



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

“PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN
LOGÍSTICA Y MANTENIMIENTO PARA AUMENTAR
LA RENTABILIDAD EN LA EMPRESA FACTORÍA
INDUSTRIAL S.A.C.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autores:

Bach. Celia María Gonzaga Sánchez

Bach. Bryan Alexander Mostacero Chapilliquen

Asesor:

Ing. Enrique Avendaño Delgado

Trujillo - Perú

2018

DEDICATORIA

A Dios.

A mi familia.

EPÍGRAFE

“El éxito consiste en obtener lo que se desea. La felicidad, en disfrutar lo que se obtiene”

Henry Ford

AGRADECIMIENTO

En primera instancia Agradecer a Dios y a mi familia por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad, gracias por su apoyo y su amor incondicional que hicieron que nunca me rinda.

Agradecer a mis formadores y amigos, quienes me ayudaron con sus enseñanzas y poder lograr lo que soy ahora.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

De conformidad y cumpliendo lo estipulado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada del Norte, para Optar el Título Profesional de Ingenieros Industriales, ponemos a vuestra consideración la presente Proyecto intitulado:

***“PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN LOGÍSTICA Y MANTENIMIENTO
PARA AUMENTAR LA RENTABILIDAD EN LA EMPRESA FACTORIA
INDUSTRIAL S.A.C.”***

El presente proyecto ha sido desarrollado durante los meses de junio de 2017 a marzo del año 2018, y espero que el contenido de este estudio sirva de referencia para otros Proyectos o Investigaciones.

Bach. Celia María Gonzaga Sánchez

Bach. Bryan Alexander Mostacero Chapilliquen

LISTA DE MIEMBROS DE LA EVALUACIÓN DE LA TESIS

Asesor:

Ing. Enrique Avendaño Delgado

Jurado 1:

Ing. Marco Baca López

Jurado 2:

Ing. Mario Alfaro Cabello

Jurado 3:

Ing. Rafael Castillo Cabrera

RESUMEN

La presente tesis se llevó a cabo en la empresa FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C., debido a que actualmente tiene altos costos operacionales debido a una inadecuada gestión de la logística y mantenimiento de sus principales maquinarias y/o equipos, así como las estructuras de fabricación actual de sus principales productos.

El presente trabajo ha sido elaborado con la finalidad de aumentar la rentabilidad de la empresa FACTORÍA INDUSTRIAL S.A.C, para ello se ha planteado mejorar la situación actual del Área de Logística y Producción a través de una propuesta de mejora en la gestión de requerimiento de materiales y capacidad de Producción (MRP II), ABC, Layout de Planta y Mantenimiento Productivo Total (TPM). Para llevar a cabo esta propuesta de mejora, en primer lugar, se realizó el diagnóstico de la situación actual del proceso del Área de Logística y Mantenimiento, siendo los principales problemas que incrementan los costos operacionales son: falta de mantenimiento preventivo, inadecuada asignación de funciones a los técnicos y personal administrativo de la empresa, inadecuada distribución de almacenes, falta de métodos de aprovisionamiento (entradas y salidas), inadecuada asignación de materiales a los técnicos de soldadura en la empresa y falta de mantenimiento a las maquinarias y calibración de las mismas. Para el desarrollo de la propuesta de mejora se hizo el uso de las siguientes metodologías y herramientas: MRP II, ABC, Layout de Planta y TPM, que ayudará a mejorar la gestión Logística y de Mantenimiento.

Estas propuestas de mejora lograrán aumentar las ventas de sus productos en un 20%; se logró reducir el número de trabajadores de 58 a 54 (ahorro anual de s/. 22,800.00); todo esto con la propuesta de las herramientas mencionadas. Para culminar, se realizó una evaluación económica financiera obteniéndose un VAN de S/. 23,702.00, un TIR de 43.5%, B/C de 1.20 y un ROI de s/. 1764.75; lo cual indica que el proyecto es RENTABLE.

ABSTRACT

The present test was carried out in the company FACTORIA INDUSTRIAL SAC, because it currently has high operational costs due to inadequate logistics management and maintenance of its main equipment and equipment, as well as the current manufacturing structures of its main products.

This work has been developed with the aim of increasing the profitability of the company FACTORÍA INDUSTRIAL SAC, for this purpose it has been proposed to improve the real situation of the Logistics and Production Area through a proposal of improvement in the management of material requirements and Production Capacity (MRP II), ABC, Plant Design and Total Productive Maintenance (TPM). To carry out this improvement proposal, first of all, the diagnosis of the real situation of the Logistics and Maintenance Area process was made, the main problems that increase the operational costs. They are: lack of preventive maintenance, inadequate assignment of functions. to the technicians and the administrative personnel of the company, the distribution of materials, the lack of supply methods, the assignment of materials to the welding technicians in the company and the lack of maintenance to the tools and the calibration of the same. For the development of the improvement proposal, the following tools and tools were used: MRP II, ABC, Plant Layout and TPM, which help improve Logistics and Maintenance management.

These improvement proposals managed to increase the sales of their products by 20%; it was possible to reduce the number of workers from 58 to 54 (annual saving of s / .22,800.00); all this with the proposal of the mentioned tools. To complete, an economic financial evaluation was carried out, obtaining a NPV of S / . 23,702.00, a TIR of 43.5%, B / C of 1.20 and an ROI of s / . 1764.75; Which indicates that the project is PROFITABLE.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis se ha elaborado en la empresa de fabricación, reconstrucción, diseño y montaje de partes para la industria minera, pesquera, agroindustrial y transportes; FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C., debido a que se identificaron problemas como que no existe un control adecuado de las salidas y entradas de materiales y herramientas, inadecuada distribución de almacenes de M.P y P.T., paradas de los servicios por falta de materiales, equivocación de asignación de materiales a los técnicos de soldadura en la empresa, falta de mantenimiento a las maquinarias y calibración de las mismas, inadecuada asignación de funciones a los técnicos y personal administrativo de la empresa ; y para dar solución a estos problemas se ha planteado mejorar la gestión logística y mantenimiento de la empresa. De acuerdo a lo expuesto anteriormente, la presente investigación sobre la propuesta de mejora en la gestión logística y mantenimiento en la empresa FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C. para aumentar la productividad, se describe en los siguientes capítulos.

En el Capítulo I, se muestran los aspectos generales sobre el problema de la investigación.

En el Capítulo II, se describen los planteamientos teóricos relacionados con la presente investigación.

En el Capítulo III, se hace una descripción general de la empresa para tener una idea más profunda del rubro en el que se desenvuelve, sus procesos, clientes, proveedores, etc. En esta parte también se hace un análisis del problema con herramientas como Ishikawa y diagrama de Pareto para encontrar las causas raíces que lo originan.

En el Capítulo IV, se describe la solución propuesta haciendo énfasis en los problemas que intervienen en la mejora de la gestión logística y mantenimiento; y su baja productividad.

En el Capítulo V, se describe la evaluación económica y financiera de la propuesta.

En el Capítulo VI, plantean las conclusiones y recomendaciones como resultado del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	ii
EPIGRAFE	iii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PRESENTACIÓN.....	iv
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
INTRODUCCIÓN.....	viii
ÍNDICE GENERAL	ix
ÍNDICE DE CUADROS.....	xii
CAPITULO 1: GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 Realidad problemática.....	2
1.2 Formulación del problema	7
1.3. Hipótesis.....	7
1.4Objetivos	7
1.4.1 Objetivo General	7
1.4.2 Objetivos Específicos	7
1.5 Justificación	7
1.5.1.Justificación aplicativa o práctica	7
1.5.2. Justificación teórica.....	8
1.6.Tipo de investigación	8
1.6.1.Por la orientación	8
1.7.Diseño de la investigación	8
1.7.1.Por el diseño	8
1.8.Variables.....	8

1.9.Operacionalización de las variables	9
CAPITULO 2: REVISIÓN DE LITERATURA MARCO REFERENCIAL	11
2.1.Antecedentes de la Investigación	12
2.2.Marco teórico	21
2.3. Definición de términos básicos.....	41
CAPITULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL	43
3.1.Descripción general de la empresa	44
3.1.1. Empresa de procesamiento de conservas DON FERNANDO S.A.C	44
3.1.2.Datos	45
3.1.3.Misión y visión	45
3.1.4.Principales clientes	46
3.1.5.Proveedores	47
3.1.6.Competidores	49
3.1.7.Maquinaria y equipos.....	49
3.1.8. Mapa de procesos	50
3.1.9. Organigrama de la empresa	51
3.1.10. Proceso Productivo.....	52
3.1.11. Organigrama de la empresa.....	54
3.2. Descripción del Área de la empresa objeto de análisis.....	54
3.3. Identificación de problemas e indicadores actuales	56
3.3.1.Diagrama de Ishikawa	56
3.3.2.Matriz de priorización.....	57
3.3.3.Diagrama de Pareto.....	58
3.3.4. Indicadores actuales y metas proyectadas	59
CAPITULO 4: SOLUCION PROPUESTA	67

4.1. Definición de las Propuesta de mejora.....	68
4.2. Desarrollo de Propuesta de mejora.....	70
CAPITULO 5: EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA.....	114
5.1 Estado de Resultados.....	117
5.2 Flujo de Caja.....	117
5.3 Cálculo del VAN/TIR/B-C.. ..	118
CAPITULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	119
6.1. Conclusiones.....	120
6.2. Recomendaciones.....	122
BIBLIOGRAFÍA.....	123

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01:	09
Cuadro N° 02:	46
Cuadro N° 03:	48
Cuadro N° 04:	50
Cuadro N° 05:	59
Cuadro N° 06:	60
Cuadro N° 07:	68
Cuadro N° 08:	69
Cuadro N° 09:	70
Cuadro N° 10:	72
Cuadro N° 11.a:	73
Cuadro N° 11.b:	73
Cuadro N° 11.c:	74
Cuadro N° 11.d:	76
Cuadro N° 12:	77

Cuadro N° 13:	78
Cuadro N° 14:	79
Cuadro N° 15:	79
Cuadro N° 16:	80
Cuadro N° 17:	80
Cuadro N° 18:	80
Cuadro N° 19:	81
Cuadro N° 20:	82
Cuadro N° 21:	83
Cuadro N° 22:	85
Cuadro N° 23:	86
Cuadro N° 24:	87
Cuadro N° 25:	87
Cuadro N° 26:	88
Cuadro N° 27:	89
Cuadro N° 28:	90
Cuadro N° 29:	91
Cuadro N° 30:	92
Cuadro N° 31:	94
Cuadro N° 32:	95
Cuadro N° 33:	95
Cuadro N° 34:	95
Cuadro N° 35:	95
Cuadro N° 36:	96
Cuadro N° 37:	98
Cuadro N° 38:	102

Cuadro N° 39:	104
Cuadro N° 40:	104
Cuadro N° 41:	105
Cuadro N° 42:	107
Cuadro N° 43:	107
Cuadro N° 44:	108
Cuadro N° 45:	108

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 01:	22
Figura N° 02:	23
Figura N° 03:	24
Figura N° 04:	24
Figura N° 05:	25
Figura N° 06:	26
Figura N° 07:	27
Figura N° 08:	29
Figura N° 09:	29
Figura N° 10:	31
Figura N° 11:	32
Figura N° 12:	33
Figura N° 13:	34
Figura N° 14:	36
Figura N° 15:	44
Figura N° 16:	50
Figura N° 17:	51

Figura N° 18:	54
Figura N° 19:	55
Figura N° 20:	57
Figura N° 21:	58
Figura N° 22:	61
Figura N° 23:	61
Figura N° 24:	62
Figura N° 25:	63
Figura N° 26:	63
Figura N° 27:	64
Figura N° 28:	66
Figura N° 29:	84
Figura N° 30:	109
Figura N° 31:	110
Figura N° 32:	110
Figura N° 33:	111
Figura N° 34:	113

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01:	56
Gráfico N° 02:	87

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Realidad problemática

A nivel Internacional, la Industria Metal Mecánica está estrechamente vinculada con los demás sectores productivos y por ser una industria transformadora de metales, está vinculada especialmente con la minería. El sector Metal Mecánico es considerado universalmente como un sector de avanzada en la industria porque tiene un alto efecto multiplicador, capacidad de arrastre sobre otros sectores y generador de empleo altamente calificado, sus procesos conllevan una mayor tecnología y su complejidad contribuye a la modernización de la economía (Centro de desarrollo industrial [CDI],2013).

En los últimos años en el panorama internacional el tamaño del sector metalmecánico ha crecido y hoy es 4 veces más grande que el textil y confecciones. La utilización de la capacidad instalada supera el 72,8 por ciento, las exportaciones de la industria han aumentado. El mayor receptor de productos de metal es Estados Unidos seguido por Venezuela (Árbol de tinta [Eds.], 2008).

La amenaza inmediata para el sector la constituye el alza mundial de materias primas e insumos, como el acero y otros metales básicos (Árbol de tinta [Eds.], 2008).

Navarro (2012) sostuvo que en el mercado peruano la industria metal mecánica provee desde alambres de cobre y productos de zinc hasta vehículos, artefactos, estructuras metálicas y completas plantas para la minería. Según la Sociedad Nacional de Industrias (SIN) el 20 por ciento de la producción nacional es exportada a países de América Latina como México, Colombia, Venezuela, Bolivia, Brasil y Chile, además de Estados Unidos e Italia. Además, se afirmó que el sector metalmecánico representa el 20% de la industria nacional y brinda puestos de trabajo a 280,000 personas (Navarro, 2012).

A nivel Nacional, dentro del sector metal mecánica uno de los rubros más representativos y crecientes es el que comprende actividades de ensamblaje de estructuras metálicas para el montaje de vehículos de transporte especialmente buses provinciales e interprovinciales y la minería, esto guarda relación con el incremento de la demanda de viajes interprovinciales de pasajeros en 7% en el 2013 y este año se espera que crezca un 8% adicional y se estima que en el 2015 se realizarían 85 millones de viajes interprovinciales de pasajeros en el

Perú , de acuerdo con estimaciones de Tepsa, empresa de transportes de pasajeros y carga (Robles, 2013).

Según la Asociación de Representantes Automotrices del Perú (Araper) en el 2007 se colocó 1,374 unidades, apenas poco más que la mitad de lo colocado el año pasado. Pero a partir de entonces, las ventas se fueron elevando (Roig, 2013). En el 2008, el número de unidades vendidas en este segmento fue de 1,570, y si bien en el 2009, en que por la crisis económica mundial el sector en su conjunto se vio afectado, solo se alcanzó las 1,448 unidades colocadas, el 2010 y el 2011 se retomó con fuerza la senda del crecimiento (Roig, 2013). En el 2010 se consiguió un incremento de más de 52%, logrando colocarse 2,204 unidades, mientras que en el 2011 el crecimiento, aunque menor fue también importante (casi 17%), llegándose a vender 2,577 unidades: 1,278 de menos de 16 toneladas y 1,299 de más de dicho PBV (Roig, 2013).

