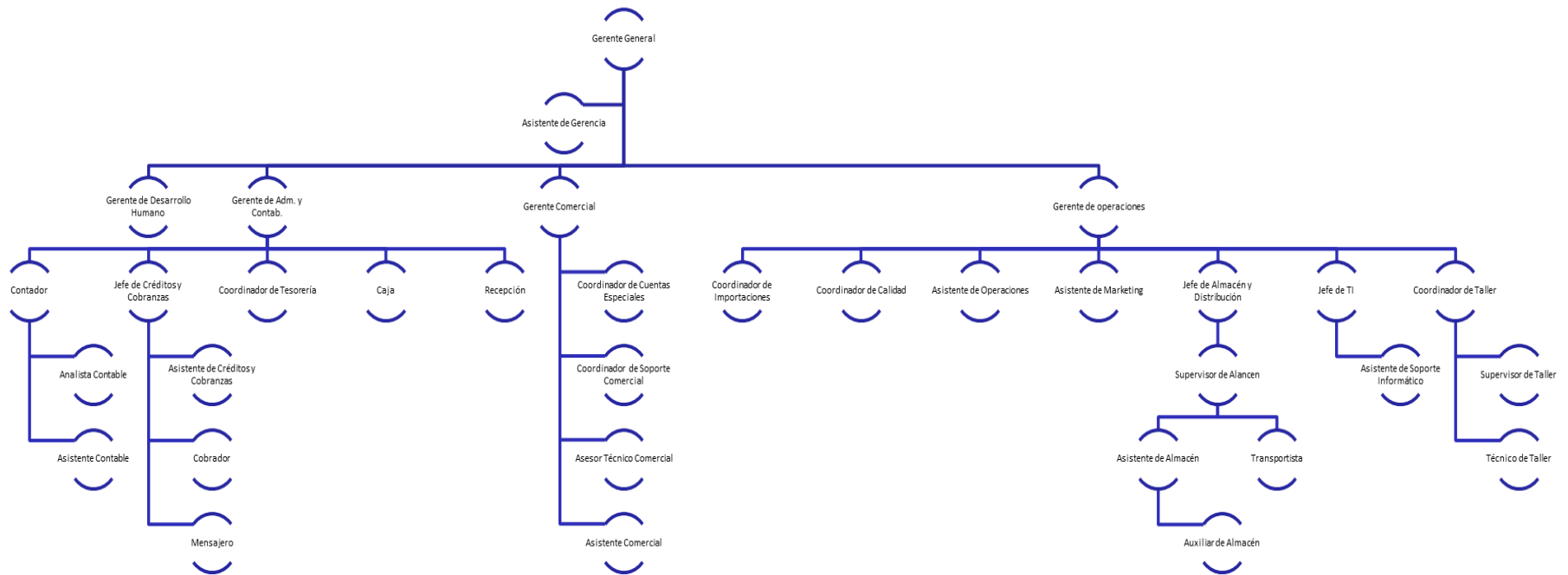
D. Objetivos de la calidad:

- Mejorar la competencia del personal
- Incrementar la productividad
- Incrementar la satisfacción del cliente

E. Valores: Compromiso, Trabajo en equipo, Flexibilidad, Visión de largo plazo, Enfoque al cliente.

3.1.2. Organigrama de MOTOREX SA

GRAFICO 002: Organigrama de la Empresa MOTOREX SA



Fuente: MOTOREX SA

3.2. Descripción Particular del Área de la Empresa objeto de Análisis:

El área de Taller de ensamblado, como ya se mencionó, se dedica dos actividades principales:

- a) Ensamblaje: Consta del montaje y/o armado de extractores y motoredutores. Para el caso de ensamblaje de un extractor (cualquiera sea su potencia o tipo) se considera como componentes al extractor, motor, transmisión (poleas y fajas) y otros accesorios o componentes según sea el tipo del extractor como cajas acústicas, guardafajas, cúpulas de fibra de vidrio, etc. Para el armado de motoredutores se consideran como componentes, el reductor, motor y/o brida.

Para la actividad de ensamble de extractores se han asignado 3 personas y para motoredutores una persona.

- b) Servicios: El producto final de esta actividad no es en esencia física si no es brindar servicios post venta. Los productos vendidos, ya sea que han pasado por el proceso de ensamblaje o no, ingresan para evolución técnica ya sea por garantía, servicios de reparación o devolución.

Para la atención de los servicios se asignado una persona que realiza las inspecciones ya sean internas o externas, depende si se solicita visita o se trae al producto a las instalaciones.

La línea de ensamblaje de extractores consta de tres puestos de trabajo, un personal en cada una; cada operario produce un ensamble uno de forma independiente y se tiene que una orden de producción puede contener hasta 6 ensambles.

En la realización de los ensambles hay actividades manuales como: desaflojar y apretar pernos – durante el alineamiento, remachado y cinceleado de placas,

alineación de poleas y otras que se usan herramientas automáticas como: el traslado de los equipos, hacer agujeros en las bases de los equipos y ajustar pernos de sujeción – al final del alineamiento y en el montaje. Cada operario cuenta con un kit de herramientas: llaves, atornilladores y brocas los que se consideran dentro del plan de reposición, en la tabla siguiente se puede apreciar la duración o frecuencia de cambio y el costo unitario y anual.

TABLA 004: Gasto anual en herramientas

HERRAMIENTAS	PU	FRECUENCIA (mes/unid)	COSTO ANUAL
Juego de llaves	S/. 18.00	2.00	S/. 108.00
Juego de atornilladores	S/. 24.00	2.00	S/. 144.00
Juego de Brocas	S/. 56.00	3.00	S/. 224.00
			S/. 476.00

Fuente: Motorex SA

El horario de trabajo es de 8 horas de lunes a viernes y sábados una jornada de 4.5 horas. Con un salario de 1800 soles al mes para cada operario lo que nos da un costo por hora de S/. 10.11.

Tal como se mencionó anteriormente, para atender los “urgentes” se trabaja horas adicionales, según el área de RRHH indica que en promedio al mes se trabaja 31 horas adicionales en temporada alta y en temporada baja se reduce a 12 horas. Aunque no se les paga horas extra si se otorga un bono que obedece al 30% de las horas adicionales al costo mensual por hora⁶.

Adicionalmente, se paga un alquiler mensual de S/. 3 500, que incluye el consumo de agua. El monto del alquiler no incluye pago de arbitrios ni consumo energético. En cuanto a los arbitrios, el pago se realiza trimestralmente a razón de S/. 534 y para el consumo energético se da en forma cíclica, de la misma forma que las temporadas de ensamblaje.

⁶ Se discrimina puestos en el pago del bono

Los costos operativos van desde: gastos por mantenimiento de maquinaria, elevadores hidráulicos, carretillas de transporte, ascensor (sube y baja MP o PT, según sea el caso, del taller al Almacén), adiestramiento o capacitaciones, calibración de herramientas de medición, economato y otros gastos operacionales como el personal de limpieza y la compra de insumos de limpieza e higiene del lugar o personal de S/. 1 700 mensuales.

Los gastos por cambio de herramientas por desgaste, bonificación y energía eléctrica han aumentado, según el Gerente de Administración y Finanzas, en tabla adjunta se aprecia el aumento de estos gastos con respecto a años anteriores.

TABLA 005: % de gastos operativos al año

GASTO OPERATIVO	2010	2011	2012	2013	2014
Gasto de herramientas manuales	2.40	2.76	3.67	4.00	2.23
Sueldo y Bonificación	82.20	81.40	83.50	85.62	49.89
Energía eléctrica	3.63	3.84	4.48	4.90	2.56
TOTAL	88.23	88.00	91.65	94.52	54.68

Fuente: Motores SA

Desde hace 6 años los operarios del área de ensamblaje es el mismo, los tres tienen la misma experiencia pero solo uno posee el adiestramiento en este tipo de trabajo por casi 13 años. A continuación se muestra las operaciones de ensamblaje y su tiempo estándar para cada una.

TABLA 006: Tiempos estándares para cada operación – Ensamblaje

OP	OPERACIÓN	TE(min)	TE(H)
OP1	PREPARACION DE MP	5.09	0.08
OP2	COLOCACION DE POLEAS	14.42	0.24
OP3	MONTAJE DE MOTOR	19.23	0.32
OP4	ALINEAMIENTO DE POLEAS	25.44	0.42
OP5	PRUEBAS Y CONFIGURACION	16.34	0.27
OP6	COLOCACION DE PLACAS	6.74	0.11
OP7	TERMINADO	17.32	0.29
OP8	LIMPIEZA DE PT	8.68	0.14
OP9	TRANSPORTE	4.80	0.08

Fuente: MOTOREX SA





































Se realizó un estudio de tiempo para determinar los indicadores actuales de producción. Luego de la prueba se observa que la producción estándar es de 12.2 ensambles por día lo que nos da un tiempo estándar de 1.525 horas por ensamble, según tabla 006

En cuanto al diseño de los extractores se sabe que el proceso de montaje de motor con la base del extractor incluye el reproducir los orificios de la base de motor en la del extractor, debido a que estos no coinciden. Además el rebajado de rebabas de las imperfecciones de los extractores se realiza lijando manualmente y es parte del proceso de colocación de poleas.

El tiempo invertido por actividades por falta de coordinación son: 10 minutos al día por la espera para que el almacén envíe la MP, 10 minutos diarios para limpieza del taller, debido a que operarios dejan herramientas y lugares de trabajo desordenados al momento de la salida.

3.2.1. Diagrama de Flujo del Proceso:

GRAFICO 003: Diagrama de flujo del Proceso de Ensamblaje de extractores

OPERACION	INSPECCION	ALMACENAMIENTO	TRANSPORTE	ACTIVIDAD	DESCRIPCION
				PREPARACION DE MP	Se inspecciona y traslada MP a utilizar en el ensamble, según la OP, hacia la estación de trabajo
				COLOCACION DE POLEAS	Se coloca motriz en eje de motor y polea conducida en el eje del extractor. Se inspecciona rebabas.
				MONTAJE DE MOTOR	Se coloca el motor sobre la base del extractor. Se inspecciona y se realizan los orificios faltantes. Se ajustan los pernos.
				ALINEAMIENTO DE POLEAS	Se verifica y realiza el alineamiento de ambas poleas.
				PRUEBAS Y CONFIGURACION	Se configura conexiones, según OP. Se realiza las pruebas a extractor y motor.
				COLOCACION DE PLACAS	Se cincelan los datos del ensamble en placas de aluminio y se remachan al extractor.
				TERMINADO	Se coloca la tapa al extractor, se realiza el montaje de los accesorios.
				LIMPIEZA DE PT	Se limpia el interior del extractor. Se verifica que no haya virutas que dañen el buen funcionamiento del ensamble.
				TRANSPORTE	Transporte de extractor al área de ascensor para ser llevado al almacén de PT

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. Proceso de Producción:

- a) Preparación de MP⁷: El Coordinador de Taller, previamente, coloca la Orden de Producción en cada estación de trabajo. Esta operación inicia cuando el operario lee la OP⁸ y verifica que todos los materiales y equipos requeridos para armar el ensamble estén completos y sean los correctos. Se traslada las poleas y fajas hacia la estación de trabajo de un están que se encuentra a 2, 4, y 6 metros de la primera, segunda y tercera estación de trabajo, respectivamente.

Se traslada los motores y extractores del área de espera hacia la ET⁹, el área de espera se encuentra a 5 metros de cada estación de trabajo.

- b) Colocación de poleas: Se inicia quitando la puerta lateral del extractor, cuando sea el caso. Luego es la colocación de la polea motriz, para esto se saca la chaveta del eje del motor y se coloca la polea en el borde y con aplicación de fuerza mínima¹⁰ se lleva la polea hacia el extremo interior del eje.

Para la colocación de la polea conducida, la que va en el eje del extractor, se debe verificar que el borde del eje no tenga rebabas en caso sea así se debe lijar hasta quedar liso. Además se debe verificar que el diámetro externo del eje e interno de la polea coincidan, de no ser así debe lijarse la polea o el eje.

- c) Montaje de motor: Se coloca el motor en la base del extractor, de forma que coincidan la mayoría de orificios. En caso de no coincidir o

⁷ Materia Prima

⁸ Orden de Producción

⁹ Estación de Trabajo

¹⁰ La aplicación de fuerza extrema desbalancea el eje y la polea, que luego lleva a problemas en el giro del extractor.

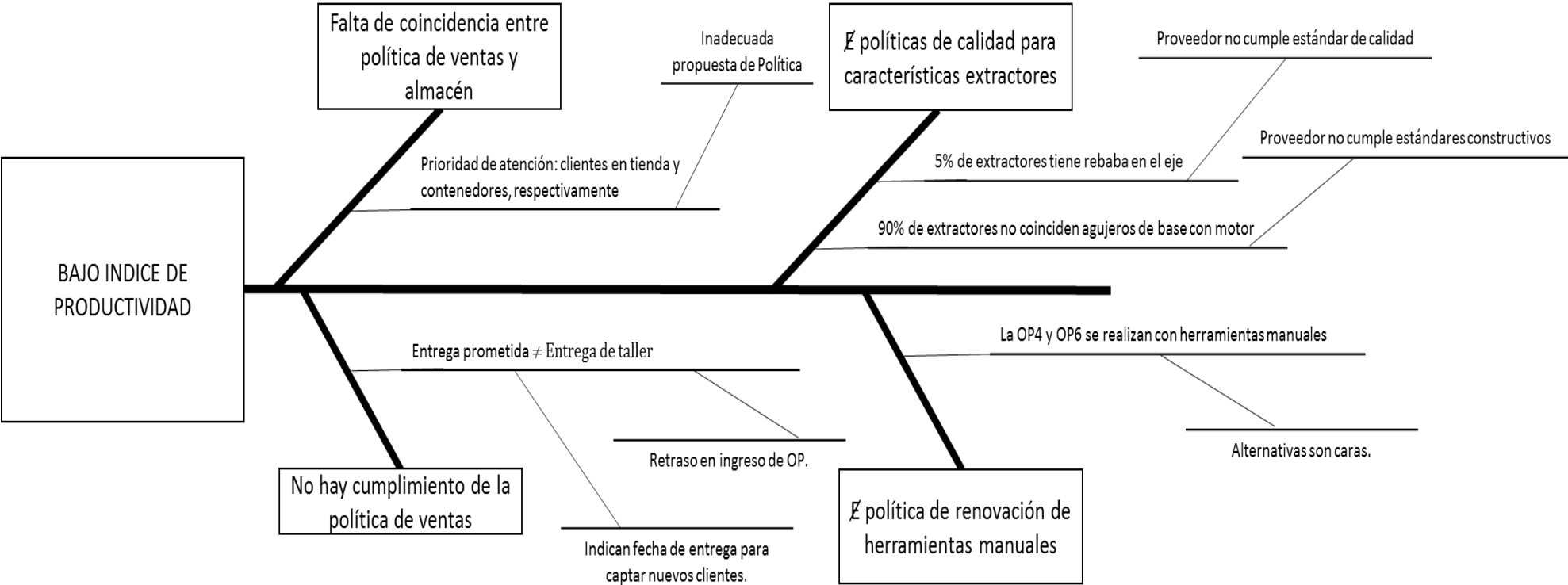
no haber se hacen o rehacen. Se atornillan los pernos de sujeción con una herramienta automática.

- d) Alineamiento de poleas: Se coloca la o las fajas entre los canales de las poleas. Se verifica que ambas poleas estén paralelas, para lograr el alineamiento entre poleas se mueve ligeramente el motor y luego se ajustan los pernos de sujeción. Se repite esta operación hasta lograr este objetivo. El alineamiento se realiza con una regla de aluminio.
- e) Pruebas y configuración: Se configura la caja de bornes según la conexión requerida en la OP. Para las pruebas se energiza al extractor y se verifican los RPM's, succión, carga y descarga de aire. Se colocan estos datos en la hoja de la OP.
- f) Colocación de placas: Se cincela manualmente cada dato en una placa de aluminio (números y letras) y luego se remacha las placas al extractor. Se usa una remachadora manual. La información de la placa es: Nombre del extractor, potencia del motor, amperaje, voltaje, tipo de conexión, factor de servicio, potencia nominal y tensión.
- g) Terminado: Se coloca la tapa del extractor y accesorios como las guardafajas. Se pega el Marroquín a la descarga del extractor y se une al orificio de descarga del gabinete.
- h) Limpieza de PT: Se limpia toda la viruta y suciedad dentro del extractor. Es muy importante que ningún desperdicio o viruta quede para evitar se introduzcan en el motor o en la transmisión.
- i) Transporte: Se lleva el ensamble armado de cada estación de trabajo al área de ascensor para que sea trasladado al almacén de PT.

3.3. Identificación del Problema e Indicadores Actuales

3.3.1. Análisis Ishikawa: Se presenta el diagrama de Ishikawa y las causas raíces para el problema propuesto “¿Cómo influirá la Propuesta de implementación de un Sistema de Producción de Ensamblés en el Taller de la empresa Motorex SA en la productividad actual?”.

GRAFICO 004: Diagrama de Ishikawa para “Bajo índice de productividad”



Fuente: Elaboración propia

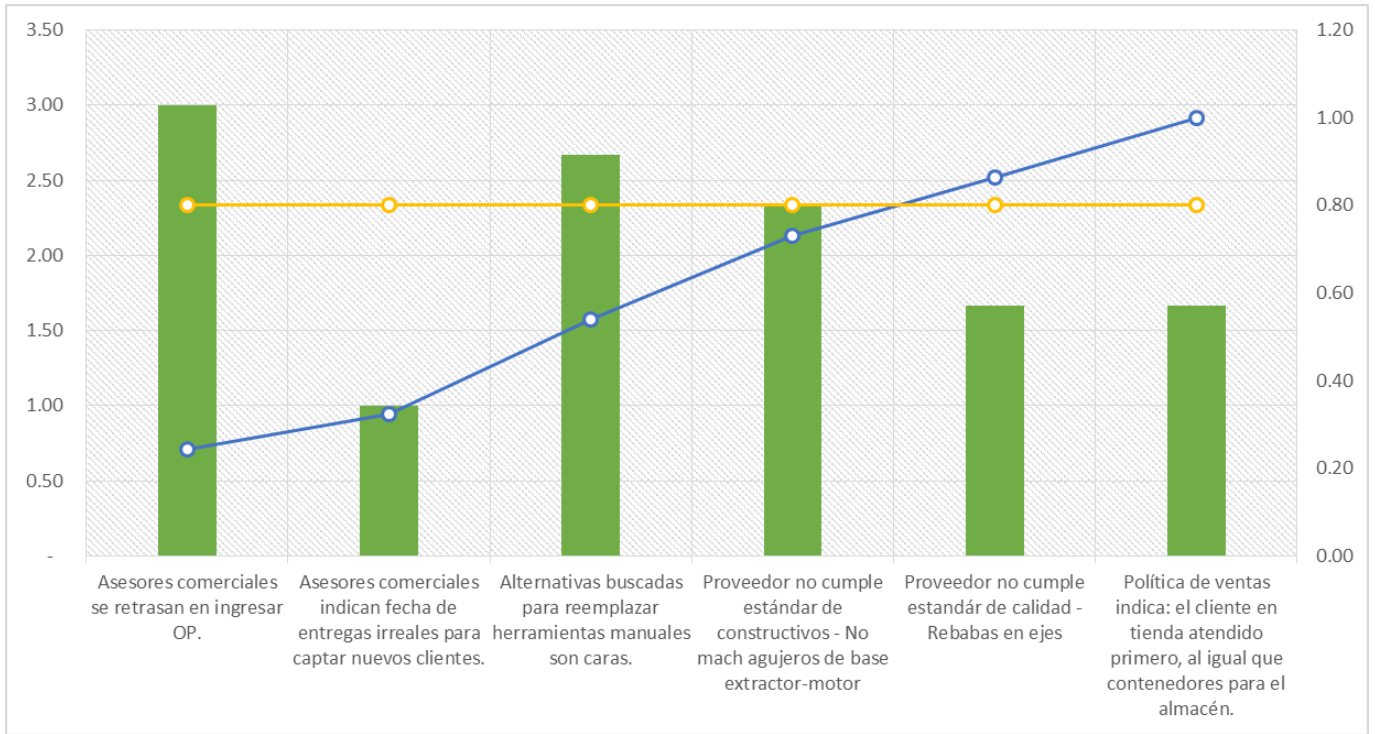
3.3.2. Matriz de priorización: Para obtener la matriz de priorización para “Bajo índice de productividad”, se encuestó a 03 colaboradores:

- Francisco Montoya (FM): Supervisor de Taller, 06 años laborando en Motorex.
- Víctor Armas (VA): Coordinador de Taller, 02 años como Supervisor de Almacén y Distribución y 01 año como Coordinador de Taller en Motorex.
- Erik Chávez (EC): Jefe de Almacén y Distribución, 03 años laborando y 01 año como Jefe Apoyo de Taller en Motorex.

BAJO INDICE DE PRODUCTIVIDAD	FM	VA	EC	PROMEDIO
Asesores comerciales se retrasan en ingresar OP.	3.00	3.00	3.00	3.00
Asesores comerciales indican fecha de entregas irreales para captar nuevos clientes.	1.00	1.00	1.00	1.00
Alternativas buscadas para reemplazar herramientas manuales son caras.	3.00	3.00	2.00	2.67
Proveedor no cumple estándar de constructivos - No mach agujeros de base extractor-motor	3.00	2.00	2.00	2.33
Proveedor no cumple estándar de calidad - Rebabas en ejes	2.00	2.00	1.00	1.67
Política de ventas determina que el cliente en espera de ser atendido primero, al igual que contenedores para la política del almacén.	2.00	2.00	1.00	1.67

3.3.3. Pareto de Fallas:

	BAJO INDICE DE PRODUCTIVIDAD	FM	VA	EC	PROMEDIO	FRECUENCIA	%	PARETO
✓	Asesores comerciales se retrasan en ingresar OP.	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	24.32%	80%
✓	Asesores comerciales indican fecha de entregas irreales para captar nuevos clientes.	1.00	1.00	1.00	1.00	4.00	32.43%	80%
✓	Alternativas buscadas para reemplazar herramientas manuales son caras.	3.00	3.00	2.00	2.67	6.67	54.05%	80%
✓	Proveedor no cumple estándar de constructivos - No mach agujeros de base extractor-motor	3.00	2.00	2.00	2.33	9.00	72.97%	80%
✓	Proveedor no cumple estándar de calidad - Rebabas en ejes	2.00	2.00	1.00	1.67	10.67	86.49%	80%
✗	Política de ventas indica: el cliente en tienda atendido primero, al igual que contenedores para el almacén.	2.00	2.00	1.00	1.67	12.33	100.00%	80%
TOTAL					12.33			



3.3.4. Indicadores:

BAJO INDICE DE PRODUCTIVIDAD							
CI	CAUSA RAIZ	INDICADOR	ACTUAL	META		METODO	ACCION
No hay cumplimiento de la política de ventas	Asesores comerciales se retrasan en ingresar OP.	%Rep = Nrep/Nens	20.00%	5.00%	5.00%	NUEVO MSOFT	
	Asesores comerciales indican fecha de entrega irreales para captar nuevos clientes.						
¿ política de renovación de herramientas manuales	Alternativas buscadas para reemplazar herramientas manuales son caras.	%Ghm = ΣGhm/ΣGo	4.00%	ACTUAL/2	2.00%	MEJORA DE PROCESOS	MEJORA EN PLACAS Y ADQUISICION DE NUEVAS HERRAMIENTAS
¿ políticas de calidad para características extractores	Proveedor no cumple estandar de constructivos - No mach agujeros de base extractor-motor	%Tcon = TOP3/C	16.29%	(-) 30% ACTUAL	11.40%	SRM	SOLICITUD DE AGUJEROS ALARGADOS
	Proveedor no cumple estandar de calidad - Rebabas en ejes	%Treb = TOP2/C	12.22%	(-) 30% ACTUAL	8.55%		SOLICITUD DE INSPECCION EN EJE

Fuente: Elaboración propia

Leyenda:

- ENS: Ensamble
- Nrep: Numero de ensambls reprogramados al mes
- Nens: Numero de ensambls al mes
- %Rep: Porcentaje de ensambls reprogramados
- TOP2: Tiempo de la operación 2
- TOP3: Tiempo de la operación 3
- C: Ciclo
- %Ghm Porcentaje de gasto en herramientas manuales
- ΣGhm Sumatoria de todos los gastos realizados en compra o renovacion de herramientas manuales
- ΣGop Sumatoria de todos los gastos operativos

CAPÍTULO 4

SOLUCIÓN PROPUESTA

La propuesta de mejora parte de implementar mejores métodos de trabajo y de que la producción requerida es de 20 ensambles por día, para esto se realizó un estudio de tiempos para obtener los tiempos estándares de cada operación (según la Tabla 006)