El sector metalmecánico deberá enfrentar una fuerte competencia dentro y fuera del país y su desarrollo dependerá de la capacidad para innovar y el fortalecimiento de la relación con los clientes. Para mantener precios bajos y calidades altas, el único camino será el uso de tecnologías de última generación y alta precisión en el producto terminado. La actividad minera se convirtió en las últimas dos décadas en la principal consumidora de los productos y servicios que ofrecen las empresas metalmecánicas del Perú. No obstante, por las razones ya conocidas en estos últimos años ha disminuido dicho consumo y son los sectores de energía e hidrocarburos los que tienen mayor actividad en el requerimiento de estos productos.

Del mismo modo, durante los últimos años, la industria metalmecánica ha incrementado su capacidad de ofrecer servicios a los diferentes sectores productivos y a los proyectos de inversión.

Augusto Martinelli, presidente del Comité de Fabricantes de Bienes de Capital y presidente coordinador de los Comité Metalmecánicos de la Sociedad Nacional de Industrias (SNI), comenta que prácticamente la totalidad de los bienes que producimos tienen arancel Cero. “El crecimiento del sector y su articulación, por ejemplo, con los proyectos de inversión, ha sido gracias a la capacidad de

producir bienes con los estándares más avanzados a nivel internacional y en las condiciones más ventajosas para nuestros clientes”, refiere.

Añade que los niveles de exigencia del cliente para todos los subsectores se han incrementado, lo cual ha sido un aliciente para la mejora de la calidad y el desarrollo tecnológico. Para especialista de Fiansa, en proceso de producción se ha realizado una serie de cambios al utilizar equipos automatizados; sin embargo, en cuanto al material, no se han presentado avances y se continúan empleando los mismos materiales.

Por su parte, Juan Delgado, gerente comercial de Haug, refiere que este año se presenta con algunas dificultades debido a que hay preocupación en las empresas del sector metalmecánico por el decrecimiento de sus actividades en comparación con la de los dos últimos años. “Nuestro gobierno debe realizar sus mayores esfuerzos para lograr que se concreten los megaproyectos de inversión en minería, hidrocarburos e infraestructura, tales como Tía María, Toquepala, Quellaveco, el Gasoducto del Sur como la Ampliación y Modernización de la Refinería de Talara”, instó el ejecutivo, para que de esta manera “se recupere la actividad que teníamos en años anteriores”.

Según información de PROMPERU las exportaciones del 2014 entre metalmecánica (US\$ 583 millones) y el subsector siderometalúrgico (US\$ 1 050 millones) sumaron US\$ 1,633 millones. De acuerdo con Persy Espinoza, subgerente de Industrias del Zinc, detalla que, en este primer trimestre del año, la mayor demanda del servicio de galvanizado se ha experimentado en el sector industrial, por la construcción de nuevas plantas industriales o las ampliaciones de las mismas, que ha requerido de estructuras, parrillas para piso, bandejas portacables, etc. para su construcción.

Por otro lado, precisa que la minería ha sido el segundo sector que ha requerido de sus servicios, tanto para instalación de plantas de tratamiento como para cercamiento. Seguido del sector eléctrico, como mayor demandante de nuestro servicio, específicamente el galvanizado de torres de transmisión eléctrica.

La empresa FACTORÍA INDUSTRIAL S.A.C. realiza sus actividades de diseño, fabricación, reconstrucción y montaje de partes para la industria minera,

pesquera, agroindustrial y transportes, sin tomar; en cuenta de una manera óptima los métodos de aprovisionamientos de materiales, herramientas, gestión de inventarios, mantenimiento preventivo de equipos e indicadores de productividad para la mejora de la gestión Logística y Mantenimiento.

La empresa metalmecánica FACTORIA INDUSTRIAL SAC, cuenta con una eficacia actual de 62.5% en términos de productividad y una producción de 12,520 diseño y fabricación de estructuras metálicas para el sector minería y., cuyo precio de venta en el mercado se establece en s/18,550.00 por estructuras de camiones de carga pesada y maquinaria de soldadura para oxicorte y mantenimiento de máquinas de calibración; cabe mencionar que estos datos corresponde a la capacidad de planta actual de la empresa. (Fuente: Información histórica proporcionada por la empresa Factoría Industrial S.A.C.)

Durante el último año 2016 la empresa presentó los siguientes siete (07) problemas significativos los cuales son materia de la presente investigación: 1) No existe un control adecuado de las salidas y entradas de materiales y herramientas; lo cual significa el mal procesamiento de los flujos de la cadena de abastecimiento desde las entradas hasta su destino final o estacional.

Por tal motivo la empresa FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C. llegó a tener un total de 88 colaboradores entre técnicos y personal administrativo, llevando a un incremento en los costos de planilla y compras a un total de s/ 18,094.18. (**Ver Sustento en el Anexo N° 01**).

2) Inadecuada distribución de almacenes de M.P y P.T; por el Layout actual que perjudica en los traslados y tiempos en respuesta a los materiales y/o productos finales solicitados cuyo impacto significativo económico es de s/. 8,992.58 (**Ver Sustento en el Anexo N° 02**), 3) Paradas de los servicios por falta de materiales, En el último año 2016 se registró 15 paradas o fallas en la ejecución de la producción de los elementos metálicos y estructuras de soldadura de la empresa por la falta y mala asignación de los recursos a los técnicos impactando económicamente en una pérdida por costo de lucro cesante para la empresa por la no satisfacción del cliente es de s/. 4,220.00. (**Ver Sustento en el Anexo N° 03**); a la vez no se está estableciendo un procedimiento de seguimiento de satisfacción tanto a los proveedores y clientes. 4) Equivocación de asignación de materiales a los técnicos de soldadura en la empresa; debido a la falta de control en la entrada y salida de almacén de dichos requerimientos y la

capacidad de producción actual que posee la empresa causando una pérdida de s/1,558.71 (**Ver Sustento en el Anexo N° 04**), 5) Falta de mantenimiento a las maquinarias y calibración de las mismas; no existe un control ni seguimiento o Programa de Mantenimiento Productivo Total (MPT) en base a indicadores que permitan establecer el estado actual de la maquinaria y el debido mantenimiento que deberían tener para ocasionar un menor gasto económico a la empresa, que en el último año fue de s/.48,983.50 (**Ver Sustento en el Anexo N° 05**), 6) Inadecuada asignación de funciones a los técnicos y personal administrativo de la empresa; debido a no existir un plan de requerimientos de materiales y designación de la capacidad de dichos productos por estación de trabajo; A todo esto se debe resaltar la falta de un Programa de Capacitación al Personal en actividades técnicas operativas y gestión logística y de Mantenimiento; como indicadores y procedimientos que se deben implementar para que de tal forma las ventas de los productos finales se vean reflejado tanto en los estados financieros como en la satisfacción del cliente. En el año 2016 solo se realizó 6 capacitaciones en dichas actividades; de lo cual se aprecia que no influye lo necesario para elevar dichos indicadores que permitan aumentar la productividad.

7) Equivocación de asignaciones de funciones de mantenimiento a los técnicos del área de soldadura; por los problemas mencionados anteriormente impactando en los costos de la empresa y causando una rentabilidad baja debido a la pérdida en materiales, distribución de almacenes y ventas de los productos, desde el año 2014 hasta el año 2016; en base a la rentabilidad actual de la empresa, las ventas de los productos metalmecánico y derivados (soldadura) incrementaron en un **16.5%** anualmente (**Ver Sustentos de los Anexos**); pero no cumplió con establecer la meta planteada por Gerencia General que actualmente es de un 92%.(Fuente: Información proporcionada por la empresa FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C.).

Debido a la falta de espacio y a la inadecuada distribución en el Almacén Central de la empresa; el cual es propio; debido a la demanda que posee la empresa al interior del país; y para cumplir con los requerimientos de materia prima y/o distribución del mismo hasta su cliente final, en dicho establecimiento se realizará un nuevo diseño de planta (Layout); cubriendo de esta forma la

demanda pronosticada que posee la empresa de acuerdo a la capacidad de servicios que se brinda y se logrará un beneficio en rentabilidad de s/ 35,208.00.

1.2 Formulación del problema

¿De qué manera impacta en la rentabilidad con la propuesta de mejora en la Gestión Logística y Mantenimiento de la empresa FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C.?

1.3 Hipótesis

La Propuesta de Mejora en la Gestión Logística y Mantenimiento impactará positivamente en la rentabilidad de la empresa FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Aumentar la rentabilidad mediante la propuesta de mejora en la Gestión Logística y Mantenimiento de la empresa FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico del estado actual de la gestión logística y mantenimiento.
- Proponer las herramientas de Ingeniería Industrial para solucionar los problemas identificados; utilizando las técnicas del Lean Manufacturing (Kanban), Mantenimiento Productivo Total (MPT), máxima capacidad de operación, indicadores de productividad y Programa de Capacitación.
- Realizar la evaluación económica de la propuesta de mejora en la gestión logística y mantenimiento de la empresa FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C.

1.5 Justificación

1.5.1 Justificación aplicativa o práctica

Se realiza el presente trabajo de investigación con la finalidad de reducir los costos operativos de la empresa FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C.

El trabajo servirá para solucionar problemas como la capacidad de producción de la empresa, métodos de aprovisionamientos de materiales, herramientas, gestión de inventarios, mantenimiento preventivo de equipos e indicadores de productividad y la Implementación ((construcción) de un Nuevo Layout de Planta y las técnicas de Lean Manufacturing (Kanban), Mantenimiento Productivo Total (TPM), máxima capacidad de operación, indicadores de productividad y Programa de Capacitación, reduciendo los sobrecostos y re procesos lo cual originan sobrecostos en las operaciones de la empresa.

1.5.2 Justificación teórica

La empresa FACTORÍA INDUSTRIAL S.A.C. realiza sus actividades de diseño, fabricación, reconstrucción y montaje de partes para la industria minera, pesquera, agroindustrial y transportes, sin tomar; en cuenta de una manera óptima los métodos de aprovisionamientos de materiales, herramientas, gestión de inventarios, mantenimiento preventivo de equipos e indicadores de productividad para la mejora de la gestión Logística y Mantenimiento.

Por tal motivo, la presente tesis pretende mejorar la situación actual empleando una base teórica.

Se realizó un análisis, en el cual se investigó y se planteó una propuesta de mejora de la gestión Logística y Mantenimiento en las actividades de la empresa; para lo cual se plantea la Implementación (construcción) de un Nuevo Layout de Planta y las técnicas de Lean Manufacturing (Kanban), Mantenimiento Productivo Total (MPT), máxima capacidad de operación, indicadores de productividad y Programa de Capacitación para aumentar la productividad de la empresa FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C.

1.6 Tipo de investigación

1.6.1 Por la orientación

Aplicada

1.7 Diseño de la investigación

1.7.1 Por el diseño:

Pre – Experimental

1.8 Variables

1.8.1 Variable Independiente

- Propuesta de Mejora en la Gestión Logística y Mantenimiento.

1.8.2 Variable Dependiente

- La productividad de la empresa FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C.

1.9 Operacionalización de las variables

Cuadro N° 01: Matriz de Operacionalización de las Variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	METODOLOGÍA	INDICADORES	FORMULAS
Variable Independiente Propuesta de Mejora en la Gestión Logística y Mantenimiento	Es la gestión del flujo de materias primas, productos, servicios e información a lo largo de toda la cadena de suministro de un producto o servicio y los controles de calidad que conllevan a la identificación de puntos críticos y su mejora operacional.	Para medir esta variable es necesario tener en cuenta los indicadores de Control y Gestión Logística, Productividad, Control y Gestión de Mantenimiento	Control y Gestión Logística	Kanban, Capacidad de Planta, Productividad, Distribución de Planta (Layout)	<ul style="list-style-type: none"> Variabilidad del tiempo de organizar materiales de trabajo 	$(\text{Tpo anterior} - \text{Tpo Nuevo} / \text{Tiempo anterior}) * 100\%$
					<ul style="list-style-type: none"> Nivel de Producción de producto final 	$(\text{N}^\circ \text{ Prod. Antes} - \text{N}^\circ \text{ Prod. Actual} / \text{N}^\circ \text{ Prod. Antes}) * 100\%$
					<ul style="list-style-type: none"> Nivel de Inventario Actual con respecto al nivel de inventario estándar 	$(\text{Invnt. Inicial} - \text{Invnt. Estándar} / \text{Invnt. Estándar}) * 100\%$
			Productividad		<ul style="list-style-type: none"> Índice de Productividad de Mano de Obra 	Volumen de Producción conforme/ H-H Trabajadas
					<ul style="list-style-type: none"> Índice de Productividad de Materiales 	Volumen de Producción conforme/ Materiales empleados
					Control y Gestión de Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> Número de Paradas mensuales
		<ul style="list-style-type: none"> Tiempo improductivo mensual 	Horas perdidas por parada de producción/periodo de tiempo			
		<ul style="list-style-type: none"> Tiempo Medio entre Fallas (MTBF) 	Horas de Producción programadas* tiempo total de reparación/ N° Fallas			

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	FÓRMULAS
<p>Variable Dependiente</p> <p>Aumentar la rentabilidad de la Gestión Logística y Mantenimiento</p>	<p>Es una medida, referida a un determinado periodo de tiempo, en el cual los controles logísticos y mantenimiento se establecen bajo parámetros de ingresos y salidas de las ventas que se derivan del funcionamiento normal de una empresa, esto permite la comparación de dichos controles entre empresas sin que la diferencia de sus estructuras económicas afecte al valor del ratio.</p>	<p>La productividad debe ser analizada a través de indicadores y flujos económicos que permitan ver el aporte a la empresa. EEFF y medidos con indicadores financieros para evaluar si el retorno y la inversión son factibles</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de representación de la rentabilidad 	<p>Beneficio Total/Inversión Total</p>

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 2: REVISIÓN DE LITERATURA MARCO REFERENCIAL

2.1 Antecedentes de la Investigación

Esta investigación, se ha elaborado en base a una búsqueda bibliográfica y haciendo un análisis de la información encontrada.

2.1.1. Internacionales

Título: “Diseño de un Modelo de Gestión Logística para mejorar la eficiencia Organizacional de la empresa Mecánica Corpisos S.A en el Municipio de Turbaco, Bolívar” Año 2013.

Autores: Ella Cecilia Bohorquez Vásquez, Roy Alfonso Puelles Fuentes en la Universidad de Cartagena.

Conclusiones:

- La recolección de datos sobre la empresa CORALINAS & PISOS S.A. COSPISOS S.A. y la transformación de los mismos en información permitió diseñar la ruta por la cual la empresa debería enfocarse de ahora en adelante; la cual consiste en mejorar su gestión logística y su cadena de suministro mediante la modificación de algunos de sus procesos y la implementación de nuevas herramientas de trabajo, para lograr la eficiencia organizacional y por ende garantizar un sostenimiento y permanencia en el mercado actual.

- El desarrollo del presente proyecto permitió poner en práctica todos aquellos conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera profesional cursada, incentivando el uso de herramientas para la solución de problemas empresariales; también aportó el entendimiento de cómo funciona la gestión logística de las empresas en un entorno real. Disminuir el número de selladores en montaje a 15 es la mejor opción para equilibrar la línea desde el punto de vista económico. **[TESIS 001]**

Título: “Diseño de Plan de Mantenimiento Preventivo y Correctivo para los equipos móviles y fijos de la empresa de Mirasol S.A.”; Año 2014.

Autor: Moisés Eduardo Tamariz Vélez realizado en la Universidad de Cuenca de Ecuador.

Resumen:

- El mantenimiento industrial se ha modificado según han pasado los años, de un proceso de inspección hasta lo que hoy conocemos como mantenimiento como tal. El mantenimiento en una empresa es un proceso obligatorio que se debe seguir con responsabilidad y con disciplina. Este nos permite evitar el paro imprevisto de los equipos y del proceso de producción y un ahorro de costos. El mantenimiento realizado correctamente permite a la empresa una optimización de medios, mejorar el dominio de los costos, tener procedimientos homogéneos, seguimiento de máquinas y averías más homogéneo, mejor gestión del personal, delegación de responsabilidad a los Jefes de áreas, Mejora de relaciones con producción, más eficacia y rapidez en la ejecución de trabajos, mejor comunicación e integración de equipos polivalentes. Basado en todo lo acotado, se pretende aplicar un mantenimiento preventivo y un mantenimiento correctivo en las áreas de talleres de mecánica, latonería y de lavado por medio de una base de datos, en donde consten todo equipo móvil y fijo con sus respectivas especificaciones, descripción de los equipos, manual de uso, respectivo mantenimiento a realizar ya sea diario, mensual o trimestral, los cuales son obligados por el Ministerio de Relaciones Laborales. (MRL.). En esta base de datos constaran los proveedores responsables de abastecer los repuestos, el técnico que procederá a realizar los mantenimientos, el técnico que deberá dar la capacitación al modificar los equipos y los jefes encargados en verificar cada uno de los equipos. **[TESIS 002]**.

Título: “Propuesta de Mejora para la Logística de Distribución Nacional en la Gestión en la Cadena de Suministro de la empresa Gyptec S.A.” Año 2012.

Autores: Fabián Rodrigo Correa Ramírez, Swanny Acosta Raish
realizado en la Universidad Tecnológica de Bolívar de Colombia

Conclusiones:

- Se consiguió analizar y caracterizar la cadena de suministro de la empresa Gyptec S.A., para lo cual el grupo investigador se basó en un modelo llamado SCOR. Esto permitió que se sentaran las bases del estudio para lograr los objetivos planteados.
- Se determinaron los puntos críticos a lo largo del proceso de la cadena de suministro de la empresa, utilizando herramientas claves de productividad, lo que permitió tener una idea sobre las causas que generaban los diferentes problemas en su cadena de suministros.
- Se logró medir la percepción de los clientes de la empresa a través de una encuesta lo que fue clave para identificar los puntos de mejora.
- Las diversas visitas a la empresa y las entrevistas realizadas a funcionarios de la misma sirvieron de apoyo para concientizar a sus empleados sobre cuáles eran los principales errores que se estaban cometiendo en esa gestión logística.
- Se realizaron propuestas de mejora con el fin de minimizar el impacto de los puntos críticos encontrados, las cuales deberán ser llevadas a cabo por la empresa con el fin de lograr resultados positivos para ésta.
- Se llegó a la conclusión que la empresa deberá hacer una inversión que permita abordar las propuestas planteadas por el grupo investigador.

- Se elaboró un cronograma de actividades el cual deberá ser llevado a cabo por parte de la compañía en el momento que lo estime pertinente. **[TESIS 003]**

2.1.2. Nacional

Título: “Propuesta de desarrollo y análisis de la gestión del mantenimiento industrial en una empresa de fabricación de cartón corrugado” Año 2014.

Autor: José Antonio Muñoz Ibeibarriaga en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Conclusiones:

- Del análisis de la teoría y la implicancia en los resultados obtenidos se resume que la gestión de mantenimiento es parte del reflejo de las buenas prácticas de manufactura que proyecta una compañía tanto a sus clientes como internamente a su personal, es una parte importante de la política interna y es una muestra del interés en el intento de mejorar y crecer En los cálculos se evidencia que la empresa Papelera Del Sur ha pierde una capacidad productiva promedio de S/.34627.00 en ventas debido a falta de disponibilidad de las líneas de operación por problemas mecánicos y eléctricos, los cuales podrían evitarse con un mantenimiento mejor organizado. La inversión inestimada inicial de este proyecto es de S/.124000 y en un tiempo calculado de 5 años la inversión ofrecería un TIR del 18% (escenario pesimista) o 107% (escenario más favorable).
- El mantenimiento permite que los procesos que generan valor al producto se realicen eficientemente y se mantengan dentro de los márgenes de seguridad y calidad esperados. Bajo estas premisas y tras lo analizado en el informe, la necesidad de un desarrollo de la gestión del área es un aporte significativo para la empresa, así como el control de los gastos de mantenimiento y su inclusión en la ecuación de la utilidad.

- La organización de la información, el control de los recursos y la necesidad de comunicación en la gestión de mantenimiento son elementos concluyentes del siguiente informe, para el normal desarrollo de esta condiciones es necesario el soporte de un 110 software o paquete de gestión informático, se ha considerado el módulo PM de SAP como la mejor alternativa debido a la capacidad de interacción con otras áreas y el control de recursos, el soporte técnico y los niveles de recuperación de la inversión, calculada en 5 meses.

- La implementación de indicadores de mantenimiento es necesaria para enfocar y alinear la gestión tanto con las deficiencias como con los intereses de la compañía el análisis y el carácter dinámico de los objetivos en los planes de mantenimiento son elementos indispensables para el enfoque de la gestión, tras la realimentación esta una toma de decisiones más clara y oportuna.

- No es posible llevar el mantenimiento a un nivel predictivo en un 100% ya que existe fallas que se gestan silenciosamente o son considerados eventos repentinos que no presentan síntomas. El caso más significativo es el de los componentes electrónicos, en los cuales inclusive es ineficaz el mantenimiento preventivo ya que la falla no depende de la vida útil del elemento. En estas condiciones el mantenimiento correctivo, con una gestión indicada de recursos y repuestos, es lo más apropiado.

- El mantenimiento autónomo ayudará a compartir el trabajo, la responsabilidad y los resultados de las labores de mantenimiento con producción, siendo de gran ayuda en la medida que los operadores desarrollen una relación de pertenencia y compromiso hacia las herramientas tanto de mantenimiento como productivas. El operador conoce mejor que cualquier persona el estado de la maquinaria y está en la capacidad de evaluar las condiciones más

favorables de la maquinaria para conseguir mejores resultados, el proceso de implementación del mantenimiento autónomo no exige de gran capacitación ni recursos, si no de voluntad de cambio, compromiso y poder de convencimiento

- La estrategia de las compras programadas en repuestos de mantenimiento aseguraría la existencia de repuestos críticos disminuyendo considerablemente la 111 posibilidad de existencia de minutos improductivos por problemas logísticos. Por otro lado, se demostró en el cálculo económico del stock actual que en almacén hay una inversión inmóvil de repuestos innecesarios mayor que la propuesta y que inclusive no abarca todos los ítems considerados como repuestos críticos.
- El manejo de la información es una consideración importante para tomar en cuenta durante el proceso de migración al SAP, Es necesario preparar plantillas en las cuales ordenadamente se organice los datos a migrar, desde las descripciones y características de las distintas máquinas y líneas de producción, hasta la adjudicación de centros de costos y los programas y procesos involucrados en mantenimiento. Es más complicado modificar la información una vez subida al sistema ya que generalmente están involucrados diferentes áreas y existen varios procesos anidados entre sí.
- Por último, es evidente, de acuerdo a los resultados del estudio, que la inversión inicial no es significativa si se evalúan los beneficios económicos esperados tanto a nivel estructura y planeamiento de la gestión de mantenimiento, como en la gestión logística. **[TESIS 004].**

Título: “Propuesta de un Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo basado en los indicadores de overall equipment efficiency para la reducción de los costos de mantenimiento en la empresa Hilados Richard’s S.A.C.” Año 2015.

Autor: Sebastián Moisés Fuentes Zavala en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.

Conclusiones:

- Con la implementación del Sistema de Gestión de Mantenimiento Preventivo, la empresa lograría un ahorro de S/. 103 020, 53 semestrales puesto que al atender correctamente y a tiempo las averías menores, se evitaría problemas de mayor envergadura, los cuales se tienen que enviar a factorías lo que genera un incremento en los costos, ya que no solo es el servicio de rectificación de las piezas, sino que también se eleva el tiempo de espera para poner operativa la máquina.
- En la elaboración de las actividades a realizar se pudo determinar que la máquina ENCONADORA RAS 15 si bien es una máquina importante en el proceso productivo, no es una máquina a la que se le pueda aplicar un mantenimiento programado ya que esta cuenta con 25 motores distintos, los cuales funcionan independientemente uno del otro, por lo que se decidió con aporte del jefe de mantenimiento a excluir la máquina del Sistema de Gestión y colocar la máquina a responsabilidad de un mecánico.
- Mediante el Sistema de Gestión propuesto, utilizando el Software Renovefree, se comprobó que el Sistema es de gran utilidad y de simple manipulación para el personal de mantenimiento de la empresa.
- Mediante el análisis costo-beneficio se determinó que el tiempo de recuperación del capital necesario para la implementación del

Sistema de Gestión sería de dos meses, comprobando que es factible su ejecución.

- En la actualidad la empresa ha venido implementando de manera paulatina las actividades de mantenimiento preventivo; lo que ha generado un aumento de 5 toneladas/mes en el proceso productivo y una reducción del 30% de las fallas mecánicas en las diferentes máquinas que pertenecen al proceso productivo. **[TESIS 005]**.

Título: “Propuesta de un modelo integral de gestión logística aplicado a una asociación de MYPES del sector metalmecánico de Villa el Salvador con la finalidad de lograr la mejora de la productividad de las mismas y aprovechar las oportunidades que ofrece el entorno para el comercio exterior” Año 2014.

Autores: Hebert Jesús Palpa Chinchay, Roberto Ángel Orihuela Ruíz en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Conclusiones:

- La importancia de la Micro y Pequeña empresa (Mype) en el Perú es indiscutible, tanto por su importancia numérica como por su capacidad de absorción de empleo. De acuerdo a la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT), el 99.3% de las empresas a nivel nacional son Microempresas (94.7%) y pequeña empresa (4.6%), a su vez, representan un 42.1% del PBI nacional y ocupan el 69% de la PEA nacional con proyección a seguir creciendo.
- El 48.1% de las Mypes formales a nivel nacional están ubicadas en el departamento de Lima, de las cuales el 10% corresponde a Mypes dedicadas al sector de Manufactura, dentro de este importante sector el 9.6% son empresas metalmecánicas. Una de las 3 zonas en Lima que conglomeran un mayor número de Mypes metalmecánicas es el Parque Industrial de Villa el Salvador, donde el 29.5% de las empresas están abocadas a esta actividad. La

importancia del análisis de la situación actual de estas Mypes y la propuesta de un modelo para canalizar eficientemente los esfuerzos en la atención de pedidos como asociación resulta vital para poder conducir el éxito del sector a nivel macro pues estas Micro y pequeñas empresas simbolizan un porcentaje muy importante del total.

- Los distintos procedimientos presentados durante el desarrollo del modelo de gestión logística tienen como finalidad guiar las actividades que se lleven al afrontar un pedido de gran magnitud. Dichos procedimientos contemplan el hecho de que la asociación no se encuentra al nivel de una empresa de gran magnitud con un nivel de organización alto, por ello resulta necesario limitar el planteamiento de indicadores a los necesarios, así como limitar el número de personal a ser contratado a fin de asegurar el desarrollo de los procesos de la mejor forma posible.
- Con respecto a la propuesta de contratar un almacén tercerizado, en la actualidad el almacenamiento de materia prima por parte de las empresas metalmecánicas se realiza de forma precaria aprovechando espacios en desuso dentro de las instalaciones de los talleres o empresas. Dicha realidad nos llevó a plantear la posibilidad de que, ante un pedido de gran volumen, se busque el tercerizar el servicio de almacenamiento, acción que facilitaría el control de calidad tanto al ingreso de materiales como durante la etapa previa de la distribución del producto terminado. Así mismo, dicha propuesta ayuda a realizar un control más adecuado de las existencias en todo momento previo al proceso de producción, y una vez concluido, al acopio de producto terminado. Por último, sin disponer de una ubicación común donde realizar el embalado para el envío, haría falta capacitar al menos a un operario por cada empresa para realizarlo de forma correcta. **[TESIS 006]**.

Título: “Mejora del Área de Logística mediante la Implementación de Lean en una Empresa Comercial” Año 2014.

Autor: Dora Emilia Yuján Bravo en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Conclusiones:

- La implementación de la metodología Lean, resultó ser exitosa y con efectos positivos en la Empresa comercial La Despensa, mejorando la calidad del servicio, al reducir la entrega de productos no oportuna en un 20%.
- La metodología Lean, ayudó a una reducción de costos en cuanto al papel y materiales de oficina empleados en el área de logística, ya que se presupuestaba un gasto de S/. 8, 500 mientras que ahora se ha reducido a S/. 5, 200.
- La influencia de metodología Lean, fue favorable en el área de logística de la Empresa Comercial La Despensa, debido a que se replantearon sus procesos y se calculó el nivel sigma del servicio, se obtuvo que es de 2.54, evidenciando una mejora de 0.66 en dos meses. **[TESIS 007].**

2.1.3. Local

Título: “Propuesta de Mejora en la Gestión Logística para reducir costos en la empresa Arqcons E.I.R.L.”; Año 2014.

Autor: Miguel Alejandro Vidal Trigos en la Universidad Privada del Norte.