Entonces si la producción requerida es 20.00 ENS/día, considerando como tiempo base 480.00 min/día, entonces:

$$C(\text{ciclo}) = T_b / P$$

$$C(\text{ciclo}) = \frac{480.00 \text{ min/día}}{20.00 \text{ Ens/día}}$$

$$C(\text{ciclo}) = 24.00 \text{ min/Ens}$$

Del estudio de tiempos se obtiene que la suma de los tiempos de las 9 operaciones es de 118.05 minutos para realizar un ensamble por estación, se calcula que el número de estaciones mínimas es de 5.00

$$\text{Número estaciones} = \sum T_i / C$$

$$\text{Número estaciones} = \frac{118.05 \frac{\text{min}}{\text{Ens}} \cdot \text{Estacion}}{24.00 \text{ min/Ens}}$$

$$\text{Número estaciones} = 4.92$$

Para saber que operaciones comprenderán una estación de trabajo se calcula el número de operarios por operación:

$$\text{Indice de Producción} \left(\frac{\text{Ens}}{H} \right) = P / T_b$$

$$\text{Indice de Producción} = \frac{20.00 \text{ Ens/día}}{8.00 \text{ Horas/día}}$$

$$\text{Indice de Producción} = 2.50 \text{ Ens/H}$$

TABLA 007: Número de operarios por operación

OP	TE(min)	TE(H)	Ni
OP1	5.09	0.08	0.21
OP2	14.42	0.24	0.60
OP3	19.23	0.32	0.80
OP4	25.44	0.42	1.06
OP5	16.34	0.27	0.68
OP6	6.74	0.11	0.28
OP7	17.32	0.29	0.72
OP8	8.68	0.14	0.36
OP9	4.80	0.08	0.20

Fuente: Elaboración propia

Del cálculo anterior se sabe que el número de estaciones mínimas de trabajo es de 5 y según el cálculo de número mínimo de operarios por operación se tiene como estaciones de trabajo:

TABLA 008: Estaciones de trabajo

Estación	Oper. Agrup	T acumulado
I	1,2	19.51
II	3	19.23
III	4	25.44
IV	5,6	23.08
V	7,8,9	30.79

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo la empresa ha puesto a disposición 01 personal adicional que se integró en Febrero del presente año. Se realizó el proceso de inducción durante 4 meses y a partir de Junio empezó sus labores incorporándose en el proceso de ensamblaje.

Durante el estudio de tiempo se pudo observar oportunidades de mejoras en algunas operaciones según cada familia de indicadores:

4.1. Ejecución de un nuevo sistema operativo MSOFT: Motorex ha invertido en un sistema automatizado que se ha puesto en marcha desde el mes de Febrero del presente año. En el momento que se aprueba la cotización se crea la orden de producción la cual es visualizada por el supervisor de taller. Además se ha

incluido el parámetro para indicar como fecha prometida inicial 2 días después de creada la orden de producción. Luego, Taller como responsable de la programación, cambiara la fecha del ensamble según lo estudiado

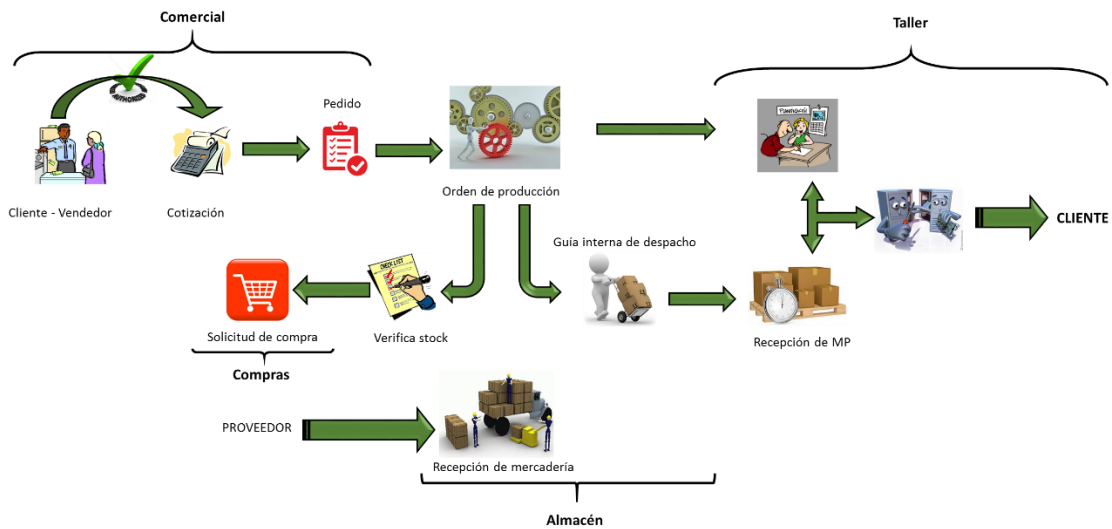
Este nuevo módulo funciona conforme a los procedimientos establecidos de venta y producción y al anterior modulo pero es automático. Utiliza el principio de las tarjetas de la metodología del Kamban.

- a) Luego de que se establece la negociación se genera la cotización, según lo requerido. El tiempo de realización depende de la negociación.
- b) Se solicita autorización de la cotización, aprobación por ventas – Gerencia Comercial y aprobación por crédito – Gerencia de Administración y Finanzas.
- c) Se envía la cotización al cliente y se solicita el envío de su orden de compra. El tiempo de envío de orden de compra depende de la aceptación de la cotización.
- d) Con la orden de compra del cliente se solicita autorización de la cotización y se genera de forma automática el pedido.
- e) Se solicita aprobación de pedido y se genera la orden de producción.
- f) El sistema verifica la existencia de stock y de encontrar stock “0” se genera una solicitud de compra.
- g) El Área de Compras se encarga de gestionar la compra y entrega de la mercadería que luego es recepcionada por Almacén.
- h) Mientras se gestiona la compra de los artículos sin stock (poleas y fajas), Taller realiza la programación de los ensambles dentro de las Ordenes de Producción.
- i) Cuando el sistema identifica el stock completo genera un Guía Interna de Despacho para almacén y se realice el traslado de los materiales a Taller de forma inmediata.

j) Se realiza el proceso de ensamblaje y se entrega el producto terminado a Almacén para su distribución.

Tal como se mencionó, el proceso es el mismo pero se han disminuido los tiempo y se ha conectado en simultaneo las actividades, según se muestra gráficamente en el Grafico 005

GRAFICO 005: Diagrama de los procesos involucrados en el proceso de ensamblaje



Fuente: Elaboración propia.

Hasta la fecha se puede establecer que 5% de los ensambles por mes se reprograman, ya sea antes o después de la fecha indicada como prometida. En la tabla siguiente se puede visualizar la cantidad de ensambles que se han reprogramado durante los meses de febrero hasta julio.

TABLA 009: Cálculo de porcentaje de Ensamblados reprogramados por mes

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
Ensamblados	430.00	451.00	439.00	415.00	421.00	436.00	433.00	448.00
Reprogramados	63.00	36.00	29.00	18.00	15.00	18.00	20.00	16.00
%	15%	8%	7%	4%	4%	4%	5%	4%

Fuente: MOTOREX SA

4.2. Mejora de procesos: Esta propuesta se establece para reemplazar las herramientas manuales por otras eléctricas o mecánicas que ayuden al mejor desempeño de las operaciones donde intervienen el manipuleo de herramientas manuales.

En la operación de colocación de placas se realiza dos actividades se prepara la presentación de información de cada ensamble en la placa que incluye datos como la potencia, amperaje, voltaje, tensión, rpm, nombre de extractor y número de serie. Luego se remacha la placa al extractor.

GRAFICO 006: Placa que se coloca en los ensambles terminados

MUESTRA PARA MOTOREX
MATERIAL: ALUMINIO ANODIZADO
ESPEJOR DE MATERIAL: 0.8 mm
MEDIDA: 90 x 47 mm
cantidad: 1000 Unds.
AGUJEROS: Ø 1/8"

El diagrama muestra una placa rectangular con el logo MOTOREX en la parte superior izquierda y un símbolo de motor en la superior derecha. Debajo del logo, hay un campo de texto etiquetado como 'Tipo'. En la siguiente línea, hay dos campos: 'V~' y 'Hz'. En la línea siguiente, hay dos campos: 'A' y 'HP'. En la última línea, hay dos campos: 'Vol' y 'rpm'. Cada campo tiene un recuadro para escribir el valor correspondiente.

Fuente: MOTOREX SA

El operario cincela cada letra y número con la ayuda de una matriz, un martillo y una guía. Las placas son hechas de aluminio y la impresión está adherida para evitar que las condiciones del clima y humedad la borren. Además, el número de serie se encuentra en el extractor pero el proveedor de extractores lo coloca en una etiqueta adhesiva que tiende a despegarse o a borrarse.

GRAFICO 007: Martillo para cincelar placas de aluminio



Fuente: MOTOREX SA

GRAFICO 008: Guía y moldes de letras y números



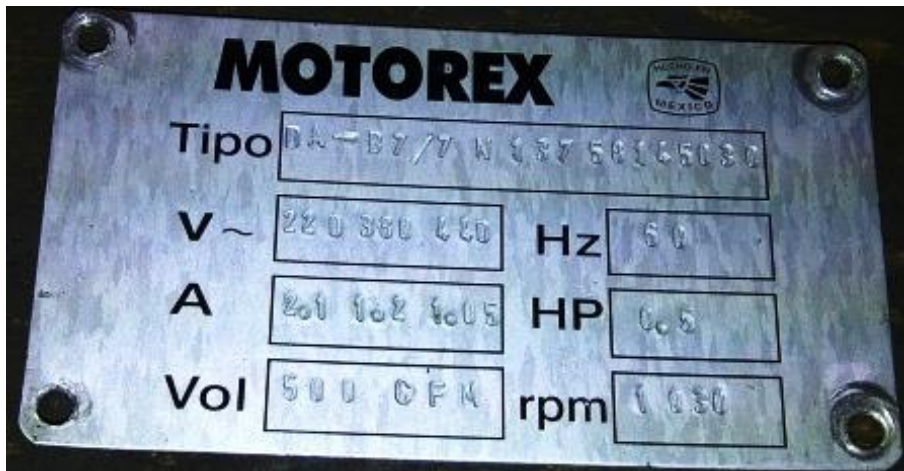
Fuente: MOTOREX SA

Se ha coordinado con el proveedor Metal Graf EIRL, quien produce las placas, para que realice el cambio de la impresión sin costo adicional. Este cambio consiste en la inclusión de las siglas CFM para el caudal, los tres valores para el voltaje (220, 360 y 440) y la frecuencia 60Hz¹¹. También se ha acordado con el proveedor Soler & Palau que las etiquetas que se coloca en los extractores sea de aluminio anodizado para evitar se deteriore y pierda el número de serie. En conclusión ya no se colocará en la placa los datos como el número de serie, Hz, voltaje y las siglas de caudal.

Adicionalmente se ha reemplazado la remachadora manual por una neumática, que disminuirá el tiempo de colocación de placas; una en la estación de colocación de placas.

¹¹ El operario encerrará en un círculo el voltaje en el que trabajará el ensamble.

GRAFICO 009: Placa de aluminio con datos del ensamble



Fuente: MOTOREX SA

Otra operación en la que se usa herramientas manuales es el montaje del motor para lo cual se ha determinado la adquisición de taladro atornillador a batería, dicha maquina permite utilizar en una varias opciones como atornillar, destornillar y taladrar. En la siguiente tabla se muestra el uso de las herramientas manuales que serán sustituida por esta nueva herramienta eléctrica:

TABLA 010: Uso de las herramientas

HERRAMIENTAS	Uso
Juego de llaves	Para pernos de la base del extractor, motor y esquineros de los gabinetes
Juego de atornilladores	Para tornillos de los lados laterales de los gabinetes
Juego de Brocas	Solo para armado de gabinetes

Fuente: Motorex SA

Luego del proceso de cotización se decidió comprar 02 taladros atornillador a batería.

GRAFICO 010: Ficha técnica del Taladro Atornillador a batería Modelo BS 18-A, Marca Wurth

TALADRO ATORNILLADOR A BATERÍA



Potente y práctico taladro atornillador a batería, equipado con función de percusión.

Taladro Atornillador BS 18-A Power Combi
Incluye dos baterías, cargador y un juego de puntas de atornillar.

Código N° 10700 615 2

Motor de cuatro polos
Similar a la tracción de las 4 ruedas, una mejor distribución de la potencia comparado con el motor de dos polos.

Robusto
Todos los componentes han sido diseñados para un máximo rendimiento en la construcción e industria, inclusive para superar una caída desde alturas de trabajo comunes.

Con baterías Li-Ion de 3.0 Ah
Tiempo más largo de trabajo por carga de batería. Un práctico indicador de carga de batería proporciona información en todo momento sobre la energía disponible.

Chuck Portabrocas de alta eficiencia
Mordazas de sujeción de dureza superior, poderoso agarre.

Lámpara LED en la base
El área de trabajo está siempre bien iluminada. No hay sombras causadas por el portabrocas.

Garantía
6 meses de garantía contra fallos de fabricación y piezas defectuosas.

Contenido			
Descripción	Código N°	Cant.	U/E
Taladro Atornillador BS 18-A Power Combi	10700 615 2		
Juego de 8 puntas y adaptador 1/4"	-	1	1
Mango adicional	10706 615 003		
Batería Li CV 18 V/3.0 Ah	10700 916 531	2	
Cargador rápido Al. 30-CVLI	10700 816	1	

Datos técnicos	
Voltaje	18 V
Capacidad de la batería	3.0 Ah
Velocidad en vacío en 1ª y 2ª marcha	0 - 420 / 1,800 rpm
Numero de percusiones por minuto	0 - 27,000
Ø máx. de taladro en Acero	13 mm.
Madera	45 mm.
Máximo torque	85 Nm.
Ø máx. de tornillo	10 mm.
Ø Tornillo recomendado	8 mm.
Capacidad del portabrocas	1 - 13 mm.
Dimensiones (Largo x Alto)	228 x 253 mm.
Peso con batería	2.2 kg.

Fuente: Wurth

Esta herramienta reemplaza al juego de atornilladores y llaves. Se estima que, según nuestro uso la compra de los repuestos será cada 6 meses.

4.3. SRM: Esta propuesta se da para solucionar los inconvenientes en las operaciones de montaje de motor y colocación de poleas. Según lo indicado anteriormente, los agujeros de la base del motor para colocar en la base del extractor no coinciden pues los agujeros no cumplen con las medidas estándares, debido a que el extractor viene desde origen para un motor de la misma marca de la casa matriz.

Se ha tenido varias comunicaciones con el proveedor y se ha llegado a un acuerdo en el que el proveedor realizará perforaciones oblongas en reemplazo

de las perforaciones circulares actuales¹², los que permitan el montaje con mayor facilidad del motor en la base del extractor. El costo de adecuación de dichos agujeros solo nos traerá el costo único e inicial de USD 340.00 por el derecho de una matriz única para la perforación de los nuevos agujeros. Adicionalmente, habrá un costo por configuración de USD 1200. 00.¹³

El otro inconveniente son las rebabas en los ejes de los extractores, que provocan que el operario lije los ejes para facilitar la colocación de las poleas. Según la indicación del proveedor es una observación que no puede ser subsanada debido a que es un defecto inherente de la fabricación, realizar una inspección a cada uno de los equipos llevaría un costo monetario e inversión de tiempo.

Debido a que la observación en los ejes de los equipos no puede ser subsanada, se trabajó con la opción de mejorar la colocación de poleas y el alineamiento de las mismas. Se mantendrá la operación de lijado de ejes pero se ha adquirido dos equipos para el alineamiento automatizado de poleas. Consiste en colocar la herramienta en la polea y esta emite un láser que indica la posición en la que la polea está correctamente alineada. Esta herramienta evita que el operario mida constantemente por medio de un nivel la alineación. Debido a que el proceso era manual, el operario introducía y retiraba la polea hasta que esta se encuentre alineada.

El uso de dicha herramienta tiene como beneficio el buen uso y menor fatiga de las fajas y en consecuencia mayor tiempo de funcionamiento del ensamble. Al final proporciona mayor tiempo de vida de las partes y un mayor tiempo para el desgaste lo que indicaría menores probabilidades de desajuste de poleas, rompimiento de fajas y desgaste de ejes traducido en menor atención de servicios post venta por estas causas.

¹² Gráficos en Anexos

¹³ Costos se facturan en el mes de Junio

Luego de realizar estas mejoras el nuevo estudio de tiempos se obtiene que la suma de los tiempos de las 9 operaciones es de 89.08 minutos para realizar un ensamble por estación, se calcula que el número de estaciones mínimas es de 4.00

$$\text{Número estaciones} = \frac{\sum T_i}{C}$$

$$\text{Número estaciones} = \frac{89.08 \frac{\text{min}}{\text{Ens}} \cdot \text{Estacion}}{24.00 \text{ min/Ens}}$$

$$\text{Número estaciones} = 3.71$$

Para saber que operaciones comprenderán una estación de trabajo se calcula el número de operarios por operación:

$$\text{Indice de Producción} \left(\frac{\text{Ens}}{H} \right) = P / T_b$$

$$\text{Indice de Producción} = \frac{20.00 \text{ Ens/día}}{8.00 \text{ Horas/día}}$$

$$\text{Indice de Producción} = 2.50 \text{ Ens/H}$$

TABLA 011: Número de operarios por operación

OP	TE(min)	TE(H)	Ni
OP1	5.11	0.09	0.21
OP2	14.40	0.24	0.60
OP3	13.69	0.23	0.57
OP4	11.91	0.20	0.50
OP5	14.47	0.24	0.60
OP6	4.33	0.07	0.18
OP7	12.63	0.21	0.53
OP8	8.67	0.14	0.36
OP9	3.87	0.06	0.16

Fuente: Elaboración propia

Del cálculo anterior se sabe que el número de estaciones mínimas de trabajo es de 4 y según el cálculo de número mínimo de operarios por operación se tiene como estaciones de trabajo:

TABLA 012: Estaciones de trabajo

Estación	Oper. Agrup	T acumulado
I	1,2	19.51
II	3,4	25.60
III	5,6	18.80
IV	7,8,9	25.17

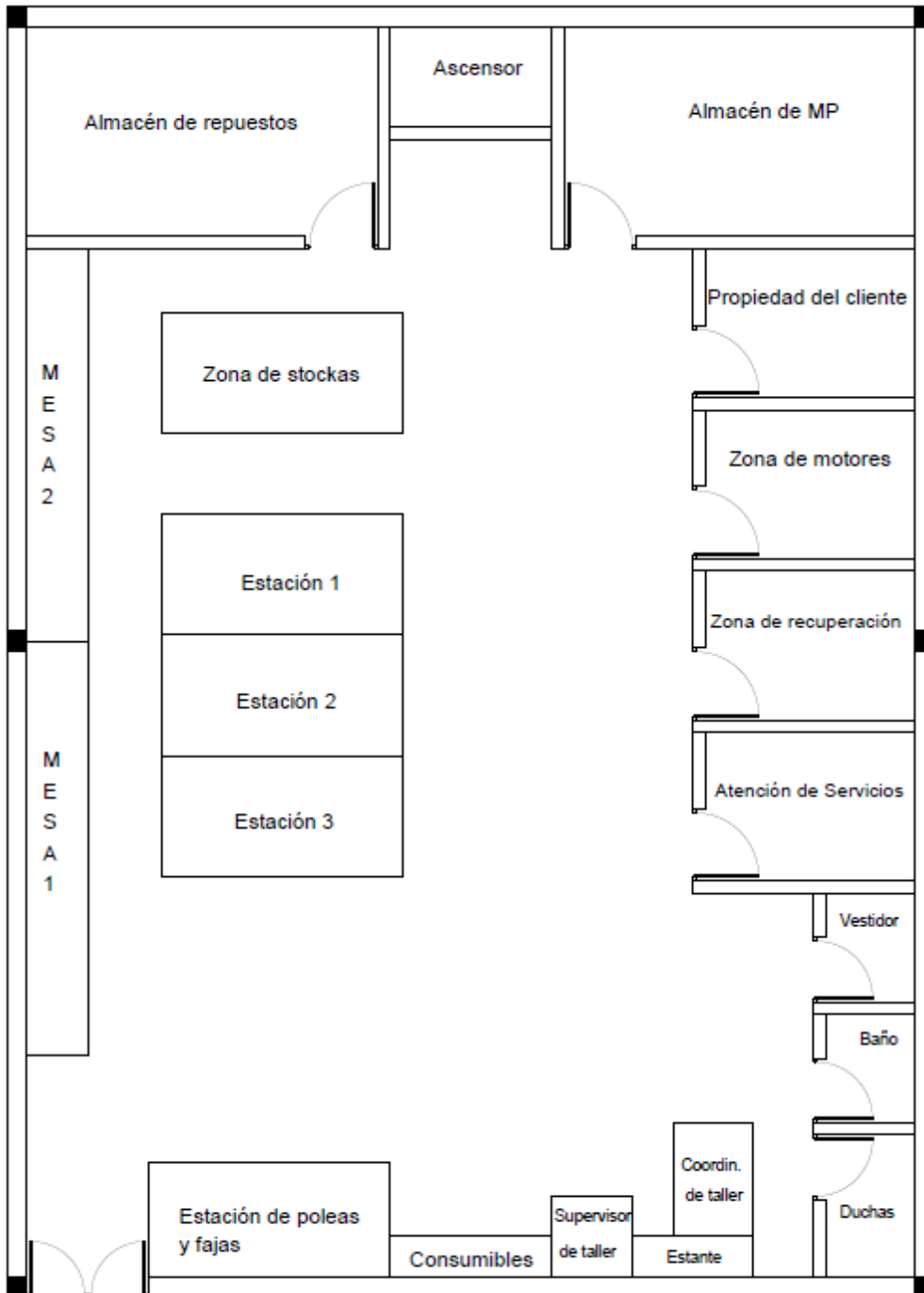
Fuente: Elaboración propia

Según lo calculado y los recursos de la empresa se debe ampliar las funciones de los operarios de manera que se unifiquen para evitar tener operarios con poca carga de trabajo y el número de operarios sea injustificado. Por lo tanto se tiene cuatro estaciones de trabajo con la estación 2 y 4 con tiempos mayores al ciclo.

4.4. Otras propuestas de mejora en la línea de ensamblaje: Como se tiene una nueva estación de trabajo, se redefinió la ubicación donde se encuentren más cerca del ascensor. Tal como se mencionó anteriormente, las tres estaciones se encontraban 2, 4, y 6 metros; tal como se muestra en el gráfico 011

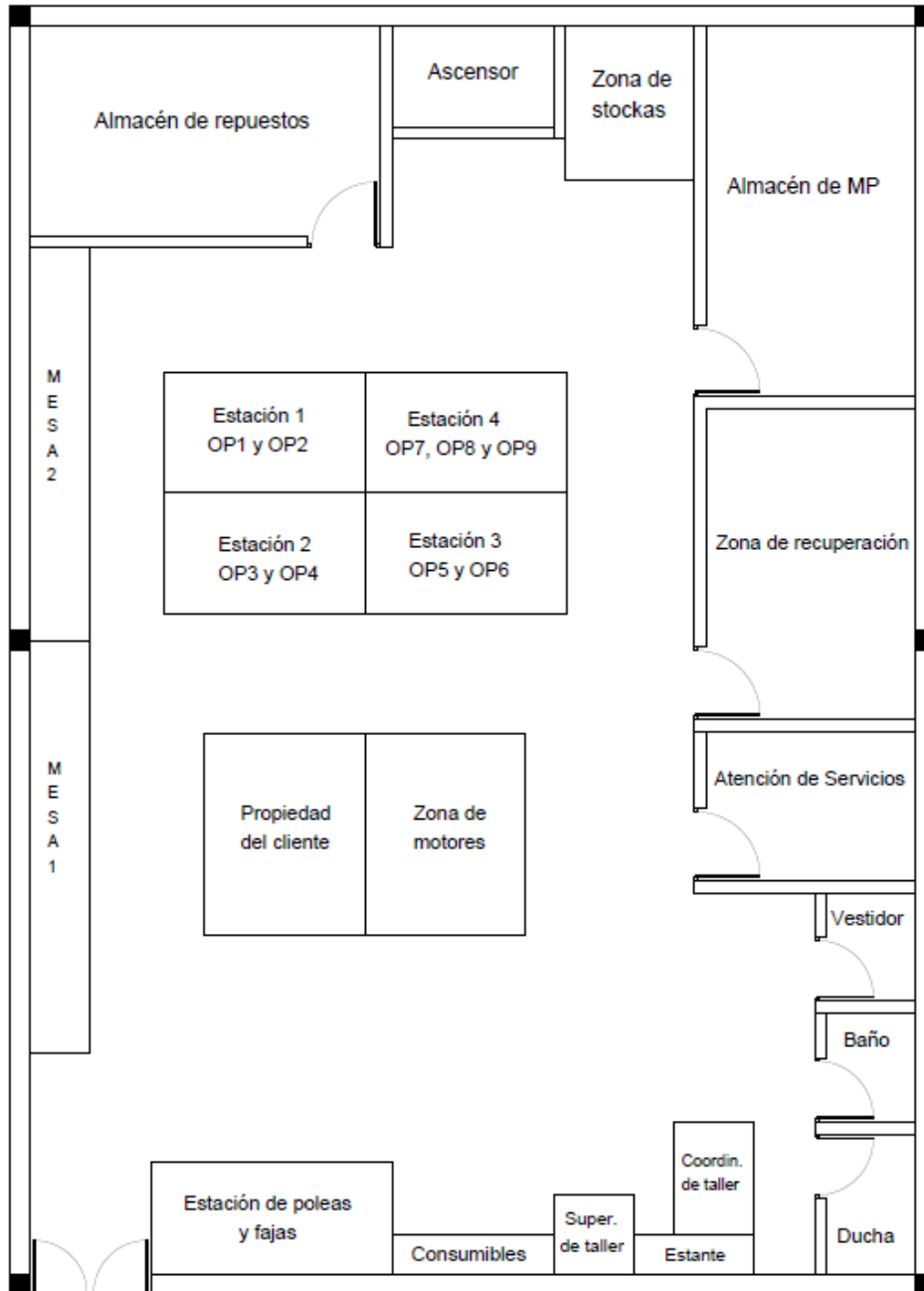
Con la reubicación, la estación 1 y 4 se ubican a 2 metros y la estación 2 y 3 a 4 metros del ascensor, la nueva ubicación para las 4 estaciones disminuyo el tiempo de transporte de la materia prima y el producto terminado en la línea de ensamblaje.