Resumen:

- El presente trabajo de investigación tiene como objetivo general elaborar una “Propuesta de Mejora en el área logística en la empresa constructora ARQCONS EIRL, para reducir costos”, con la finalidad

de que se constituya en una herramienta de gestión del Área de Logística, y así permita orientar el buen uso de los recursos humanos, financieros y materiales para la consecución de los objetivos empresariales (reducción de costos y satisfacción del cliente). Al efectuar el diagnóstico a la empresa ARQCONS EIRL. se ha detectado como principal causa de los altos costos logísticos al deficiente plan de compras, la cual se lograría superar si se implementa la propuesta de mejora elaborada en el presente trabajo de investigación, logrando la reducción de costos deseada, cumpliendo con los tiempos de entrega de obra, y logrando un ámbito laboral más cómodo en el área logística de la empresa. En ese sentido se propone que la Gestión logística contemple: la implementación de Plan de Requerimiento de Materiales (MRP), la Metodología ABC, por el que se empieza la clasificación de cada material; además la contratación de personal que mantenga los registros de almacén. Esto permitirá salvaguardar eficientemente el inventario de la empresa, promoviendo la eficiencia en la gestión del mismo y así obtener información correcta y segura para una adecuada toma de decisiones. Así mismo, se ha podido comprobar la factibilidad de la propuesta de mejora, al obtenerse indicadores de rentabilidad económicamente aceptables, los cuales fueron hallados con el ahorro que se obtendría en caso de aplicar esta propuesta. Finalmente, en caso de realizarse esta Propuesta de Mejora, todo el personal de ARQCONS EIRL deberá estar debidamente enterado del contenido de ésta, con la finalidad de que todos contribuyan a fortalecer la gestión del mismo, facilitando el logro de salvaguardar el inventario de la empresa, promoviendo la eficiencia de las operaciones y la obtención de información correcta y segura. **[TESIS 008].**

Título: “Propuesta de mejora del sistema de gestión de mantenimiento para reducir sobrecostos en la empresa Postes del Norte S.A.”; Año 2015.

Autor: Lisset Milagros Rosas Ruíz en la Universidad Privada del Norte.

Resumen:

- La presente tesis se ha elaborado con la finalidad de reducir los sobrecostos generados por mantenimiento correctivo en la empresa Postes del Norte S.A. Para ello se ha planteado emplear mantenimiento preventivo en los equipos críticos de la empresa, entiéndase como crítico aquel que falla y ocasiona una parada de toda la línea de producción. En el primer capítulo se ha realizado el diagnóstico de la situación actual de la empresa, se detectaron los problemas de todas las áreas y se formuló el problema que daremos solución con esta tesis. Para ello se plantearon objetivos y se realizó la respectiva hipótesis. En el segundo capítulo se citan antecedentes nacionales e internacionales bajo los cuales se guía el desarrollo de la presente tesis; así mismo se describe la teoría del mantenimiento y métodos a utilizar durante el desarrollo de la tesis para la solución del problema. En el capítulo tercero se hace una descripción general de la empresa para tener una idea más profunda del rubro en el que se desenvuelve, sus procesos, clientes, etc. En esta parte también se hace un análisis del problema con herramientas como Ishikawa y Diagrama de Pareto para encontrar las causas raíces que lo originan, teniendo así que la contratación de terceros incide directamente en el sobrecosto de producción por mantenimiento correctivo, y es en este punto en el que se enfoca la tesis. Se plantea una reducción del 75% de costos aplicando mantenimiento preventivo y mano de obra propia (capacitada). En los capítulos 4 y 5 detallo el programa de mantenimiento preventivo definiendo fechas y tiempos para cada equipo crítico; también se considera implementar una gestión adecuada de registros y sumado a ello un

programa de capacitación, con lo que el personal podrá realizar sin problema las tareas de mantenimiento planteadas. Para culminar se realiza una evaluación económico financiera que comprueba que el proyecto es FACTIBLE. **[TESIS 009]**.

Título: “Propuesta de un Plan de Mejora para la Gestión Logística en la empresa Constructora Jordan S.R.L.”; Año 2014.

Autor: Katherine Marizet Alemán Lupu en la Universidad Privada Antenor Orrego.

Resumen:

- Se identificó 10 principales problemas actuales de la Empresa Constructora JORDAN SR, siendo los 2 principales: La Desorganización e Informalidad, seguida de otras problemáticas como son: Mercado Local de Proveedores cerrado, Recursos Humanos insuficientes, Falta de Capacitación, Deficiente Sistema de Comunicación, Carencia de Sistemas Informáticos, Deficiente Técnica de Almacenaje, y como último Políticas de la Empresa y Factores Climáticos(Lluvias).
- Se propuso un Plan de mejora para la gestión logística de la empresa constructora JORDAN S.R.L. en el Departamento de Tumbes, basada en 2 criterios la Selección de Proveedores y el Control de Materiales en Obra.
- Control de Materiales: Se utilizó un formato de Excel para llevar el control de materiales, clasificados por tipo de Sub presupuesto según el desarrollo de obra, se codifico los materiales, se realizó un Layout del almacén de obra, así como de la ruta de evacuación de materiales. (Ver Anexo 3 Y 4) **[TESIS 010]**.

2.2 Marco teórico

Análisis ABC

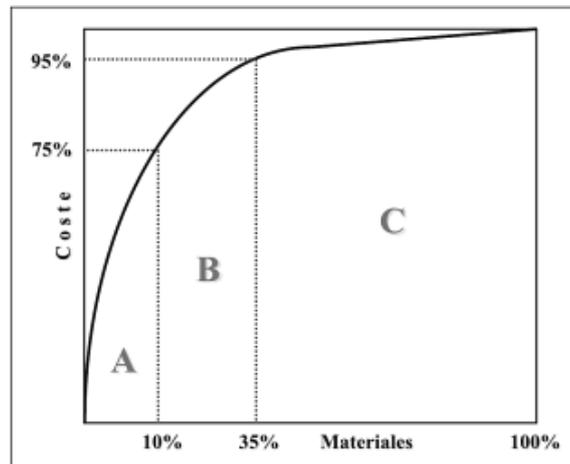
Básicamente, las características del método ABC consisten en llevar un control de cada una de las actividades que se realizan dentro de la operatividad de la empresa, identificar qué recursos se consumen normalmente en cada acción y cuáles son sus productos logrados en una jornada de trabajo, además de identificar cómo ha sido el desempeño de los recursos que contribuyen en dicha tarea. **[REV 001]**

Según este método, se clasifican los artículos en clases, generalmente en tres (A, B o C), permitiendo dar un orden de prioridades a los distintos productos:

- ARTICULOS A: Los más importantes a los efectos del control.
- ARTICULOS B: Aquellos artículos de importancia secundaria.
- ARTICULOS C: Los de importancia reducida. **[URL 001]**

Con el fin de entender un poco más; el gráfico de la Figura 1 muestra que, de forma aproximada, el 10% de los materiales supone un 75% del coste global del conjunto de materiales manejados en un proceso productivo. Este importante conjunto de materiales que denominaremos grupo A, debe evidentemente estar sujeto a un control muy fuerte en lo que se refiere al stock que pueda constituir, dado el elevado coste que éste puedan tener. Un segundo grupo de materiales que denominaremos B, constituye un 25% de los mismos y supone un 20% de los costes y su importancia es claramente inferior al grupo, aunque no desdeñable. El tercer grupo, el C, está constituido por los materiales cuya importancia económica es menor, ya que reúne un conjunto constituido por el 65% de los materiales, pero que solamente suponen, aproximadamente, un 5% del valor total. **[E-BOOK 001]**. Ver Figura 1.

Figura 1: Imagen de Método ABC



Fuente: Figura 12.1 - “Capítulo: La Gestión de Stocks. Modelos” del libro “Organización de la producción y dirección de operaciones” de Lluís Catrecasas Arbós. **[E-BOOK 001]**

A todo esto, se puede determinar que los artículos A normalmente son los que en el almacén rotan más rápido y, los artículos B los que se mueven en término medio y los artículos C los que se mueven despacio, he ahí también la importancia que va estar dentro de A, B y C; superior, medio y mínimo respectivamente.

Notas de entrada y salida:

- **Registro y Control de existencias**

Consiste en el conjunto de registros y reportes en los que se consignan datos sobre los movimientos de bienes del almacén, y las cantidades disponibles para satisfacer los requerimientos de los usuarios.

El producto es tangible, algo que se puede contar o contabilizar económicamente y es sujeto a un inventario físico. Es por eso que el concepto de salida del Almacén es muy importante registrarla, así como la Entrada de Material al almacén. **[URL 002]**

El registro de los materiales se sujeta a diversos trámites necesarios para un control adecuado.

▪ **Solicitud de compra**

El almacenista formula la Solicitud de Compra al departamento respectivo, con la autorización del Superintendente de Producción, indicando los materiales que se necesiten en cantidad, calidad y plazo de recepción. Ver Figura 2.

La Solicitud de Compra deberá hacerse al menos en tres tantos:

- El original para el Departamento de Compras
- El duplicado para el Departamento de Contabilidad
- El triplicado para el propio Almacenista

Figura 2: Ejemplo de Solicitud de Compra

COMPANÍA "X", S.A.				
SOLICITUD DE COMPRA				
Perú, a _____ de _____ de 20_____.				
El Departamento de Compras solicita comprar lo siguiente				
DESCRIPCIÓN DEL ARTICULO	UNIDAD	CANTIDAD	FECHA DE ENTREGA	OBSERVACIONES

Formuló:

_____	_____	_____
Almacenista	Superintendente	Depto. De Compras

Fuente: Elaboración propia - MANEJO DE ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS TERMINADOS EN UNA EMPRESA INDUSTRIAL. [URL 002]

▪ **Pedido u Orden de Compra**

Al recibir el Departamento de Compras la Solicitud, procederá a formular el Pedido, prestando mayor atención a las solicitudes que vengán con carácter urgente.

El Pedido se hará al Proveedor que mejores precios y condiciones otorgue, considerando la puntualidad de entrega. Ver Figura 3.

El Pedido se puede formular en los siguientes tantos:

- Original al Proveedor
- Duplicado al Almacenista
- Triplicado para Contabilidad
- Cuadruplicado para el propio Departamento de Compras
- Quintuplicado al Departamento de Control de Calidad

Figura 3: Ejemplo de Orden de compra

COMPANÍA "X", S.A.					
PEDIDO					
PROVEEDOR _____			FECHA _____		
DOMICILIO _____			No. NOTA ENTRADA _____		
Favor de surtir lo siguiente en un plazo de _____					
ARTICULO	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	VALOR TOTAL	OBSERVACIONES
<p>NOTA:</p> <p>1. Indicamos que en el caso de no surtir nuestra solicitud en el plazo estipulado, sírvase comunicarlo al teléfono: _____</p> <p>2. Al entregar la mercancía a nuestro almacén, acompañar de cuando menos original _____ y copias de su remisión con precios y valores.</p> <p>3. El pago de este pedido se hará contra la factura original de su remisión en los días _____ de cada semana de las _____ a las _____ hrs. Anexar a la factura, la remisión firmada, recibida por el almacenista.</p>					
_____ PROVEEDOR			_____ DPTO. DE COMPRAS		

Fuente: Elaboración propia - MANEJO DE ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS TERMINADOS EN UNA EMPRESA INDUSTRIAL. [URL 002]

▪ **Recepción**

Esta función corresponde al almacenista, quien deberá cerciorarse de que los materiales que recibe del Proveedor estén de acuerdo con lo solicitado, según el procedimiento siguiente:

- ✓ Confrontando las notas de remisión del Proveedor con la copia del Pedido y la Solicitud de compra
- ✓ Deberá revisar físicamente los materiales que se reciben corresponden a lo especificado en el Pedido
- ✓ De encontrarse a satisfacción la remesa del Proveedor, el almacenista pondrá un sello con los siguientes datos:
 - Fecha de recepción
 - Fecha de entrada
 - Calidad
 - Observaciones
 - Firma del Almacenista

▪ **Devoluciones a los proveedores**

Operan en diferente forma, según la época en que se hizo la devolución:

- ❖ Inmediatas. Cuando al estarse recibiendo los Materiales, el Almacenista o el Departamento de Control de Calidad, rechazan los que no reúnen las condiciones requeridas, en este caso el Almacenista hará la anotación en el original y copia de la Remisión del Proveedor, haciendo que firme el representante de este, de recibido por la devolución, en las propias remisiones.
- ❖ Posteriores. Cuando después de haber considerado como buena entrada de los Materiales, por diversas circunstancias y previa comunicación al Proveedor, se acuerde la devolución de ellos, es conveniente formular una nota de devolución en cuatro tantos:

- Original al proveedor
- Duplicado para el Departamento de compras
- Triplicado para el Departamento de contabilidad
- Cuadruplicado para el propio Almacén

Al hacerse la devolución, firmara, a la hora de entrega, de recibido, el representante del Proveedor y de entregado, el Almacenista. Ver Figura 4.

Figura 4: Ejemplo de Nota de Devolución

COMPañIA "X", S.A.		
NOTA DE DEVOLUCION DE MATERIALES	No. _____	
Proveedor _____ Dirección _____	Fecha _____	
Nuestra Orden de Compra No. _____	Remisión de Uds. No. _____	
Los siguientes materiales son devueltos a ustedes por las siguientes Razones: _____ _____ _____		
CLASE DE MATERIAL	CANTIDAD	
_____ Vg. Bo.		
_____ Almacenista	_____ Control de Calidad	_____ Superintendente

Fuente: Elaboración propia - MANEJO DE ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS TERMINADOS EN UNA EMPRESA INDUSTRIAL. [URL 002]

▪ **Entrada de materiales al almacén**

El almacenista formulara diariamente un Resumen de Entradas al Almacén de Materiales anexándole las Notas de Entrada al Almacén con los siguientes datos:

- Original al Departamento de contabilidad, anexándole las remisiones (copias) de los proveedores.
- Duplicado al Departamento de Compras para su conocimiento
- Triplicado, quedará en poder del Almacenista, con el cual dará movimiento al auxiliar respectivo. Ver Figuras 05 y 06.

Figura 05: Ejemplo de Nota de Entrada

MATERIAL		UNIDAD	CANTIDAD			COSTO	IMPORTE
CLAVE	DESCRIPCIÓN		BRUTO	TARIFA	NETO	UNITARIO	

RECIBIDO POR:	CONTESTADO POR:	OPERADO POR:
_____	_____	_____
ALMACENISTA	DPTO DE COSTOS	DPTO DE CONTABILIDAD

Fuente: Elaboración propia - MANEJO DE ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS TERMINADOS EN UNA EMPRESA INDUSTRIAL. [URL 002]

Figura 06: Ejemplo de Resumen de Entradas

COMPAÑÍA "X", S.A.
RESUMEN DE ENTRADAS AL ALMACEN DE MATERIALES

No. _____

No. Fac o Re	No. Ent	PROVEEDOR	UNIDAD	CANTIDAD	CTO. UNIT	CTO. TOTAL	CRÉDITO	CONTADO	APLI ALMACÉN

FIRMA DEL ALMACENISTA

Fuente: Elaboración propia - MANEJO DE ALMACÉN DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS TERMINADOS EN UNA EMPRESA INDUSTRIAL. [URL 002]

▪ **Suministro o salida de los materiales**

Se efectúa contra vales o requisiciones formulados por el Jefe del departamento respectivo, y autorizados por el Superintendente o Jefe de Producción.

La Requisición por lo menos se formulará por triplicado, para los usos siguientes:

- Original para el Departamento de Contabilidad
- Duplicado para el Jefe de Producción o Jefe del Departamento solicitante
- Triplicado para el propio Almacén

El original del Vale llega al Departamento de contabilidad sin los datos relativos a valores, ya en este Departamento se realiza la valuación, de acuerdo con la técnica que se tenga establecida. Ver Figura 07.

Planeación de la Producción y los Materiales

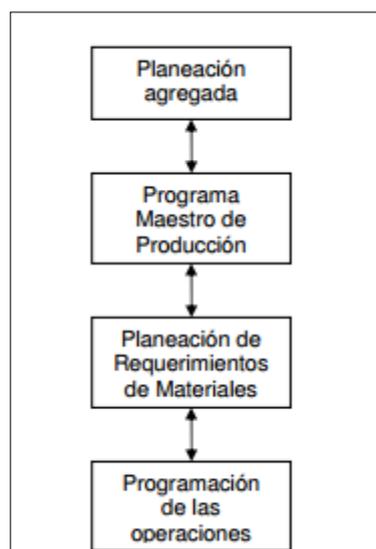
La planeación de la producción y la programación de las operaciones se centran en el volumen y tiempo de producción de los productos, la utilización de la capacidad de las operaciones, y el establecimiento de un equilibrio entre los productos y la capacidad para asegurar la eficiencia competitiva de la organización.

Existen niveles jerárquicos de planeación que se enlazan de arriba hacia abajo para apoyarse entre sí, como se puede observar en la Figura N° 1. En primer lugar, está el plan agregado de producción, que con la ayuda de los pronósticos define la demanda agregada (una unidad común a una familia de productos) de un período de tiempo establecido, y la transforma en esquemas alternativos de cómo utilizar los recursos (humanos, materiales, máquinas, etc.) para suministrar la capacidad necesaria de producción que satisfaga dicha demanda agregada.

En el segundo nivel se encuentra el Programa Maestro de Producción (MPS), que permite establecer el volumen final de cada producto que se va a producir en el corto plazo, con el fin de cumplir el compromiso adquirido con los clientes y evitar sobreutilización o subutilización de las instalaciones de producción.

[TEXTO 001]

Figura N° 01: Niveles Jerárquicos de la Planeación de la Producción



En el último nivel se encuentra la planeación de Requerimientos de Materiales (MRP) que busca determinar en qué momento deben solicitarse las materias primas y en qué cantidad, para cumplir con el MPS.

De igual manera se asimila la planeación de la capacidad, que tiene niveles jerárquicos paralelos a la planeación de la producción, y que se refiere a todas las decisiones estratégicas que debe tomar una compañía en lo referente al nivel de recursos. Esto es tan importante como la planeación de la producción, en la medida en que una inadecuada capacidad puede hacer perder clientes y limitar el crecimiento de la empresa. **[TEXTO 002]**

Por consiguiente, en la presente investigación, no se van a mencionar aquí específicamente todos los pasos, sino solo los empleados para el desarrollo de la propuesta de mejora en la Gestión de Producción.

Planeación de Requerimientos de Materiales

El objetivo de un sistema de inventarios es asegurar que el material estará disponible cuando se necesite, llegando algunas veces a mantener por esta razón niveles de inventario excesivos. Uno de los principales objetivos de la Planeación de Requerimientos de materiales (MRP) es mantener el nivel de inventario más bajo posible, determinando cuando los materiales de un producto son necesitados y programarlos para que estén en el tiempo justo.

El MRP requiere tres entradas:

- El Programa Maestro de Producción: que especifica cuales productos terminados va a producir la compañía, en qué cantidad se necesitan y para cuándo.
- La lista de materiales (Bill of material BOM): esta lista los ítems o materiales que componen el producto terminado y en qué cantidad.
- El archivo maestro de inventario: este incluye inventario a mano, cantidades en orden, tamaño de lotes, inventario de seguridad, lead time del material, entre otros. **[TEXTO 003].**

Distribución de planta

• Principios

- Principio de la satisfacción y de la seguridad.
A igualdad de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los trabajadores.
- Principio de la integración de conjunto.
La mejor distribución es la que integra a los hombres, materiales, maquinaria, actividades auxiliares y cualquier otro factor, de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes.
- Principio de la mínima distancia recorrida.
A igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material sea la menor posible.
- Principio de la circulación o flujo de materiales.
En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transformen, tratan o montan los materiales.
- Principio del espacio cúbico.
La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en horizontal como en vertical.
- Principio de la flexibilidad.
A igualdad de condiciones será siempre más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes **[TEXTO 005]**.

• **Objetivos de la Distribución de Planta**

Se procurará encontrar aquella ordenación de los equipos y de las áreas de trabajo que sea más económica y eficiente, al mismo tiempo que segura y satisfactoria para el personal que ha de realizar el trabajo. De forma más detallada, se podría decir que este objetivo general se alcanza a través de la consecución de hechos como:

- Disminución de la congestión.
- Supresión de áreas ocupadas innecesariamente.
- Reducción del trabajo administrativo e indirecto.
- Mejora de la supervisión y el control.
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones.
- Mayor y mejor utilización de la mano de obra, la maquinaria y los servicios.
- Reducción de las mantenciones y del material en proceso.
- Disminución del riesgo para el material o su calidad.
- Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Elevación de la moral y la satisfacción del personal.
- Disminución de los retrasos y del tiempo de fabricación e incremento de la producción

Es evidente que, aunque los factores enumerados puedan ser ventajas concretas a conseguir, no todas podrán ser alcanzadas al mismo tiempo y, en la mayoría de los casos, la mejor solución será un equilibrio en la consecución de los mismos. En cualquier caso, los objetivos básicos que ha de conseguir una buena distribución en planta son:

- **Unidad.** Al perseguir el objetivo de unidad se pretende que no haya sensación de pertenecer a unidades distintas ligadas exclusivamente a la distribución en planta.
- **Circulación mínima.** El movimiento de productos, personas o información se debe minimizar.
- **Seguridad.** La Seguridad en el movimiento y el trabajo de personas y materiales es una exigencia en cualquier diseño de distribución en planta.
- **Flexibilidad.** Se alude a la flexibilidad en el diseño de la distribución en planta como la necesidad de diseñar atendiendo a los cambios

que ocurrirán en el corto y medio plazo en volumen y en proceso de producción [URL 003].

• **Factores que influyen en la selección de la Distribución de Planta**

De lo citado hasta ahora puede deducirse fácilmente que, al realizar una buena distribución, es necesario conocer la totalidad de los factores implicados en la misma, así como sus interrelaciones. La influencia e importancia relativa de los mismos puede variar con cada organización y situación concreta; en cualquier caso, la solución adoptada para la distribución en planta debe conseguir un equilibrio entre las características y consideraciones de todos los factores, de forma que se obtengan las máximas ventajas. De manera agregada, los factores que tienen influencia sobre cualquier distribución pueden encuadrarse en ocho grupos que comentamos a continuación.

Los materiales

Dado que el objetivo fundamental del Subsistema de Operaciones es la obtención de los bienes y servicios que requiere el mercado, la distribución de los factores productivos dependerá necesariamente de las características de aquéllos y de los materiales sobre los que haya que trabajar. A este respecto, son factores fundamentales a considerar el tamaño, forma, volumen, peso y características físicas y químicas de los mismos, que influyen decisivamente en los métodos de producción y en las formas de manipulación y almacenamiento. La bondad de una distribución en planta dependerá en gran medida de la facilidad que aporta en el manejo de los distintos productos y materiales con los que se trabaja.

Por último, habrán de tenerse en cuenta la secuencia y orden en el que se han de efectuar las operaciones, puesto que esto dictará la ordenación de las áreas de trabajo y de los equipos, así como la disposición relativa de unos departamentos con otros, debiéndose

prestar también especial atención, como ya se ha apuntado, a la variedad y cantidad de los ítems a producir.

La maquinaria

Para lograr una distribución adecuada es indispensable tener información de los procesos a emplear, de la maquinaria, utillaje y equipos necesarios, así como de la utilización y requerimientos de los mismos. La importancia de los procesos radica en que éstos determinan directamente los equipos y máquinas a utilizar y ordenar.

El estudio y mejora de métodos queda tan estrechamente ligado a la distribución en planta que, en ocasiones, es difícil discernir cuáles de las mejoras conseguidas en una redistribución se deben a ésta y cuáles a la mejora del método de trabajo ligada a la misma (incluso hay veces en que la mejora en el método se limitará a una reordenación o redistribución de los elementos implicados).

En lo que se refiere a la maquinaria, se habrá de considerar su tipología y el número existente de cada clase, así como el tipo y cantidad de equipos y utillaje. El conocimiento de factores relativos a la maquinaria en general, tales como espacio requerido, forma, altura y peso, cantidad y clase de operarios requeridos, riesgos para el personal, necesidad de servicios auxiliares, etc., se muestra indispensable para poder afrontar un correcto y completo estudio de distribución en planta.

La mano de obra

También la mano de obra ha de ser ordenada en el proceso de distribución, englobando tanto la directa como la de supervisión y demás servicios auxiliares. Al hacerlo, debe considerarse la seguridad de los empleados, junto con otros factores, tales como luminosidad, ventilación, temperatura, ruidos, etc. De igual forma habrá de estudiarse la cualificación y flexibilidad del personal requerido, así como el número de trabajadores necesarios en cada momento y el trabajo que habrán de realizar. De nuevo surge aquí

la estrecha relación del tema que nos ocupa con el diseño del trabajo, pues es clara la importancia del estudio de movimientos para una buena distribución de los puestos de trabajo.

El movimiento

En relación con este factor, hay que tener presente que las mantenencias no son operaciones productivas, pues no añaden ningún valor al producto. Debido a ello, hay que intentar que sean mínimas y que su realización se combine en lo posible con otras operaciones, sin perder de vista que se persigue la eliminación de manejos innecesarios y antieconómicos.

Las esperas

Uno de los objetivos que se persiguen al estudiar la distribución en planta es conseguir que la circulación de los materiales sea fluida a lo largo de la misma, evitando así el coste que suponen las esperas y demoras que tienen lugar cuando dicha circulación se detiene. Ahora bien, el material en espera no siempre supone un coste a evitar, pues, en ocasiones, puede proveer una economía superior (por ejemplo: protegiendo la producción frente a demoras de entregas programadas, mejorando el servicio a clientes, permitiendo lotes de producción de tamaño más económico, etc.), lo cual hace necesario que sean considerados los espacios necesarios para los materiales en espera.

Los servicios auxiliares

Los servicios auxiliares permiten y facilitan la actividad principal que se desarrolla en una planta. Entre ellos, podemos citar los relativos al personal (por ejemplo: vías de acceso, protección contra incendios, primeros auxilios, supervisión, seguridad, etc.), los relativos al material (por ejemplo: inspección y control de calidad) y los relativos a la maquinaria (por ejemplo: mantenimiento y distribución de líneas de servicios auxiliares). Estos servicios

aparecen ligados a todos los factores que toman parte en la distribución estimándose que aproximadamente un tercio de cada planta o departamento suele estar dedicado a los mismos.

Con gran frecuencia, el espacio dedicado a labores no productivas es considerado un gasto innecesario, aunque los servicios de apoyo sean esenciales para la buena ejecución de la actividad principal. Por ello, es especialmente importante que el espacio ocupado por dichos servicios asegure su eficiencia y que los costes indirectos que suponen queden minimizados.

El edificio

La consideración del edificio es siempre un factor fundamental en el diseño de la distribución, pero la influencia del mismo será determinante si éste ya existe en el momento de proyectarla. En este caso, su disposición espacial y demás características (por ejemplo: número de pisos, forma de la planta, localización de ventanas y puertas, resistencia de suelos, altura de techos, emplazamiento de columnas, escaleras, montacargas, desagües, tomas de corriente, etc.) se presenta como una limitación a la propia distribución del resto de los factores, lo que no ocurre cuando el edificio es de nueva construcción.

Los cambios

Como ya comentamos anteriormente, uno de los objetivos que se persiguen con la distribución en planta es su flexibilidad. Es, por tanto, ineludible la necesidad de prever las variaciones futuras para evitar que los posibles cambios en los restantes factores que hemos enumerado lleguen a transformar una distribución en planta eficiente en otra anticuada que merme beneficios potenciales. Para ello, habrá que comenzar por la identificación de los posibles cambios y su magnitud, buscando una distribución capaz de adaptarse dentro de unos límites razonables y realistas.

La flexibilidad se alcanzará, en general, manteniendo la distribución original tan libre como sea posible de características fijas, permanentes o especiales, permitiendo la adaptación a las

emergencias y variaciones inesperadas de las actividades normales del proceso.

Asimismo, es fundamental tener en cuenta las posibles ampliaciones futuras de la distribución y sus distintos elementos, considerando, además, los cambios externos que pudieran afectarla y la necesidad de conseguir que, durante la redistribución, sea posible seguir realizando el proceso productivo.

Se ha expuesto hasta aquí un resumen de las principales consideraciones a tener en cuenta respecto de los factores que entran en juego en un estudio de distribución en planta. Son notorias las conexiones que existen entre materiales, almacenamiento, movimiento y esperas, servicios y material, mano de obra maquinaria y edificio, existiendo otros muchos ejemplos que muestran que, en muchas ocasiones, deberán tenerse presentes a la vez más de uno de los estudiados. Lo importante es que no se obvie ninguno, dándole a cada uno su importancia relativa dentro del conjunto y buscando que en la solución final se consigan las máximas ventajas del conjunto.

[URL 003].

TPM.

TPM es un método para mejorar e incrementar la productividad de la fabricación. Consiste en la aplicación práctica de datos sobre disponibilidad, cumplimiento del programa y calidad del producto. Con estas mediciones, la eficiencia global del equipo. Indica el uso óptimo de recursos. El TPM no es simplemente una estrategia de mantenimiento, sino un enfoque más integral de los mejoramientos de la productividad. Pensar que es solo una estrategia de mantenimiento sería pasar por alto la complejidad del concepto y subestimar el potencial de mejoramientos.

El TPM se orienta a maximizar la eficacia del equipo (mejorar la eficiencia global) estableciendo un sistema de mantenimiento productivo de alcance amplio que cubre la vida entera del equipo, involucrando todas las áreas relacionadas con el equipo (planificación, producción, mantenimiento, etc.), con la participación de todos los empleados desde la alta dirección hasta los operarios, para promover el mantenimiento productivo a través de la gestión, de la motivación, o actividades de pequeños grupos voluntarios.

Es un enfoque innovativo para el mantenimiento que optimiza la efectividad del equipo, elimina las fallas y promueve el mantenimiento autónomo por los operadores a través de actividades día a día que incluye a todo el personal.