GRAFICO 011: Layout inicial



Fuente: Elaboración propia

GRAFICO 012: Layout final



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 5

EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA

5.1. Costos de la propuesta:

Se subdividen en costos mensuales, trimestrales, semestrales y anuales.

- ✓ Costos mensuales son el sueldo mensual del personal adicional. El ítem economato es la compra de artículos de oficina y el alquiler que incluye el consumo del agua. Además se incluye el consumo de energía eléctrica, que se calculó anteriormente.
- ✓ Costos trimestrales: la compra de una caja de herramientas para el nuevo personal se realiza cada tres meses y se adiciona el pago de arbitrios.
- ✓ Costos semestrales: Son costos como la adquisición de EPP's, mantenimiento de herramientas de transporte, elevador eléctrico, maquinaria (soldadora, tablero eléctrico, torno esmeril), calibración de equipos de medición.
- ✓ Costos anuales: Reposición de herramientas de usos generales y consumibles, adiestramiento, uniforme y zapatos de seguridad.

TABLA 015: Costos de la propuesta

COSTOS MENSUALES				
Descripcion	UM	Cantidad	PU	PT
Personal adicional	S	1.00	\$ 642.86	\$ 642.86
Alquiler de local	S	1.00	\$ 1,250.00	\$ 1,250.00
				\$ 1,892.86

COSTOS TRIMESTRALES				
Caja de herramientas	Unid	1.00	\$ 35.00	\$ 35.00
Arbitrios	Unid	1.00	\$ 190.71	\$ 190.71
				\$ 225.71

COSTOS SEMESTRALES				
Casco	Unid	1.00	\$ 6.07	\$ 6.07
Lentes de seguridad	Par	1.00	\$ 4.46	\$ 4.46
Orejas	Unid	1.00	\$ 15.57	\$ 15.57
Mantenimiento	S	1.00	\$ 410.71	\$ 410.71
Calibracion	S	1.00	\$ 232.14	\$ 232.14
				\$ 668.96

COSTOS ANUALES				
Uniforme	Unid	1.00	\$ 35.78	\$ 35.78
Zapatos de seguridad	Par	1.00	\$ 25.71	\$ 25.71
				\$ 61.49

Fuente: Elaboración propia

Los costos operativos tienen un incremento del 10% por cada año.

5.2. Inversiones para la Propuesta:

- 5.2.1. Inversión para la ejecución de un nuevo sistema operativo MSOFT:
Motorex invirtió USD 39 470.00 para el desarrollo del Módulo de Producción.
- 5.2.2. Inversión en la Mejora de procesos: la inversión consta en buscar alternativas que replacen las herramientas manuales usadas en los procesos de cincelar, remachado de placas y montaje de motor.

Tal como se muestra en la Tabla 016, hay dos cambios por los que se no pagó: Adicionar datos en las placas y la colocación de placas con el número de serie y el nombre del extractor

TABLA 016: Inversión para mejora de procesos

INVERSION				
Descripcion	UM	Cantidad	PU	PT
Datos adicionales en placas - Metal Garft	S	1.00	\$ -	\$ -
Placas en extractores de origen - S&P	S	1.00	\$ -	\$ -
Taladro atornillador	Unid	2.00	\$ 239.68	\$ 479.36
Remachadora neumática	Unid	1.00	\$ 610.89	\$ 610.89
Tanque de aire comprimido nuevo	Unid	1.00	\$ 234.00	\$ 234.00
Boquillas	Unid	1.00	\$ 4.50	\$ 4.50
Mangueras para aire comprimido	mts	7.00	\$ 2.00	\$ 14.00
				\$ 1,342.75

Fuente: Elaboración propia

La inversión total para este punto es de \$ 1,342.75 por la adquisición de una nueva remachadora neumática para realizar el remachado de placas de forma más rápida y para que esta entre en funcionamiento se necesitó adquirir un tanque de aire comprimido, manguera y boquillas o acople entre la manguera y la herramienta.

5.2.3. Inversión para SRM: Para esta propuesta esto se coordinó con el proveedor que los agujeros de la base de extractor sean alargados; el costo de la fabricación del patrón del nuevo tipo de agujeros tuvo un costo de USD 340.00 y la configuración de la maquinaria en el proceso de perforación de fábrica USD 3 450.00.

En cuanto al incumplimiento de los estándares de calidad, por las rebabas en los ejes, no se realizó debido a que el proveedor indicó que esta “deficiencia” es propia del proceso de corte y elaboración del canal chavetero. Pero en el estudio se precisó comprar un alineador de poleas de laser que permite una mejora en la calidad del producto final y en el tiempo de la operación 2: Colocación de poleas. En la tabla 017 se muestra la inversión total de \$ 8,277.52.

TABLA 017: Inversión para SRM

INVERSION				
Descripcion	UM	Cantidad	PU	PT
Matriz agujeros motor - S&P	S	1.00	\$ 340.00	\$ 340.00
Configuracion de matriz - S&P	S	1.00	\$ 3,450.00	\$ 3,450.00
Alineador de poleas	Unid	2.00	\$ 2,243.76	\$ 4,487.52
				\$ 8,277.52

Fuente: Elaboración propia

5.2.4. Inversión de otras mejoras de la línea de ensamblaje: Al incrementar un nuevo integrante a la línea de ensamblaje se invirtió en el proceso de inducción de este, una nueva mesa de trabajo y asiento. Además se invirtió en pintado de nuevas líneas de seguridad debido a nueva distribución de las estaciones de trabajo y espacios dentro del taller. La inversión total asciende a \$ 2,076.39 (Tabla 018)

TABLA 018: Inversión para otras mejoras en el taller

INVERSION				
Descripcion	UM	Cantidad	PU	PT
Proceso de induccion	S	1.00	\$ 1,930.00	\$ 1,930.00
Mesa de trabajo	Unid	1.00	\$ 25.00	\$ 25.00
Asiento	Unid	1.00	\$ 17.82	\$ 17.82
Pintado de líneas de seguridad - Piso	S	1.00	\$ 103.57	\$ 103.57
				\$ 2,076.39

Fuente: Elaboración propia

5.3. Ahorro Implementando las Propuestas de Mejora

5.3.1. Ahorro reduciendo el tiempo de ensamblaje de un ensamble: El tiempo de ensamblar un ensamble es de 1.97 horas – sistema anterior, con la reestructuración y las mejoras realizadas en ciertas operaciones se tiene un tiempo de ensamblaje de una unidad de producción de 1.57 horas, con un ahorro de \$ 1.74 por ensamble. En la siguiente tabla se muestra el ahorro por cada mes durante el año 2014 y 2015.

TABLA 019: Ahorro por reducción de tiempo de ensamblaje, 2014-2015

2014											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
430.00	451.00	439.00	415.00	421.00	436.00	433.00	448.00	490.00	502.00	520.00	514.00
\$ 749.79	\$ 786.40	\$ 765.48	\$ 723.63	\$ 734.09	\$ 760.25	\$ 755.02	\$ 781.17	\$ 854.41	\$ 875.33	\$ 906.72	\$ 896.26

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
445.00	442.00	457.00	451.00	424.00	439.00	448.00	472.00	526.00	538.00	532.00	535.00
\$ 775.94	\$ 770.71	\$ 796.87	\$ 786.40	\$ 739.33	\$ 765.48	\$ 781.17	\$ 823.02	\$ 917.18	\$ 938.11	\$ 927.64	\$ 932.87

Fuente: Elaboración propia

5.3.2. Ahorro disminuyendo el consumo de energía eléctrica: Al reducir el tiempo de ensamblaje las horas extra de trabajo se reducen, lo que se traduce en una reducción del consumo de energía eléctrica. En la tabla siguiente se aprecia el ahorro.

TABLA 020: Ahorro por disminución del consumo de energía eléctrica, 2014-2015

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2014	\$ 68.61	\$ 89.80	\$ 77.82	\$ 73.22	\$ 69.53	\$ 76.90	\$ 75.52	\$ 82.43	\$ 96.24	\$ 100.46	\$ 104.11	\$ 102.66
2015	\$ 80.59	\$ 85.65	\$ 81.05	\$ 89.80	\$ 76.44	\$ 84.27	\$ 82.43	\$ 93.02	\$ 105.26	\$ 107.77	\$ 106.25	\$ 106.85

Fuente: Elaboración propia

5.3.3. Ahorro disminuyendo del pago de bonificaciones por horas adicionales: En este punto también se ve afectada positivamente debido a la reducción de tiempo en el proceso de ensamblaje. En la tabla 021 se aprecia el ahorro mensual durante los años 2014 y 2015.

TABLA 021: Ahorro por disminución del pago de bonificaciones por horas adicionales, 2014-2015

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2014	\$ 105.87	\$ 138.56	\$ 120.08	\$ 112.98	\$ 107.29	\$ 118.66	\$ 116.53	\$ 127.19	\$ 148.51	\$ 155.02	\$ 160.64	\$ 158.40
2015	\$ 124.35	\$ 132.16	\$ 125.06	\$ 138.56	\$ 117.95	\$ 130.03	\$ 127.19	\$ 143.53	\$ 162.42	\$ 166.30	\$ 163.95	\$ 164.88

Fuente: Elaboración propia

5.3.4. Ahorro Disminuyendo la reposición de herramientas manuales: Este ahorro se basa en la diferencia en la cantidad de herramientas que se

compra. Con el sistema anterior se repone a cada operario, según la frecuencia ya establecida, el gasto para el año 2014 -2015 es como sigue:

TABLA 022: Gasto por reposición de herramientas manuales, 2014-2015, sistema actual

HERRAMIENTAS POR OPERARIO	DUR. (mes/unid)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Juego de llaves	2.00	\$ 19.29	\$ -	\$ 19.29	\$ -	\$ 19.29		\$ 19.29	\$ -	\$ 19.29	\$ -	\$ 19.29	\$ -
Juego de atornilladores	2.00	\$ 25.71	\$ -	\$ 25.71	\$ -	\$ 25.71	\$ -	\$ 25.71	\$ -	\$ 25.71	\$ -	\$ 25.71	\$ -
Juego de Brocas	3.00	\$ 60.00	\$ -	\$ -	\$ 60.00	\$ -	\$ -	\$ 60.00	\$ -	\$ -	\$ 60.00	\$ -	\$ -
2014 ACTUAL		\$ 105.00	\$ -	\$ 45.00	\$ 60.00	\$ 45.00	\$ -	\$ 105.00	\$ -	\$ 45.00	\$ 60.00	\$ 45.00	\$ -

HERRAMIENTAS POR OPERARIO	DUR. (mes/unid)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Juego de llaves	2.00	\$ 21.21	\$ -	\$ 21.21	\$ -	\$ 21.21	\$ -	\$ 21.21	\$ -	\$ 21.21	\$ -	\$ 21.21	\$ -
Juego de atornilladores	2.00	\$ 28.29	\$ -	\$ 28.29	\$ -	\$ 28.29	\$ -	\$ 28.29	\$ -	\$ 28.29	\$ -	\$ 28.29	\$ -
Juego de Brocas	3.00	\$ 66.00	\$ -	\$ -	\$ 66.00	\$ -	\$ -	\$ 66.00	\$ -	\$ -	\$ 66.00	\$ -	\$ -
2015 ACTUAL		\$ 115.50	\$ -	\$ 49.50	\$ 66.00	\$ 49.50	\$ -	\$ 115.50	\$ -	\$ 49.50	\$ 66.00	\$ 49.50	\$ -