EL TPM se orienta a crear un sistema corporativo que maximiza la eficiencia de todo el sistema productivo, estableciendo un sistema que prevenga las pérdidas en todas las operaciones de la empresa. Esto incluye “cero accidentes, cero defectos, cero fallos en todo el ciclo de vida del sistema productivo”.

Para llegar al Mantenimiento Productivo Total hubo que pasar por tres fases previas. Siendo la primera de ellas el Mantenimiento de Reparaciones o Reactivo, el cual se basa exclusivamente en la reparación de averías. Solamente se procedía a labores de mantenimiento ante la detección de una falla o avería y, una vez ejecutada la reparación toda quedaba allí.

Finalmente llegamos al TPM el cual comienza a implementarse en Japón durante los años sesenta. El mismo incorpora una serie de nuevos conceptos a los desarrollados a los métodos previos, entre los cuales cabe destacar el Mantenimiento Autónomo, el cual es ejecutado por los propios operarios de producción, la participación activa de todos los empleados, desde los altos cargos hasta los operarios de planta. También agrega a conceptos antes

desarrollados como el Mantenimiento Preventivo, nuevas herramientas tales como las Mejoras de Mantenibilidad, la Prevención de Mantenimiento y el Mantenimiento Correctivo.

El TPM permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costos, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.

Zandin, (2005) expresa “El TPM exige mucho trabajo, requiere atención y apoyos constantes. Las recompensas son una planta competitiva con mayor productividad, costos más bajos, mejor calidad del producto, una planta y áreas de trabajo limpias, una nueva sensación de orgullo y optimismo” (Fabiola bojorquez 2008).

Objetivos del TPM.

Entre los objetivos principales y fundamentales del TPM se tienen:

- Reducción de averías en los equipos.
- Reducción del tiempo de espera y de preparación de los equipos.
- Utilización eficaz de los equipos existentes.
- Control de la precisión de las herramientas y equipos.

Promoción y conservación de los recursos naturales y economía de energéticos. Formación y entrenamiento del personal.

Objetivos estratégicos: El proceso TPM ayuda a construir capacidades competitivas desde las operaciones de la empresa, gracias a su contribución a la mejora de la efectividad de los sistemas productivos, flexibilidad y capacidad de respuesta, reducción de costos operativos y conservación del "conocimiento" industrial.

Si se intenta mejorar el rendimiento del equipo hasta su nivel máximo. Y que el mantenimiento sea fácil, esta situación no se puede encarar de forma general. Se necesitan objetivos del TPM para establecer una dirección lógica para la instalación del TPM.

Estos objetivos deliberadamente ambiciosos se denominan los tres ceros:

I) Cero Tiempo Improductivo no Planificado del Equipo: plantea el máximo desafío. Aunque a simple vista podría parecer imposible, se logra planificando. Cuánto tiempo se destina actividades como: tiempo improductivo planificado, mantenimiento planificado, mantenimiento predictivo, limpieza, lubricación, inspección etc. Son actividades planificadas que permitirán que el equipo mejore hacia los objetivos de tiempo improductivo no planificado.

II) Cero Defectos Provocados por el Equipo: Simplemente productos de alta calidad. El equipo es la barrera para llegar a este cero. Debe recordarse que la calidad perfecta exige equipos perfectos.

III) Cero Pérdidas de Velocidad del Equipo: En la mayoría de las compañías, la velocidad del equipo o el tiempo de ciclo, rara vez se compara con las especificaciones reales y el rendimiento óptimo factible. A menudo se desconoce la velocidad teórica especificada. Las pérdidas de velocidad pueden deberse a equipos desgastados, mal ajustado o mal mantenido. En muchas máquinas suelen detectarse pérdidas de velocidad del 10% esto significa que la compañía está perdiendo el 10% de la productividad (en esta máquina), lo cual aumenta el costo de fabricación y resigna el 10% de la capacidad. Cuando hay una máquina lenta en la línea del proceso, disminuirá el ritmo de toda la línea. Al principio en una forma gradual, pero con el tiempo la disminución puede transformarse en excesiva. (Fabiola bojorquez 2008)

Metas del TPM.

García, (1998) argumento “El TPM es el sistema de Mantenimiento Productivo Total realizado por todos los empleados de la compañía a través de actividades de pequeños grupos. El TPM incluye las seis metas siguientes”:

- Crear una misión corporativa para mejorar la eficiencia de los equipos.
- Usar un enfoque centrado en productividad y mantenimiento autónomo por los operadores.
- Involucrar a todos los departamentos y todo el talento humano de la organización es la implementación del TPM.
- Implantación óptima del mantenimiento, administrado por el departamento de mantenimiento.
- Implementar las actividades de pequeños grupos basados en capacitación y adiestramiento.
- Un programa de gestión de equipos inicial para prevenir problemas que puedan surgir durante la puesta en marcha de una nueva planta o un nuevo equipo. (Fabiola bojorquez 2008)

Ventajas y Desventajas del TPM.

El equipo sometido a TPM será elevado a su desempeño óptimo, corrigiendo cualquier discrepancia o anomalía encontrada. También será adaptado con modificaciones principalmente sugeridas por el operador y supervisores de producción, analizadas y aprobadas por el equipo de trabajo en conjunto. Esas modificaciones y mejoramientos no solo cubren la máquina misma, sino el área alrededor suyo.

Filtros o compresores anticuados son reemplazados por unos de diseños avanzado, y con ese ejemplo muchos cambios que nos lleva a una condición ambiental superior.

Una máquina más limpia y mejor conservada tiene menor probabilidad de sufrir una falla, cualquier anomalía que pudo derivar en un problema mayor, será detectada y resuelta en sus etapas iniciales. En términos de costo monetario, el resultado de un mejor mantenimiento se traduce en utilidades.

➤ Ventajas:

- Al integrar a toda la organización en los trabajos de mantenimiento se consigue un resultado final más enriquecido y participativo.
- El concepto está unido con la idea de calidad total y mejora continua.

➤ **Desventajas:**

- Se requiere un cambio de cultura general, para que tenga éxito este cambio, no puede ser introducido por imposición, requiere el convencimiento por parte de todos los componentes de la organización de que es un beneficio para todos.
- La inversión en formación y cambios generales en la organización es costosa. El proceso de implementación requiere de varios años. (Fabiola bojorquez 2008)

Beneficios del TPM.

1. Organizativos

- Mejora de calidad del ambiente de trabajo.
- Mejor control de las operaciones.
- Incremento de la moral del empleado.
- Creación de una cultura de responsabilidad, disciplina y respeto por las normas.
- Aprendizaje permanente.
- Creación de un ambiente donde la participación, colaboración y creatividad sea una realidad.
- Dimensionamiento adecuado de las plantillas de personal.

2. Seguridad

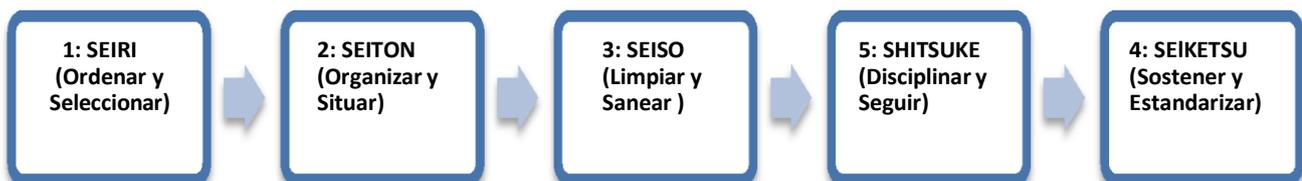
- Mejorar las condiciones ambientales.
- Cultura de prevención de eventos negativos para la salud.
- Incremento de la capacidad de identificación de problemas potenciales y de búsqueda de acciones correctivas.
- Entender el porqué de ciertas normas, en lugar de como hacerlo.
- Prevención y eliminación de causas potenciales de accidentes.

- Eliminar radicalmente las fuentes de contaminación.
3. Productividad
- Eliminar pérdidas que afectan la productividad de las plantas.
 - Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
 - Reducción de los costos de mantenimiento.
 - Mejora de la calidad del producto final.
 - Menor costo financiero por cambios.
 - Mejora de la tecnología de la empresa.
 - Aumento de la capacidad de respuesta a los movimientos del mercado.
 - Crear capacidades competitivas desde la fábrica. (Fabiola bojorquez 2008)

Pilares del TPM.

Los pilares o procesos fundamentales del TPM sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva. Los procesos fundamentales o pilares del TPM se deben combinar durante el proceso de implantación. Debe existir una cierta lógica para la implantación del TPM en la empresa y ésta dependerá del grado de desarrollo que la compañía posea en su función productiva y de mantenimiento en relación con cada uno de los procesos fundamentales. Los pilares considerados como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son los que se indican a continuación: (Fabiola bojorquez 2008)

Figura: 03 Filosofía de mejora 5's (Cimiento del TPM)



Pilar 1: Mejoras Enfocadas (Kaizen).

Las mejoras enfocadas son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto maximizar la Efectividad Global del Equipo, proceso y planta; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos multidisciplinarios, empleando metodología específica y concentrando su atención en la eliminación de los despilfarros que se presentan en las plantas industriales.

Se trata de desarrollar el proceso de mejora continua similar al existente en los procesos de Control Total de Calidad aplicando procedimientos y técnicas de mantenimiento. Si una organización cuenta con actividades de mejora similares, simplemente podrá incorporar dentro de su proceso, Kaizen o mejora, nuevas herramientas desarrolladas en el entorno TPM. No deberá modificar su actual proceso de mejora que aplica actualmente. (Fabiola bojorquez 2008).

Pilar 2: Mantenimiento Autónomo (Jishu Hozen).

El mantenimiento autónomo está compuesto por un conjunto de actividades que se realizan diariamente por todos los trabajadores en los equipos que operan, incluyendo inspección, lubricación, limpieza, intervenciones menores, cambio de herramientas y piezas, estudiando posibles mejoras, analizando y solucionando problemas del equipo y acciones que conduzcan a mantener el equipo en las mejores condiciones de funcionamiento.

Estas actividades se deben realizar siguiendo estándares previamente preparados con la colaboración de los propios operarios.

Los operarios deben ser entrenados y deben contar con los conocimientos necesarios para dominar el equipo que opera. (Fabiola bojorquez 2008)

Pilar 3: Mantenimiento Progresivo o Planificado (Keikaku Hozen).

El mantenimiento progresivo es uno de los pilares más importantes en la búsqueda de beneficios en una organización industrial.

El propósito de este pilar consiste en la necesidad de avanzar gradualmente hacia la búsqueda de la meta "cero averías" para una planta industrial.

Pilar 4: Educación y Formación.

Este pilar considera todas las acciones que se deben realizar para el desarrollo de habilidades para lograr altos niveles de desempeño de las personas en su trabajo. Se puede desarrollar en pasos como todos los pilares TPM y emplea técnicas utilizadas en mantenimiento autónomo, mejoras enfocadas y herramientas de calidad. (Fabiola bojorquez 2008).

Pilar 5: Mantenimiento Temprano.

Este pilar busca mejorar la tecnología de los equipos de producción. Es fundamental para empresas que compiten en sectores de innovación acelerada, Mass Customization o manufactura versátil, ya que en estos sistemas de producción la actualización continua de los equipos, la capacidad de flexibilidad y funcionamiento libre de fallos, son factores extremadamente críticos. (Fabiola bojorquez 2008).

Este pilar actúa durante la planificación y construcción de los equipos de producción. Para su desarrollo se emplean métodos de gestión de información sobre el funcionamiento de los equipos actuales, acciones de dirección económica de proyectos, técnicas de ingeniería de calidad y mantenimiento.

Este pilar es desarrollado a través de equipos para proyectos específicos. Participan los departamentos de investigación, desarrollo y diseño, tecnología de procesos, producción, mantenimiento, planificación, gestión de calidad y áreas comerciales. (Fabiola bojorquez 2008)

Pilar 6: Mantenimiento de Calidad (HinshitsuHozen).

Tiene como propósito establecer las condiciones del equipo en un punto donde el cero defectos es factible.

Las acciones del mantenimiento de calidad buscan verificar y medir las condiciones cero defectos regularmente, el objeto de facilitar la operación de los equipos en la situación donde no se generen defectos de calidad. (Fabiola bojorquez 2008)

Pilar 7: Mantenimiento en Áreas Administrativas.

Este pilar tiene como propósito reducir las pérdidas que se pueden producir en el trabajo manual de las oficinas. Si cerca del 80 % del costo de un producto es determinado en las etapas de diseño del producto y de desarrollo del sistema de producción.

El mantenimiento productivo en áreas administrativas ayuda a evitar pérdidas de información, coordinación, precisión de la información, etc. Emplea técnicas de mejora enfocada, estrategia de 5's, acciones de mantenimiento autónomo, educación y formación y estandarización de trabajos. Es desarrollado en las áreas administrativas con acciones individuales o en equipo. (Fabiola bojorquez 2008).

Pilar 8: Gestión de Seguridad, Salud y Medio Ambiente.

Tiene como propósito crear un sistema de gestión integral de seguridad. Emplea metodologías desarrolladas para los pilares mejoras enfocadas y mantenimiento autónomo. Contribuye significativamente a prevenir riesgos que podrían afectar la integridad de las personas y efectos negativos al medioambiente. (Fabiola bojorquez 2008).

Seis Grandes Pérdidas del TPM.

Desde la filosofía del TPM se considera que una máquina parada para efectuar un cambio, una máquina averiada, una máquina que no trabaja al 100% de su capacidad o que fabrica productos defectuosos está en una situación intolerable que produce pérdidas a la empresa. La máquina debe considerarse improductiva en todos esos casos, y deben tomarse las acciones correspondientes tendentes a evitarlos en el futuro. TPM identifica seis fuentes de pérdidas (denominadas las <seis grandes pérdidas>) que reducen la efectividad por interferir con la producción:

1. Fallos del equipo

Que producen pérdidas de tiempo inesperadas.

2. Puesta a punto y ajustes de las máquinas (o tiempos muertos)

Que producen pérdidas de tiempo al iniciar una nueva operación u otra etapa de ella. Por ejemplo, al inicio en la mañana, al cambiar de lugar de trabajo, al cambiar una matriz o matriz, o al hacer un ajuste.

3. Marchas en vacío, esperas y detenciones menores (averías menores)

Durante la operación normal que producen pérdidas de tiempo, ya sea por problemas en la instrumentación, pequeñas obstrucciones, etc.

4. Velocidad de operación reducida (el equipo no funciona a su capacidad máxima)

Que produce pérdidas productivas al no obtenerse la velocidad de diseño del proceso.

5. Defectos en el proceso,

Que producen pérdidas productivas al tener que rehacer partes de él, reprocesar productos defectuosos o completar actividades no terminadas.

6. Pérdidas de tiempo propias de la puesta en marcha de un proceso nuevo

Marcha en vacío, periodo de prueba, etc.

Fases de Implementación del TPM.