Fuente: Elaboración propia

El gasto con el sistema propuesto se basa en que tan solo se repondrá un juego de cada herramienta debido a que ahora el juego de llaves se usará en la estación 2, el juego de atornilladores en la estación 3 y los 2 juegos de brocas es para uso con los taladros atornilladores adquiridos. El gasto por reposición de herramientas es:

TABLA 023: Gasto por reposición de herramientas manuales, 2014-2015, sistema propuesto

HERRAMIENTAS POR OPERARIO	DUR. (mes/unid)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Juego de llaves	2.00	\$ 6.43	\$ -	\$ 6.43	\$ -	\$ 6.43		\$ 6.43	\$ -	\$ 6.43	\$ -	\$ 6.43	\$ -
Juego de atornilladores	2.00	\$ 8.57	\$ -	\$ 8.57	\$ -	\$ 8.57	\$ -	\$ 8.57	\$ -	\$ 8.57	\$ -	\$ 8.57	\$ -
Juego de Brocas	3.00	\$ 40.00	\$ -	\$ -	\$ 40.00	\$ -	\$ -	\$ 40.00	\$ -	\$ -	\$ 40.00	\$ -	\$ -
2014 PROPUESTO		\$ 55.00	\$ -	\$ 15.00	\$ 40.00	\$ 15.00	\$ -	\$ 55.00	\$ -	\$ 15.00	\$ 40.00	\$ 15.00	\$ -

HERRAMIENTAS POR OPERARIO	DUR. (mes/unid)	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Juego de llaves	2.00	\$ 7.07	\$ -	\$ 7.07	\$ -	\$ 7.07	\$ -	\$ 7.07	\$ -	\$ 7.07	\$ -	\$ 7.07	\$ -
Juego de atornilladores	2.00	\$ 9.43	\$ -	\$ 9.43	\$ -	\$ 9.43	\$ -	\$ 9.43	\$ -	\$ 9.43	\$ -	\$ 9.43	\$ -
Juego de Brocas	3.00	\$ 44.00	\$ -	\$ -	\$ 44.00	\$ -	\$ -	\$ 44.00	\$ -	\$ -	\$ 44.00	\$ -	\$ -
2015 PROPUESTO		\$ 60.50	\$ -	\$ 16.50	\$ 44.00	\$ 16.50	\$ -	\$ 60.50	\$ -	\$ 16.50	\$ 44.00	\$ 16.50	\$ -

Fuente: Elaboración propia

Entonces el ahorro por disminuir el gasto de reposición de herramientas manuales se muestra en la tabla 022.

TABLA 024: Ahorro por disminuir gasto de reposición de herramientas manuales, 2014-2015.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2014	\$ 50.00	\$ -	\$ 30.00	\$ 20.00	\$ 30.00	\$ -	\$ 50.00	\$ -	\$ 30.00	\$ 20.00	\$ 30.00	\$ -
2015	\$ 55.00	\$ -	\$ 33.00	\$ 22.00	\$ 33.00	\$ -	\$ 55.00	\$ -	\$ 33.00	\$ 22.00	\$ 33.00	\$ -

Fuente: Elaboración propia

5.4. Incremento de la productividad

Para calcular el incremento de la productividad se debe considerar el precio de venta promedio de cada tipo de extractor (según tabla 023 y tabla 024) y la proporción en que se ensambla cada tipo de extractor mencionada en la tabla 002.

TABLA 025: Cantidad de ensambles por tipo de extractor con el sistema actual, 2014-2015.

ACTUAL			2014											
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TIPO DE ENS		%	281.00	256.00	270.00	256.00	270.00	269.00	269.00	269.00	281.00	281.00	256.00	269.00
DA/B	7/7 - 9/9 - 10/10	18.80	53.00	48.00	51.00	48.00	51.00	51.00	51.00	51.00	53.00	53.00	48.00	51.00
	12/12 - 15/15 - 18/18	15.60	44.00	40.00	42.00	40.00	42.00	42.00	42.00	42.00	44.00	44.00	40.00	42.00
	20/20 - 22/22 - 30/28	5.20	15.00	13.00	14.00	13.00	14.00	14.00	14.00	14.00	15.00	15.00	13.00	14.00
	36/36	0.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
SA	9/4 - 10/6	22.80	64.00	58.00	62.00	58.00	62.00	61.00	61.00	61.00	64.00	64.00	58.00	61.00
	12/6 - 15/8 - 18/8	10.80	30.00	28.00	29.00	28.00	29.00	29.00	29.00	29.00	30.00	30.00	28.00	29.00
	20/10 - 22/11 - 30/14	6.40	18.00	16.00	17.00	16.00	17.00	17.00	17.00	17.00	18.00	18.00	16.00	17.00
OTROS		15.00	42.00	38.00	41.00	38.00	41.00	40.00	40.00	40.00	42.00	42.00	38.00	40.00
AXIALES		5.00	14.00	14.00	13.00	14.00	13.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00

ACTUAL			2015											
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TIPO DE ENS		%	270.00	256.00	281.00	256.00	258.00	256.00	269.00	270.00	281.00	270.00	269.00	269.00
DA/B	7/7 - 9/9 - 10/10	18.80	51.00	48.00	53.00	48.00	49.00	48.00	51.00	51.00	53.00	51.00	51.00	51.00
	12/12 - 15/15 - 18/18	15.60	42.00	40.00	44.00	40.00	40.00	40.00	42.00	42.00	44.00	42.00	42.00	42.00
	20/20 - 22/22 - 30/28	5.20	14.00	13.00	15.00	13.00	13.00	13.00	14.00	14.00	15.00	14.00	14.00	14.00
	36/36	0.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
SA	9/4 - 10/6	22.80	62.00	58.00	64.00	58.00	59.00	58.00	61.00	62.00	64.00	62.00	61.00	61.00
	12/6 - 15/8 - 18/8	10.80	29.00	28.00	30.00	28.00	28.00	28.00	29.00	29.00	30.00	29.00	29.00	29.00
	20/10 - 22/11 - 30/14	6.40	17.00	16.00	18.00	16.00	17.00	16.00	17.00	17.00	18.00	17.00	17.00	17.00
OTROS		15.00	41.00	38.00	42.00	38.00	39.00	38.00	40.00	41.00	42.00	41.00	40.00	40.00
AXIALES		5.00	13.00	14.00	14.00	14.00	12.00	14.00	14.00	13.00	14.00	13.00	14.00	14.00

Fuente: Elaboración propia

TABLA 026: Cantidad de ensambles por tipo de extractor con el sistema propuesto, 2014-2015.

PROPUESTO			2014											
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TIPO DE ENS		%	430.00	451.00	439.00	415.00	421.00	436.00	433.00	448.00	490.00	502.00	520.00	514.00
DA/B	7/7 - 9/9 - 10/10	18.80	81.00	85.00	83.00	78.00	79.00	82.00	81.00	84.00	92.00	94.00	98.00	97.00
	12/12 - 15/15 - 18/18	15.60	67.00	70.00	68.00	65.00	66.00	68.00	68.00	70.00	76.00	78.00	81.00	80.00
	20/20 - 22/22 - 30/28	5.20	22.00	23.00	23.00	22.00	22.00	23.00	23.00	23.00	25.00	26.00	27.00	27.00
	36/36	0.40	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
SA	9/4 - 10/6	22.80	98.00	103.00	100.00	95.00	96.00	99.00	99.00	102.00	112.00	114.00	119.00	117.00
	12/6 - 15/8 - 18/8	10.80	46.00	49.00	47.00	45.00	45.00	47.00	47.00	48.00	53.00	54.00	56.00	56.00
	20/10 - 22/11 - 30/14	6.40	28.00	29.00	28.00	27.00	27.00	28.00	28.00	29.00	31.00	32.00	33.00	33.00
OTROS		15.00	65.00	68.00	66.00	62.00	63.00	65.00	65.00	67.00	74.00	75.00	78.00	77.00
AXIALES		5.00	21.00	22.00	22.00	19.00	21.00	22.00	20.00	23.00	25.00	27.00	26.00	25.00

PROPUESTO			2015											
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TIPO DE ENS		%	445.00	442.00	457.00	451.00	424.00	439.00	448.00	472.00	526.00	538.00	532.00	535.00
DA/B	7/7 - 9/9 - 10/10	18.80	84.00	83.00	86.00	85.00	80.00	83.00	84.00	89.00	99.00	101.00	100.00	101.00
	12/12 - 15/15 - 18/18	15.60	69.00	69.00	71.00	70.00	66.00	68.00	70.00	74.00	82.00	84.00	83.00	83.00
	20/20 - 22/22 - 30/28	5.20	23.00	23.00	24.00	23.00	22.00	23.00	23.00	25.00	27.00	28.00	28.00	28.00
	36/36	0.40	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
SA	9/4 - 10/6	22.80	101.00	101.00	104.00	103.00	97.00	100.00	102.00	108.00	120.00	123.00	121.00	122.00
	12/6 - 15/8 - 18/8	10.80	48.00	48.00	49.00	49.00	46.00	47.00	48.00	51.00	57.00	58.00	57.00	58.00
	20/10 - 22/11 - 30/14	6.40	28.00	28.00	29.00	29.00	27.00	28.00	29.00	30.00	34.00	34.00	34.00	34.00
OTROS		15.00	67.00	66.00	69.00	68.00	64.00	66.00	67.00	71.00	79.00	81.00	80.00	80.00
AXIALES		5.00	23.00	22.00	23.00	22.00	20.00	22.00	23.00	22.00	26.00	27.00	27.00	27.00

Fuente: Elaboración propia

El incremento de la productividad se calcula con la diferencia de lo que produce con el sistema calcula con lo que ensambla con el sistema propuesto.

TABLA 027: Incremento de la productividad en UDS, 2014-2015.

INCREMENTO DE LA PRODUCCION			2014											
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TIPO DE ENS		Precio	\$ 53,472.00	\$ 70,623.00	\$ 60,863.00	\$ 58,274.00	\$ 54,442.00	\$ 60,455.00	\$ 59,952.00	\$ 64,392.00	\$ 74,990.00	\$ 79,137.00	\$ 95,615.00	\$ 88,917.00
DA/B	7/7 - 9/9 - 10/10	\$ 95.00	\$ 14,155.00	\$ 18,525.00	\$ 16,055.00	\$ 15,105.00	\$ 14,345.00	\$ 15,865.00	\$ 15,580.00	\$ 17,005.00	\$ 19,855.00	\$ 20,995.00	\$ 25,080.00	\$ 23,275.00
	12/12 - 15/15 - 18/18	\$ 218.00	\$ 6,104.00	\$ 8,066.00	\$ 6,976.00	\$ 6,540.00	\$ 6,104.00	\$ 6,758.00	\$ 6,540.00	\$ 7,194.00	\$ 8,502.00	\$ 8,938.00	\$ 10,900.00	\$ 10,028.00
	20/20 - 22/22 - 30/28	\$ 375.00	\$ 8,625.00	\$ 11,250.00	\$ 9,750.00	\$ 9,375.00	\$ 9,000.00	\$ 9,750.00	\$ 9,750.00	\$ 10,500.00	\$ 12,000.00	\$ 12,750.00	\$ 15,375.00	\$ 14,250.00
	36/36	\$ 650.00	\$ 4,550.00	\$ 6,500.00	\$ 5,850.00	\$ 5,850.00	\$ 5,200.00	\$ 5,850.00	\$ 5,850.00	\$ 5,850.00	\$ 6,500.00	\$ 7,150.00	\$ 9,100.00	\$ 8,450.00
SA	9/4 - 10/6	\$ 85.00	\$ 85.00	\$ 85.00	\$ 85.00	\$ 85.00	\$ 85.00	\$ 85.00	\$ 85.00	\$ 85.00	\$ 85.00	\$ 85.00	\$ 85.00	\$ 85.00
	12/6 - 15/8 - 18/8	\$ 195.00	\$ 6,630.00	\$ 8,775.00	\$ 7,410.00	\$ 7,215.00	\$ 6,630.00	\$ 7,410.00	\$ 7,410.00	\$ 7,995.00	\$ 9,360.00	\$ 9,750.00	\$ 11,895.00	\$ 10,920.00
	20/10 - 22/11 - 30/14	\$ 388.00	\$ 6,208.00	\$ 8,148.00	\$ 6,984.00	\$ 6,596.00	\$ 6,208.00	\$ 6,984.00	\$ 6,984.00	\$ 7,372.00	\$ 8,924.00	\$ 9,312.00	\$ 10,864.00	\$ 10,476.00
OTROS		\$ 148.00	\$ 1,480.00	\$ 1,924.00	\$ 1,628.00	\$ 1,628.00	\$ 1,480.00	\$ 1,628.00	\$ 1,628.00	\$ 1,776.00	\$ 1,924.00	\$ 2,072.00	\$ 2,516.00	\$ 2,368.00
AXIALES		\$ 245.00	\$ 5,635.00	\$ 7,350.00	\$ 6,125.00	\$ 5,880.00	\$ 5,390.00	\$ 6,125.00	\$ 6,125.00	\$ 6,615.00	\$ 7,840.00	\$ 8,085.00	\$ 9,800.00	\$ 9,065.00

INCREMENTO DE LA PRODUCCION			2015											
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TIPO DE ENS		Precio	\$ 62,854.00	\$ 67,541.00	\$ 63,389.00	\$ 70,623.00	\$ 60,212.00	\$ 66,298.00	\$ 64,392.00	\$ 73,489.00	\$ 88,267.00	\$ 96,758.00	\$ 95,107.00	\$ 96,193.00
DA/B	7/7 - 9/9 - 10/10	\$ 95.00	\$ 16,625.00	\$ 17,670.00	\$ 16,720.00	\$ 18,525.00	\$ 15,770.00	\$ 17,385.00	\$ 17,005.00	\$ 19,190.00	\$ 23,275.00	\$ 25,460.00	\$ 24,985.00	\$ 25,270.00
	12/12 - 15/15 - 18/18	\$ 218.00	\$ 7,194.00	\$ 7,630.00	\$ 7,194.00	\$ 8,066.00	\$ 6,758.00	\$ 7,630.00	\$ 7,194.00	\$ 8,284.00	\$ 10,028.00	\$ 10,900.00	\$ 10,682.00	\$ 10,900.00
	20/20 - 22/22 - 30/28	\$ 375.00	\$ 10,125.00	\$ 10,875.00	\$ 10,125.00	\$ 11,250.00	\$ 9,750.00	\$ 10,500.00	\$ 10,500.00	\$ 12,000.00	\$ 14,250.00	\$ 15,750.00	\$ 15,375.00	\$ 15,375.00
	36/36	\$ 650.00	\$ 5,850.00	\$ 6,500.00	\$ 5,850.00	\$ 6,500.00	\$ 5,850.00	\$ 6,500.00	\$ 5,850.00	\$ 7,150.00	\$ 7,800.00	\$ 9,100.00	\$ 9,100.00	\$ 9,100.00
SA	9/4 - 10/6	\$ 85.00	\$ 85.00	\$ 85.00	\$ 85.00	\$ 85.00	\$ 85.00	\$ 85.00	\$ 85.00	\$ 85.00	\$ 85.00	\$ 85.00	\$ 85.00	\$ 85.00
	12/6 - 15/8 - 18/8	\$ 195.00	\$ 7,605.00	\$ 8,385.00	\$ 7,800.00	\$ 8,775.00	\$ 7,410.00	\$ 8,190.00	\$ 7,995.00	\$ 8,970.00	\$ 10,920.00	\$ 11,895.00	\$ 11,700.00	\$ 11,895.00
	20/10 - 22/11 - 30/14	\$ 388.00	\$ 7,372.00	\$ 7,760.00	\$ 7,372.00	\$ 8,148.00	\$ 6,984.00	\$ 7,372.00	\$ 7,372.00	\$ 8,536.00	\$ 10,476.00	\$ 11,252.00	\$ 10,864.00	\$ 11,252.00
OTROS		\$ 148.00	\$ 1,628.00	\$ 1,776.00	\$ 1,628.00	\$ 1,924.00	\$ 1,480.00	\$ 1,776.00	\$ 1,776.00	\$ 1,924.00	\$ 2,368.00	\$ 2,516.00	\$ 2,516.00	\$ 2,516.00
AXIALES		\$ 245.00	\$ 6,370.00	\$ 6,860.00	\$ 6,615.00	\$ 7,350.00	\$ 6,125.00	\$ 6,860.00	\$ 6,615.00	\$ 7,350.00	\$ 9,065.00	\$ 9,800.00	\$ 9,800.00	\$ 9,800.00

Fuente: Elaboración propia

Por lo que el total de ingresos con la propuesta es la suma de: Ahorro reduciendo el tiempo de ensamblaje de un ensamble, Ahorro disminuyendo el consumo de energía eléctrica, Ahorro disminuyendo del pago de bonificaciones por horas adicionales, Ahorro Disminuyendo la reposición de herramientas manuales y el Incremento de la productividad.

TABLA 028: Total de ingresos UDS, 2014-2015.

TOTAL DE INGRESOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2014	\$ 54,446.27	\$ 71,637.76	\$ 61,856.39	\$ 59,203.83	\$ 55,382.92	\$ 61,410.81	\$ 60,949.07	\$ 65,382.79	\$ 76,119.16	\$ 80,287.82	\$ 96,816.47	\$ 90,074.31
2015	\$ 63,889.87	\$ 68,529.52	\$ 64,424.97	\$ 71,659.76	\$ 61,178.72	\$ 67,277.78	\$ 65,437.79	\$ 74,548.57	\$ 89,484.87	\$ 97,992.18	\$ 96,337.85	\$ 97,397.61

Fuente: Elaboración propia

5.5. Cálculo del VAN:

Primero se debe determinar el estado de resultados considerando los egresos como: los costos operativos, consumo de energía eléctrica, gastos administrativos de ventas (%10 de los costos operativos)¹⁴ y la depreciación; y los ingresos anteriormente calculados.

TABLA 029: Estado de Resultados UDS, 2014-2015.

MESES	2014											
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
INGRESOS	\$ 54,446.27	\$ 71,637.76	\$ 61,856.39	\$ 59,203.83	\$ 55,382.92	\$ 61,410.81	\$ 60,949.07	\$ 65,382.79	\$ 76,119.16	\$ 80,287.82	\$ 96,816.47	\$ 90,074.31
EGRESOS	\$ 2,320.37	\$ 2,309.56	\$ 2,564.58	\$ 2,310.40	\$ 2,317.14	\$ 3,301.01	\$ 2,317.28	\$ 2,317.70	\$ 2,572.03	\$ 2,325.47	\$ 2,330.81	\$ 2,645.48
Costos operativos	\$ 1,892.86	\$ 1,892.86	\$ 2,118.57	\$ 1,892.86	\$ 1,892.86	\$ 2,787.54	\$ 1,892.86	\$ 1,892.86	\$ 2,118.57	\$ 1,892.86	\$ 1,892.86	\$ 2,180.06
Energía	\$ 139.58	\$ 128.77	\$ 135.51	\$ 129.61	\$ 136.35	\$ 136.07	\$ 136.49	\$ 136.91	\$ 142.95	\$ 144.68	\$ 150.02	\$ 148.76
Depreciación	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65
GAV	\$ 189.29	\$ 189.29	\$ 211.86	\$ 189.29	\$ 189.29	\$ 278.75	\$ 189.29	\$ 189.29	\$ 211.86	\$ 189.29	\$ 189.29	\$ 218.01
Utilidad antes de impuesto	\$ 52,125.90	\$ 69,328.20	\$ 59,291.80	\$ 56,893.43	\$ 53,065.78	\$ 58,109.81	\$ 58,631.79	\$ 63,065.09	\$ 73,547.13	\$ 77,962.35	\$ 94,485.66	\$ 87,428.84
Impuesto	\$ 15,637.77	\$ 20,798.46	\$ 17,787.54	\$ 17,068.03	\$ 15,919.73	\$ 17,432.94	\$ 17,589.54	\$ 18,919.53	\$ 22,064.14	\$ 23,388.71	\$ 28,345.70	\$ 26,228.65
UTILIDAD	\$ 36,488.13	\$ 48,529.74	\$ 41,504.26	\$ 39,825.40	\$ 37,146.05	\$ 40,676.87	\$ 41,042.25	\$ 44,145.56	\$ 51,482.99	\$ 54,573.65	\$ 66,139.96	\$ 61,200.18

¹⁴ Los costos operativos se calculan según los costos que se realizan de forma mensual, trimestral, semestral y anual.

2015												
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
INGRESOS	\$ 63,889.87	\$ 68,529.52	\$ 64,424.97	\$ 71,659.76	\$ 61,178.72	\$ 67,277.78	\$ 65,437.79	\$ 74,548.57	\$ 89,484.87	\$ 97,992.18	\$ 96,337.85	\$ 97,397.61
EGRESOS	\$ 2,523.67	\$ 2,517.77	\$ 2,802.54	\$ 2,518.61	\$ 2,519.74	\$ 3,602.02	\$ 2,525.49	\$ 2,526.62	\$ 2,812.63	\$ 2,543.10	\$ 2,542.04	\$ 2,890.76
Costos operativos	\$ 2,082.14	\$ 2,082.14	\$ 2,330.43	\$ 2,082.14	\$ 2,082.14	\$ 3,066.29	\$ 2,082.14	\$ 2,082.14	\$ 2,330.43	\$ 2,082.14	\$ 2,082.14	\$ 2,398.07
Energía	\$ 134.66	\$ 128.77	\$ 140.42	\$ 129.61	\$ 130.73	\$ 130.45	\$ 136.49	\$ 137.61	\$ 150.51	\$ 154.09	\$ 153.03	\$ 154.23
Depreciación	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65
GAV	\$ 208.21	\$ 208.21	\$ 233.04	\$ 208.21	\$ 208.21	\$ 306.63	\$ 208.21	\$ 208.21	\$ 233.04	\$ 208.21	\$ 208.21	\$ 239.81
Utilidad antes de impuesto	\$ 61,366.21	\$ 66,011.75	\$ 61,622.43	\$ 69,141.14	\$ 58,658.98	\$ 63,675.76	\$ 62,912.29	\$ 72,021.95	\$ 86,672.24	\$ 95,449.08	\$ 93,795.81	\$ 94,506.85
Impuesto	\$ 18,409.86	\$ 19,803.53	\$ 18,486.73	\$ 20,742.34	\$ 17,597.69	\$ 19,102.73	\$ 18,873.69	\$ 21,606.59	\$ 26,001.67	\$ 28,634.72	\$ 28,138.74	\$ 28,352.05
UTILIDAD	\$ 42,956.34	\$ 46,208.23	\$ 43,135.70	\$ 48,398.80	\$ 41,061.29	\$ 44,573.03	\$ 44,038.61	\$ 50,415.37	\$ 60,670.57	\$ 66,814.36	\$ 65,657.07	\$ 66,154.79

Fuente: Elaboración propia

Luego se determina el Flujo de caja para calcular el flujo de caja efectivo por mes durante los años 2014 y 2015.

TABLA 030: Flujo de Caja UDS, 2014-2015.

2014													
MESES	INICIAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Utilidad		\$ 36,488.13	\$ 48,529.74	\$ 41,504.26	\$ 39,825.40	\$ 37,146.05	\$ 40,676.87	\$ 41,042.25	\$ 44,145.56	\$ 51,482.99	\$ 54,573.65	\$ 66,139.96	\$ 61,200.18
Depreciación		\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65
inversión	\$ -51,166.66												
FLUJO DE EFECTIVO	\$ -51,166.66	\$ 36,586.78	\$ 48,628.39	\$ 41,602.91	\$ 39,924.05	\$ 37,244.69	\$ 40,775.51	\$ 41,140.90	\$ 44,244.21	\$ 51,581.64	\$ 54,672.29	\$ 66,238.61	\$ 61,298.83

2015													
MESES	INICIAL	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Utilidad		\$ 42,956.34	\$ 46,208.23	\$ 43,135.70	\$ 48,398.80	\$ 41,061.29	\$ 44,573.03	\$ 44,038.61	\$ 50,415.37	\$ 60,670.57	\$ 66,814.36	\$ 65,657.07	\$ 66,154.79
Depreciación		\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65	\$ 98.65
inversión	\$ -51,166.66												
FLUJO DE EFECTIVO	\$ -51,166.66	\$ 43,054.99	\$ 46,306.88	\$ 43,234.35	\$ 48,497.45	\$ 41,159.93	\$ 44,671.68	\$ 44,137.25	\$ 50,514.01	\$ 60,769.21	\$ 66,913.00	\$ 65,755.72	\$ 66,253.44

Fuente: Elaboración propia

Con un horizonte de tiempo de Junio 2014 a Diciembre 2015 se calcula el Flujo Neto Efectivo. Se toma el inicio del horizonte Junio debido a que se empezó con la implementación del balance de la línea de ensamblaje en el mes de Junio

TABLA 031: Flujo de Neto de Efectivo UDS, 2014-2015.