Fase 1: Preparación.

- Decisión de aplicar el TPM en la empresa.
- Campaña de información.
- Formación de comités.
- Análisis de condiciones existentes diagnóstico.
- Planificación.

Fase 2: Implantación.

- Capacitación.
- Implantación de las 3Y`s: motivación, competencia y entorno del trabajo.
- Determinación y cálculo de indicadores.
- Aplicación de Mantenimiento Autónomo.
- Aplicación de Mantenimiento Planificado.

Fase 3: Evaluación.

- Análisis de resultados obtenidos.

Fase 4: Estandarización.

- Se estandarizan los resultados obtenidos.
- Se da comienzo a un nuevo proceso de Mejora Continua en materia de fiabilidad y durabilidad. (Fabiola bojorquez 2008)

Mantenimiento.

El mantenimiento es un conjunto de actividades que deben realizarse a instalaciones y equipos, con el fin de corregir o prevenir fallas, buscando que éstos continúen prestando el servicio para el cual fueron diseñados. Es

un servicio que agrupa una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de confiabilidad en los equipos, máquinas, construcciones civiles, instalaciones. Como es evidente, debido a la incapacidad para que los equipos e instalaciones se mantengan en buen funcionamiento por sí mismos, debe organizarse un grupo de personas para que se encargue de esto y se constituya así una "organización de mantenimiento".

Lo anterior se debe basar siempre en el equilibrio de los siguientes factores:

- Minimizar los costos de parada del equipo por daños y reparaciones.
- Maximizar la utilización del capital invertido en instalaciones y equipos, aumentando así su vida útil.
- Minimizar los costos de operación y mantenimiento, para aumentar los beneficios de la actividad industrial.

El mantenimiento adecuado, tiende a prolongar la vida útil de los bienes, a obtener un rendimiento aceptable de los mismos durante más tiempo y a reducir el número de fallas. Decimos que algo falla cuando deja de brindarnos el servicio que debía darnos o cuando aparecen efectos indeseables, según las especificaciones de diseño con las que fue construido o instalado el bien en cuestión. Es también una función del mantenimiento garantizar la seguridad industrial. En la práctica, el alcance del mantenimiento depende del tipo de industria o instalación, así como de la magnitud y desarrollo industrial de la misma. Cada industria en particular y cada departamento de mantenimiento, dependiendo de su formación académica y técnica y de las características de los equipos y sistemas que deben mantenerse, desarrollarán sus propias técnicas y estilos administrativos. [URL 004]

A. Objetivos del Mantenimiento

En el caso del mantenimiento su organización e información debe estar encaminada a la permanente consecución de los siguientes objetivos

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Disminución de los costos de mantenimiento.

- Optimización de los recursos humanos.
- Maximización de la vida de la máquina.
- Evitar detenciones inútiles o para de máquinas.
- Evitar accidentes. **[URL 005]**

B. Tipos de Mantenimiento

Existen diversas formas de realizar el mantenimiento a un equipo de producción, cada una de las cuales tiene sus propias características como lo describiremos a continuación.

a. Mantenimiento Correctivo

Como su nombre lo indica, es un mantenimiento encaminado a corregir una falla que se presente en determinado momento. En otras palabras, es el equipo quien determina las paradas. Su función primordial es poner en marcha el equipo lo más rápido y con el mínimo costo posible. Este mantenimiento es generalmente el único que se realiza en pequeñas empresas. Las etapas por seguir cuando se presente un problema de mantenimiento correctivo, pueden ser las siguientes:

- Identificar el problema y sus causas.
- Estudiar las diferentes alternativas para su reparación.
- Evaluar las ventajas de cada alternativa y escoger la óptima.
- Planear la reparación de acuerdo con personal y equipos disponibles.
- Supervisar las actividades por desarrollar
- Clasificar y archivar la información sobre tiempos, personal y repuesta de la labor realizada, así como las diferentes observaciones al respecto.

b. Mantenimiento Periódico

Este tipo de mantenimiento, como su nombre lo indica, es aquel que se realiza después de un período de tiempo generalmente largo (entre seis y doce meses). Este mantenimiento se practica por lo regular en plantas de procesos tales como petroquímicas, azucareras, papeleras, de cemento, etc. y consiste en realizar grandes paradas en las que se efectúan reparaciones mayores.

c. Mantenimiento Programado

Este es otro sistema de mantenimiento que se práctica hoy en día y se basa en la suposición de que las piezas se desgastan siempre en la misma forma y en el mismo período de tiempo, así se esté trabajando bajo condiciones diferentes.

d. Mantenimiento Predictivo

Este tipo de mantenimiento consiste en hacer mediciones o ensayos no destructivos mediante equipos sofisticados a partes de maquinaria que sean muy costosas o a las cuales no se les pueda permitir fallar en forma imprevista, pues arriesgan la integridad de los operarios o causan daños de cuantía. La mayoría de las inspecciones se realiza con el equipo en marcha y sin causar paros en la producción.

e. Mantenimiento Preventivo

Para evitar que se confunda este mantenimiento con una combinación del periódico y el programado, se debe hacer énfasis en que la esencia de este son las revisiones e inspecciones programadas que pueden o no tener como consecuencia una tarea correctiva o de cambio. Este sistema se basa en el hecho de que las partes de un equipo se gastan en forma desigual y es necesario prestarles servicio en forma racional, para garantizar su buen funcionamiento.

e. Mantenimiento Predictivo

Es aquel que se hace mediante un programa de actividades (revisiones y lubricación), previamente establecido, con el fin de anticiparse a la presencia de fallas en instalaciones y equipos. Este programa se fundamenta en el estudio de necesidades de servicio de un equipo, teniendo en cuenta cuáles de las actividades se harán con el equipo detenido y cuáles cuando está en marcha. Además, se estima el tiempo que se toma cada operación y la periodicidad con que se efectúa, con el fin de poder determinar así las horas-hombre que requiere una tarea de mantenimiento, al igual que las personas que se van a emplear en determinados momentos del año. El éxito de un programa de mantenimiento preventivo, estriba en el análisis detallado del programa de todas y cada una de las máquinas y en el cumplimiento estricto de las actividades, para cuyo efecto se debe realizar un buen control. Dependiendo del tipo de empresa, del desarrollo alcanzado por ella, así como de las políticas establecidas, se pueden conjugar para efectos de un mejor mantenimiento, varias de las alternativas antes mencionadas, realizándose de esta manera un Mantenimiento Mixto. **[URL 006]**

El mantenimiento preventivo puede definirse como la programación de actividades de inspección de los equipos, tanto de funcionamiento como de limpieza y calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica con base en un plan de aseguramiento y control de calidad. Su propósito es prevenir las fallas, manteniendo los equipos en óptima operación. La característica principal de este tipo de mantenimiento es la de inspeccionar los equipos, detectar las fallas en su fase inicial y corregirlas en el momento oportuno. Con un buen mantenimiento preventivo se obtiene experiencia en diagnóstico de fallas y del tiempo de operación seguro de un equipo. En general en los PMP se deben incorporar todos los registros documentados de

las actividades de rutina, de las calibraciones e 16 inspecciones, así como de las acciones de mantenimiento correctivo realizadas debido a fallas o a eventos no programados. Los PMP deben incluir elementos tales como:

- Inventarios de equipo por organización o estación.
- Listas de partes y refacciones por equipo, incluyendo datos de los proveedores.
- Frecuencia de inspección / mantenimiento por equipo.
- Programas de calibración.
- Programas de sustitución de equipos.
- Lugares y responsables de reparación de equipos.
- Contratos de servicios.
- Registros mensuales de las actividades de prueba, inspección y mantenimiento
- Formatos de verificación y recepción de consumibles, refacciones y equipos.
- Requisiciones y/o órdenes de compra.
- Registros sobre movimiento o cambio de ubicación de equipos.

Tareas del Mantenimiento Preventivo La tarea de mantenimiento preventivo (Preventive Task, PRT) es una tarea que se realiza para reducir la probabilidad de fallo del elemento o sistema, o para maximizar el beneficio operativo.

Una tarea de mantenimiento preventivo típica consta de las siguientes actividades de mantenimiento:

- Desmontaje.
- Recuperación o sustitución.
- Montaje.
- Pruebas.
- Verificación.

Costos Operativos.

Son los costos que se generan en el proceso de transformación de los factores en productos terminados (coste de los materiales, coste de la mano de obra que interviene directamente en el proceso de producción y los costes indirectos de fabricación que intervienen de manera indirecta en la elaboración del producto como son las amortizaciones, sueldo del supervisor, etc.

Así y de forma resumida podemos señalar que los costos operativos son aquellos ligados a las operaciones de aprovisionamiento, mantenimiento y transformación de los productos. (Carlos A. Fagilde, Presupuesto Empresarial- Año 2009, pág. 76).

A continuación, se detallan los indicadores de los costos operativos más significativos en el desarrollo del presupuesto y que se ven reflejados en la rentabilidad de las empresas, en base a la gestión logística y mantenimiento:

Indicador 1: (Costos operativos logística/
Total, de costos operativos)

Indicador 2: (Costos operativos mantenimiento/
Total, de costos operativos)

2.3 Marco conceptual

- **Capacidad de Planta:** Permite abarcar la mayor cantidad de demanda, optimizando las utilidades y a largo plazo contemplar la posibilidad de crecer o expandirse para poder aumentar su mercado y brindar un mejor servicio de calidad y satisfacción de necesidades a la mayor parte de la población consumidora del producto.
- **Costos Operativos:** Es una medida, referida a un determinado periodo de tiempo, en el cual los gastos operacionales son aquellos gastos que se derivan del funcionamiento normal de una empresa, esto permite la comparación de dichos gastos entre empresas sin que la diferencia de sus estructuras económicas afecte al valor del ratio.
- **Kanban:** Sistema de información que controla de modo armónico la fabricación de los productos necesarios en la cantidad y tiempo necesarios

en cada uno de los procesos que tienen lugar tanto en el interior de fábrica, como entre distintas empresas.

- **La Gestión de Mantenimiento:** Es un sistema de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento.
- **MRP II:** Es un sistema de planificación de la producción y de gestión de stocks que responde a las preguntas: ¿QUÉ?, ¿CUÁNTO?, ¿CUÁNDO? Se debe fabricar y/o aprovisionar.
- **Productividad:** Es la relación entre la producción obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.
- **TIR:** La tasa de interés máxima a la que puede comprometer préstamos, sin que incurra en futuros fracasos financieros. Para lograr esto se busca aquella tasa que aplicada al Flujo neto de caja hace que el VAN sea igual a cero.
- **TPM:** Es una filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción debidas al estado de los equipos, o en otras palabras, mantener los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas.
- **VAN:** Se define como la sumatoria de los flujos netos anuales actualizados menos la Inversión inicial. Este indicador de evaluación representa el valor del dinero actual que va reportar el proyecto en el futuro, a una tasa de interés y un periodo determinado.

CAPÍTULO 3: DIAGNÓSTICO DE LA REALIDAD ACTUAL

3.1 Descripción general de la empresa.

3.1.1 FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C.

FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C es una empresa trujillana fundada a inicios de los años 70. Nace de la necesidad de atender la flota de transporte de carga pesada en la región, para lo cual adquirió máquinas y herramientas como tornos, taladros, fresadoras y máquinas de soldar. Con el paso de los años la industria de alimentos de la zona como Nicolini y Molinera Inca, comenzaron a ser clientes recurrentes e incluso se atendían trabajos para empresas establecidas en Chimbote. La empresa ganó reconocimiento por la calidad de sus productos, el ingenio de sus dueños y su habilidad para dar solución a cualquier problema que tuvieran los clientes. Luego incursionó brindando servicio a las empresas de curtiembre (Chimú, El Cortijo), bebidas industriales (Backus, Coca – Cola), empresas mineras de la zona, trabajos especiales en las embarcaciones en el puerto Salaverry, entre otros.

3.1.2 Datos

- RUC: 20131609371
- Razón Social: FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C.
- Página Web: <https://www.factoriaindustrial.com>
- Tipo Empresa: Sociedad Anónima Cerrada
- Condición: Activo
- Fecha Inicio Actividades: 15 / 05 / 1979
- Actividad Comercial: Fabricación de otros productos de metal Ncp.

3.1.3 Misión y visión

3.1.3.1 Misión

“Brindar un servicio personalizado para soluciones de calidad en diseño, fabricación, mantenimiento y reparación de componentes para la industria en general; mediante el uso de tecnología de vanguardia aplicada conjuntamente con la experiencia de nuestro recurso humano altamente capacitado, comprometido con el crecimiento de nuestros clientes y colaboradores aplicando buenas prácticas de manufactura socialmente responsables.”

3.1.3.2 Visión

“FISAC al 2021 ejecutará un plan de expansión que la convertirá en la única empresa metalmecánica de capital nacional y más de 40 años de experiencia con presencia en las principales ciudades del Perú, innovando una oferta de productos y servicios para la industria que cumplan con los más altos estándares de calidad, seguridad y cuidado del medio ambiente”.

3.1.4 Principales clientes

Entre los principales proveedores tiene a la Minera Yanacocha, Barrick, Minera Vale, Komatsu, Minera Gold Fields, Agroindustrial Laredo S.A.A, Chimu Agropecuaria S.A, Backus, Hidrandina S.A., Grupo Gloria, Ferreyros S.A., Pacasmayo, Grupo Autonort, Alicorp S.A.

3.1.5 Competidores

- Envases en metal S.A.C.
- Metalpren S.A.
- Indura Perú S.A.
- Talma S.A.
- Grupo Forte S.A.C.