		2014											
		JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC						
FLUJO NETO DE EFECTIVO	\$ -51,166.66	\$ 41,042.25	\$ 44,145.56	\$ 51,482.99	\$ 54,573.65	\$ 66,139.96	\$ 61,200.18						
		2015											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
FLUJO NETO DE EFECTIVO	\$ 42,956.34	\$ 46,208.23	\$ 43,135.70	\$ 48,398.80	\$ 41,061.29	\$ 44,573.03	\$ 44,038.61	\$ 50,415.37	\$ 60,670.57	\$ 66,814.36	\$ 65,657.07	\$ 66,154.79	

Fuente: Elaboración propia

Para calcular el VAN se estima un costo de oportunidad de 35% debido a que el margen mínimo por venta de equipos importados debe ser mayor o igual a %35¹⁵.

$$VAN = \$86,714.96$$

Como el VAN es mayor a "0", el proyecto es factible

¹⁵ Política de ventas

5.6. Cálculo del TIR:

Para el cálculo del TIR se toma los flujos netos efectivos calculados en el punto anterior

$$TIR = 89\%$$

Como el TIR es mayor a 35%, el proyecto es factible

5.7. Calculo del B/C:

Para calcular el B/C, se calcula primero el Van del Beneficio y el Van de los costos: \$203,875.36 y \$65,713.16 respectivamente.

$$B/C = 3.10$$

CAPÍTULO 6

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Resultados:

- Luego de implementar las propuestas se puede resumir los resultados en la siguiente tabla:

BAJO INDICE DE PRODUCTIVIDAD						
CI	CAUSA RAIZ	INDICADOR	ACTUAL	META		FINAL
No hay cumplimiento de la política de ventas	Asesores comerciales se retrasan en ingresar OP.	%Rep = Nrep/Nens	20.00%	5.00%	5.00%	4.97%
	Asesores comerciales indican fecha de entregas irreales para captar nuevos clientes.					
∄ política de renovación de herramientas manuales	Alternativas buscadas para reemplazar herramientas manuales son caras.	%Ghm = $\frac{\sum Ghm}{\sum Go}$ p	4.00%	ACTUAL/ 2	2.00%	0.81%
∄ políticas de calidad para características extractores	Proveedor no cumple estándar de constructivos - No mach agujeros de base extractor-motor	%Tcon = TOP3/C	16.29%	(-) 30% ACTUAL	11.40 %	15.37%
	Proveedor no cumple estándar de calidad - Rebabas en ejes	%Treb = TOP2/C	12.22%	(-) 30% ACTUAL	8.55%	16.17%

- Luego de la mejora de propuesta el porcentaje de ensambles reprogramados es de 5%.
- Al final de lo propuesto el tiempo en la actividad de colocación de placas ha disminuido 2.41 minutos.
- El tiempo en la operación de montaje de motor ahora es 13.69 minutos, 5.54 minutos menos que el tiempo inicial.
- Y el tiempo en alineamiento de poleas es 13.53 minutos menos que el inicial.
- El tiempo del ciclo inicial fue de 118.05 minutos y el final es de 89.08 minutos.
- Antes del balanceo se tenía 5 estaciones de trabajo, después del balance de línea se tiene 4 estaciones de trabajo con 20 ensambles por día.
- En situación inicial se tenía un índice de producción de 1.52 ensambles por hora y post balanceo es de 2.69.

- La inversión total para poner en marcha el plan de mejora fue de \$51,166.66.
- Posterior al balanceo de línea se determinó un VAN de \$86,714.96 y un TIR de %89.
- El periodo de retorno es de 8.91 meses.
- El VAN de los ingresos es de \$203,875.36 y el de los egresos es de \$65,713.16.
- El gasto por compra de herramientas manuales ahora representa el 0.81% de los gastos operativos
- El gastos por pago de bonificaciones en los sueldos ahora es 73.58% y el gasto de energía eléctrica es de 2.12%.

6.2. Discusión:

Con el balance de línea por el método posicional se logró disminuir el tiempo del ciclo en la línea de producción en un 24.5%. Además se aumentó el número de estaciones de trabajo de 3 a 4, el trabajo ya no es unidad por operario ahora ya es una línea de producción en línea.

Para poner en marcha el plan de mejora se realizó inversión de recursos humano capacitado por más de 3 meses y financiero. Esta inversión se ve impulsada pues la Gerencia General quiere producir 20 ensambles por día debido a la alta demanda. Con ayuda de un sistema que une ciertas actividades del área comercial y con las de taller.

El balance de línea no solo mejoró la productividad y generó una reducción de los costos operativos sino también redujo el número de órdenes de producción reprogramadas y por ende el cumplimiento de las fechas ofrecidas a los clientes ha mejorado. La consecuencia final de esta mejora es que la satisfacción del cliente aumentará.

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones:

- Se logra incrementar la productividad por medio de la implementación del Sistema de Producción de 1.52 ENS/H a 2.69 ENS/H.
- Los factores que influyen en la deficiencia de la productividad son:
 - 1) No cumplimiento de la política de ventas con la causa raíz: asesores comerciales se retrasan en ingresar OP y asesores comerciales indican fecha de entregas irreales para captar nuevos clientes.
 - 2) La falta de una política de renovación de herramientas manuales con la causa raíz: alternativas buscadas para reemplazar herramientas manuales son caras.
 - 3) Y la falta de políticas de calidad para características extractores con las causas raíz: proveedor no cumple estándar de constructivos - No mach agujeros de base extractor-motor y el incumplimiento del estándar de calidad - Rebabas en ejes
- En el desarrollo de la propuesta de mejora se concluye que se logra una un incremento de la productividad además de la reducción de costos operativos como: gasto por reposición de herramientas manuales, gastos por energía eléctrica y pago de bonificaciones.
- Los indicadores de eficiencia y económicos antes y después de la implementación de la propuesta de mejora se aprecia en los siguientes cuadros.

VARIABLE	DEFINICION	INDICADOR	Antes		Actual	
Productividad	El número de ensambles por hora-hombre	$P = ENS/HH$	12.20	ENS/dia	21.55	ENS/dia
Tiempo estándar	Tiempo en el que se realiza un ensamble	$T_e = \frac{T_n}{P}$	118.05	min/ENS	89.08	min/ENS
Tiempo del ciclo	Cuello de botella de la línea de montaje.	$C = \frac{T_b}{(1 - Fs)}$	25.44	min/ENS	14.47	min/ENS
% ensambles reprogramados	Relación de ensambles reprogramados del total de ensambles hechos en un mes	$\%_{rep} = \frac{N_{rep}}{N_{ens}}$	20.00%		4.97%	
% de costos operativos	Relación de la suma de los costos operativos de las ventas mensuales.	$\%_{CO} = \frac{\sum CO_n}{Ventas}$	12.00%		10.85%	

- El impacto económico de la implementación de la propuesta se muestra en la reducción de tiempos con \$9,954.73 en el 2015. Además se evidencia una reducción en el pago de bonificaciones y de energía eléctrica de \$1,696.38 y \$1,099.38, respectivamente. En cuanto a los costos operativos por reposición de herramientas manuales se reduce en \$2,301.00 en el año 2015. El incremento de la producción se traduce en ingresos por ventas de \$918,159.49 en el año 2015.

7.2. Recomendaciones:

Con la implementación de mejores métodos de trabajo y la implementación de un nuevo sistema que unifica ciertos procesos del área comercial con los del taller se aprecian beneficios en tiempo y dinero pero se recomienda que el sistema se pueda ampliar a todos los procesos del área comercial y a los del área de almacén y distribución.

El área de almacén maneja tiempos de entrega de la materia prima hacia el taller que retrasan el comienzo de las labores. Además se ha podido notar que el personal se concentra en la atención de mercadería a los clientes en tienda. Al ampliar la implementación del nuevo sistema se puede aprovechar el envío de pre alertas anticipando la entrega de la materia prima al taller.

Se ha observado que algunos componentes de una orden de producción se encuentran en distintos almacenes separados por más de 50 metros, motivo por el cual el tiempo de entrega aumenta por lo que se recomienda que se ubiquen los componentes de mayor uso en los ensambles en una zona cercana al despacho de la materia prima para ensambles.

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS VIRTUALES:

- PAG 01 Ingenieros industriales on line. Calculo de tiempo estándar. Última visita 13.05.14. <http://ingenierosindustriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/estudio-de-tiempos/c%C3%A1lculo-del-tiempo-est%C3%A1ndar-o-tipo/>.
- PAG 02 Monografías. Productividad. Última visita 24.07.14. <http://www.monografias.com/trabajos6/prod/prod.shtml>.
- PAG 03 Monografías. Estudio de tiempos. Última visita 02.04.14. <http://www.monografias.com/trabajos27/estudio-tiempos/estudio-tiempos.shtml>.
- PAG 04 Wikipedia. Kanban. Última Visita 02.04.14. <http://es.wikipedia.org/wiki/Kanban>.
- PAG 05 IEBS. Metodología Kanban. Última visita 14.05.14. <http://comunidad.iebschool.com/iebs/general/metodologia-kanban/>
- PAG 06 Monografías. Aplicaciones y uso del Kanban. Última visita 23.05.14. <http://www.monografias.com/trabajos6/sika/sika2.shtml>.
- PAG 07 Transferencia Posgrado, Investigación y Extensión en el Campus Monterrey. Implementación de un sistema Kanban para la producción de partes automotrices. Última visita 10.04.14. <http://www.mty.itesm.mx/die/ddre/transferencia/Transferencia45/eli-04.htm>.
- PAG 08 Crealor.es. Definición de Kanban. Última visita 14.05.14. http://www.crealor.es/2006/dic_kanban.htm.
- PAG 09 Wikipedia. Productividad. Última visita 13.04.14. <http://es.wikipedia.org/wiki/Productividad>
- PAG 10 Instituto Peruano de Economía. Productividad laboral. Última visita 23.05.14. <http://www.ipe.org.pe/content/productividad-laboral>
- PAG 11 El Prisma. Conceptos modernos de Productividad. Última visita 07.05.14. http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/productividadconceptos/
- PAG 12 Definicion.de. Definición de productividad. Última visita 07.05.14. <http://definicion.de/productividad/>
- PAG 13 Productividad Laboral. Elementos conceptuales de la producción. Última visita 28.03.14. http://www.productividad.org.mx/es/elementos_concep.aspx

REFERENCIAS TEXTUALES:

- 001 Indicadores de producción. Facultad de Ingeniería y Arquitectura USMP. Publicado el 10 de Junio del 2012.
- 002 Implementación de Sistema Kanban FAESA. Fabrica Argentina de Elásticos SAlyC. Publicado el 23 de Mazo del 2013.
- 003 Método Kanban. Instituto Nacional de Tecnología Industrial-Argentina, industriabebible.com. Pag 38 y 39
- 004 Tesis "Sistema Kanban como ventaja competitiva en la micro, medina y pequeña empresa". Egresado Job Ángeles Estrada. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de Ciencia Básica e Ingeniería. Presentada en Junio del 2006.
- 005 Tesis "Estudio para la implementación de una línea de producción de artículos plásticos destinados a la fabricación de utensilios en la empresa Tecno producción". Egresado Juan Sebastián Parra Narváez. Universidad Técnica Salesiana, Sede Cuenca. Presentada Mayo 2012.
- 006 Capítulo 3: Metodología Kanban. Universidad de las Americas. Pag 19 a 48.

ANEXOS

Anexo 01. Zona de recepción de fajas y poleas



Anexo 2: Guía para realizar los garbados en las placas.



Anexo 3: Proceso de ensamblaje de un extractor DA/B



Anexo 4: Extractor SA en espera de ser ensamblado

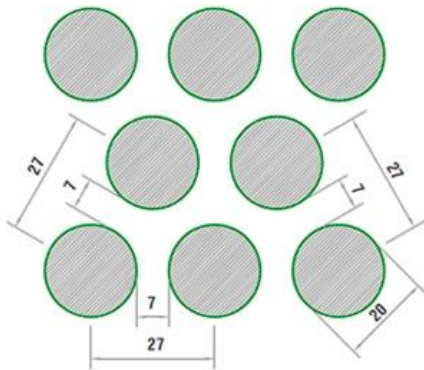


Anexo 5: Zona de ensambles de reductores



Anexo 6: Perforación redonda y oblonga

Perforación circular desplazada



Perforación oblonga