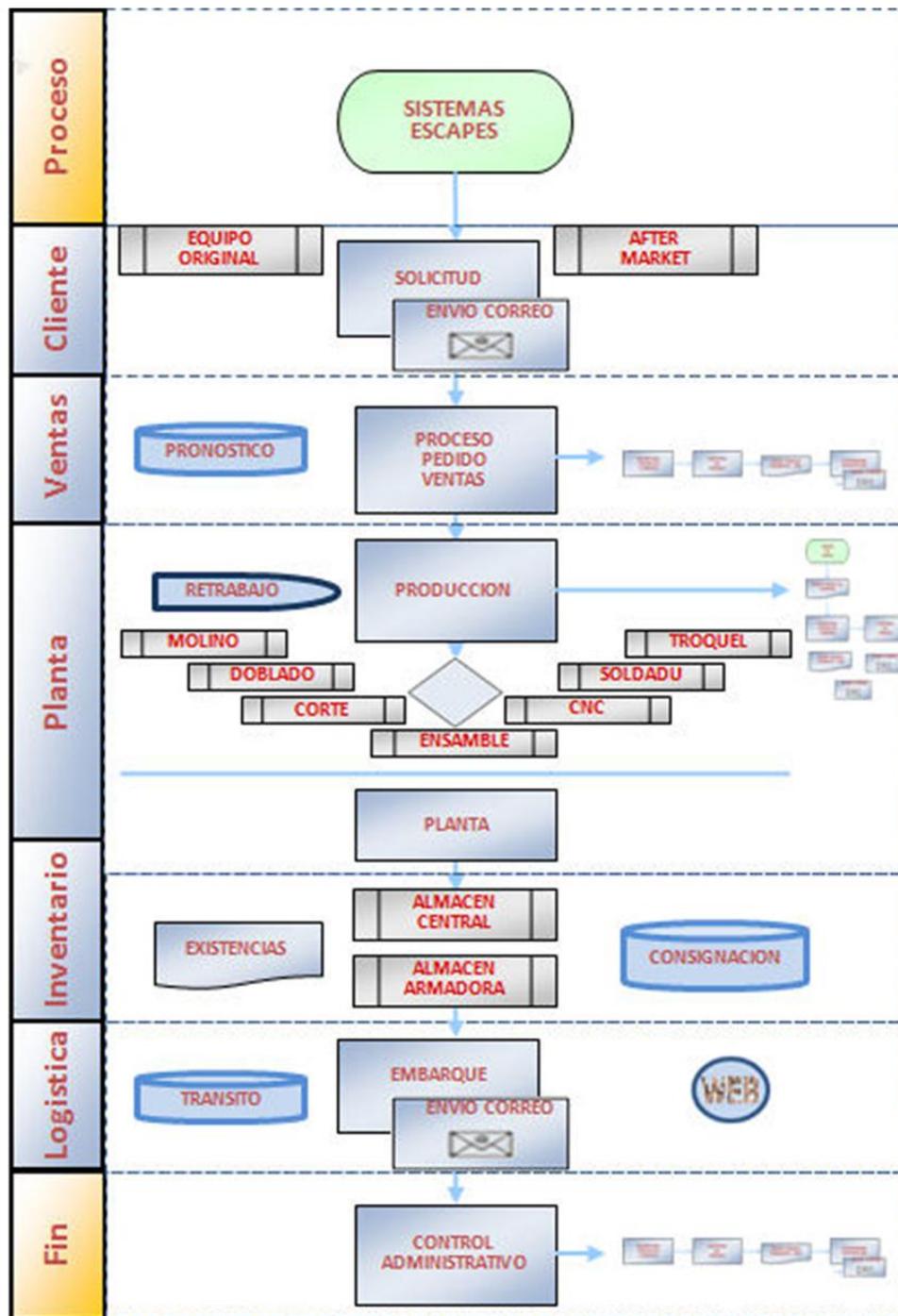
3.1.6 Maquinarias y equipos

En la empresa FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C., en total son más de 120 entre equipos, que no solamente son equipos de maestranza o soldadura, sino equipos de última tecnología que conforman la empresa.

3.1.7 Principales productos

FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C., fabrica equipos para la minería como son las herramientas y accesorios para soportar grandes estructuras como son los soportes y dispositivos de izaje han sido desarrollados y fabricados bajo parámetros establecidos para cubrir las necesidades de las áreas de mantenimiento y procesos. De igual forma para el sector de transporte para equipamiento de vehículos para uso en campo, como furgonetas, carrocerías comerciales, camas bajas, plataformas y accesorios como dollys y tiros según requerimiento. Para el sector construcción, en la fabricación de estructuras metálicas como puentes o estructuras de soporte y soldadura.

3.1.7 Diagrama de Operaciones (DOP) Actual



Cabe mencionar que las operaciones en la planta no variarán de acuerdo a las condiciones de manufactura, solo se generarán pequeñas variaciones en materia de eficiencia y gestión en inventarios, y la implementación de programas de mantenimiento preventivo. En ese sentido, no habrá un Diagrama de Operaciones (DOP) propuesto.

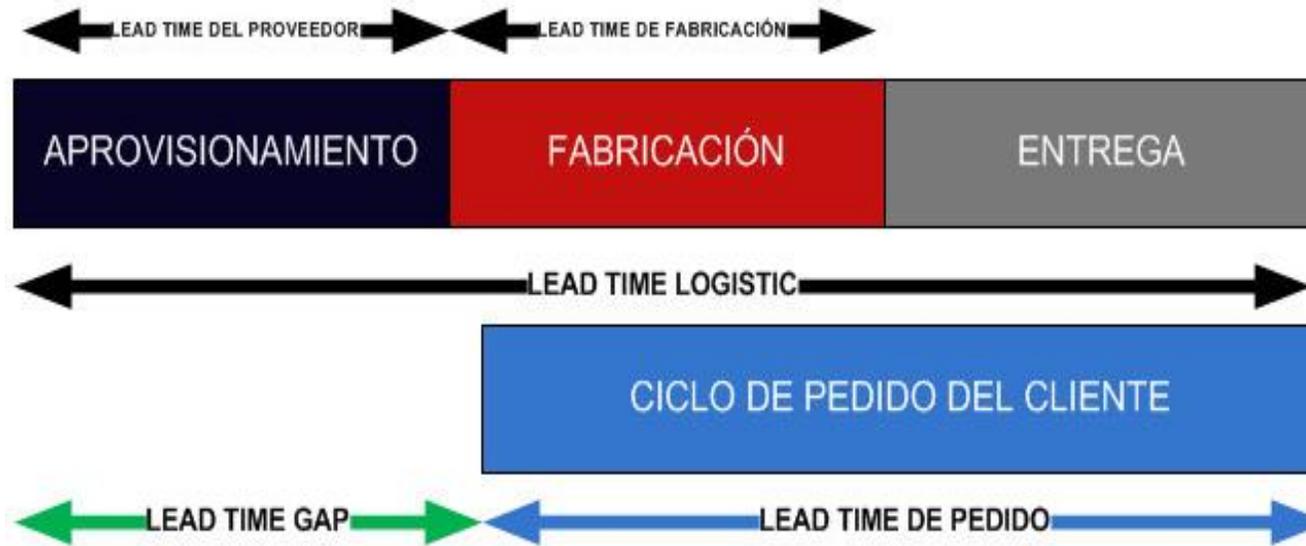
3.1.9 Mapa de procesos

Figura N° 05-A: Mapa Global de procesos FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C.



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 05-B: Mapa de procesos FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C. - ÁREA LOGÍSTICA Y MANTENIMIENTO



Fuente: Elaboración Propia

Figura N° 05-B: Mapa de Servicios FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C. - ÁREA LOGÍSTICA Y MANTENIMIENTO



Fuente: Elaboración Propia

3.2 Descripción particular del área de la empresa objeto de análisis.

El presente trabajo se llevó a cabo en el área de Logística y Mantenimiento; principalmente en las actividades de Almacenamiento, Mantenimiento y Soldadura de la empresa FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C., el cual tiene como objetivo el mantenimiento de la maquinaria y equipos de izaje y fabricación de dispositivos para la industria, transporte y minería en la región y demás departamentos según requerimiento. Las áreas actualmente cuentan con un total de 90 colaboradores, de los cuales son 55 operarios y 35 personal administrativo en la Gestión de dichos procesos y productos.

A continuación, se muestra en la Figura N° 04, unas fotografías tomadas en el área de Mantenimiento de FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C. en donde se realizará el presente trabajo.

Figura N° 04: Área de estudio: Logística y Mantenimiento

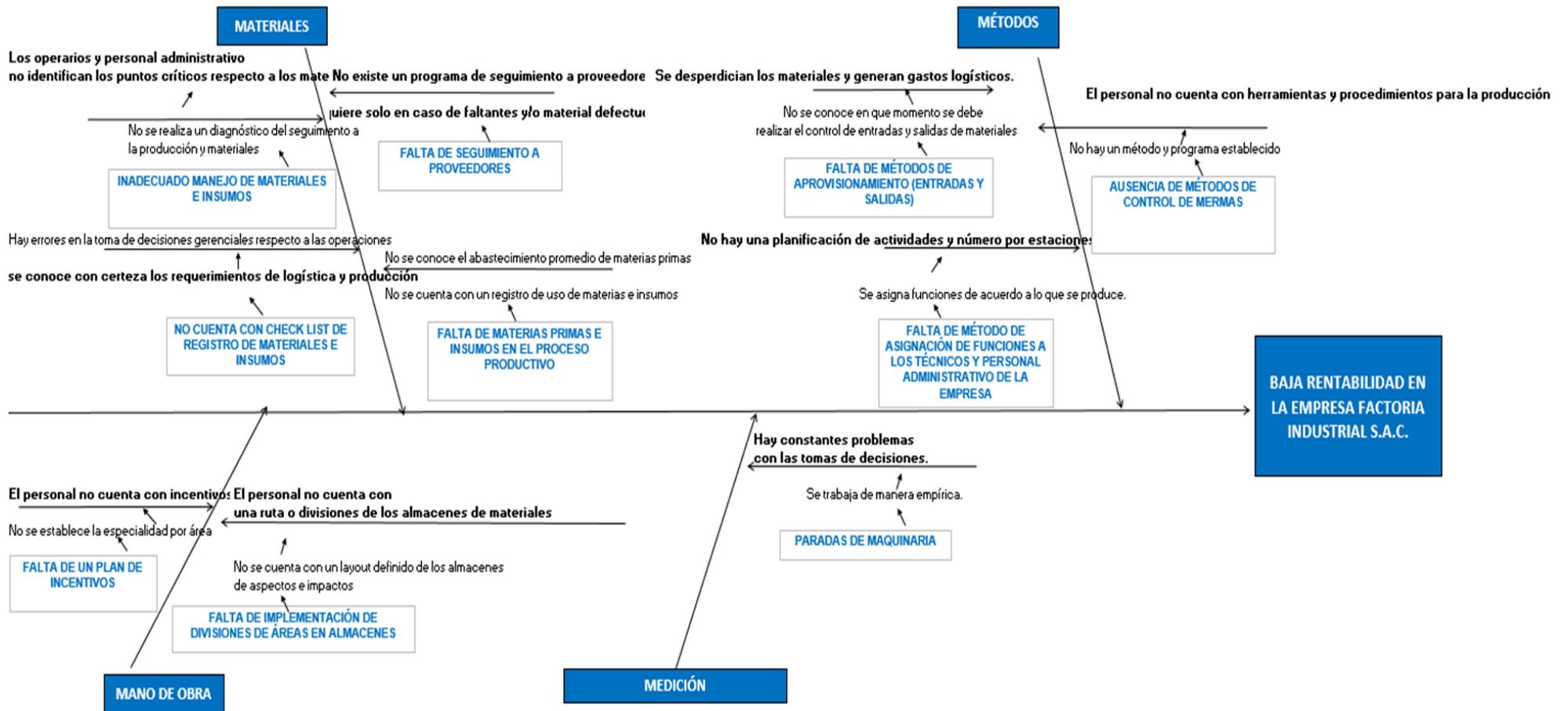


Fuente: FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C.

3.3 Identificación de problemas e indicadores actuales

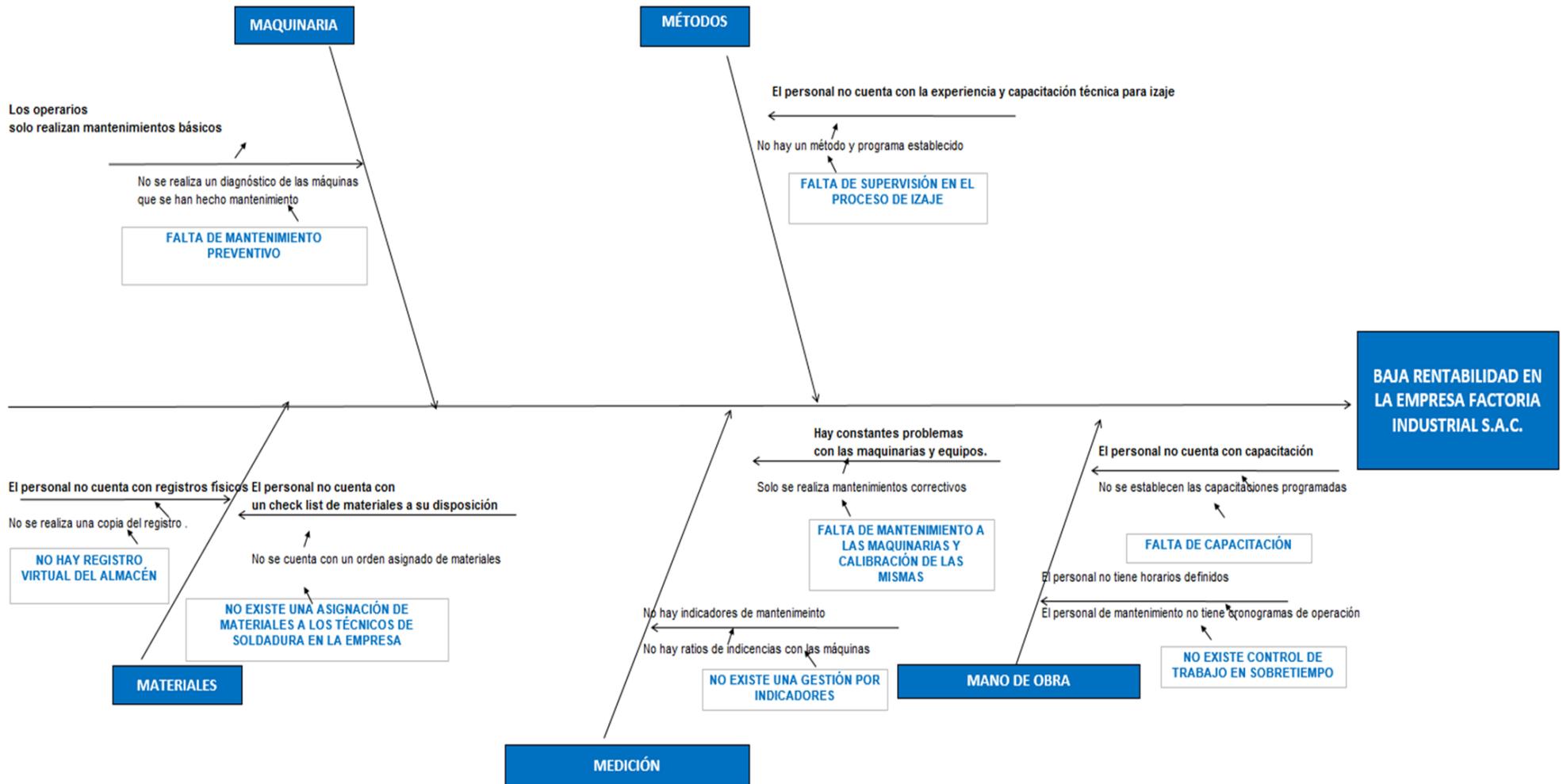
3.3.1. Diagrama de Ishikawa

Gráfico N° 01: Causas de la baja rentabilidad en FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C. – Área Logística



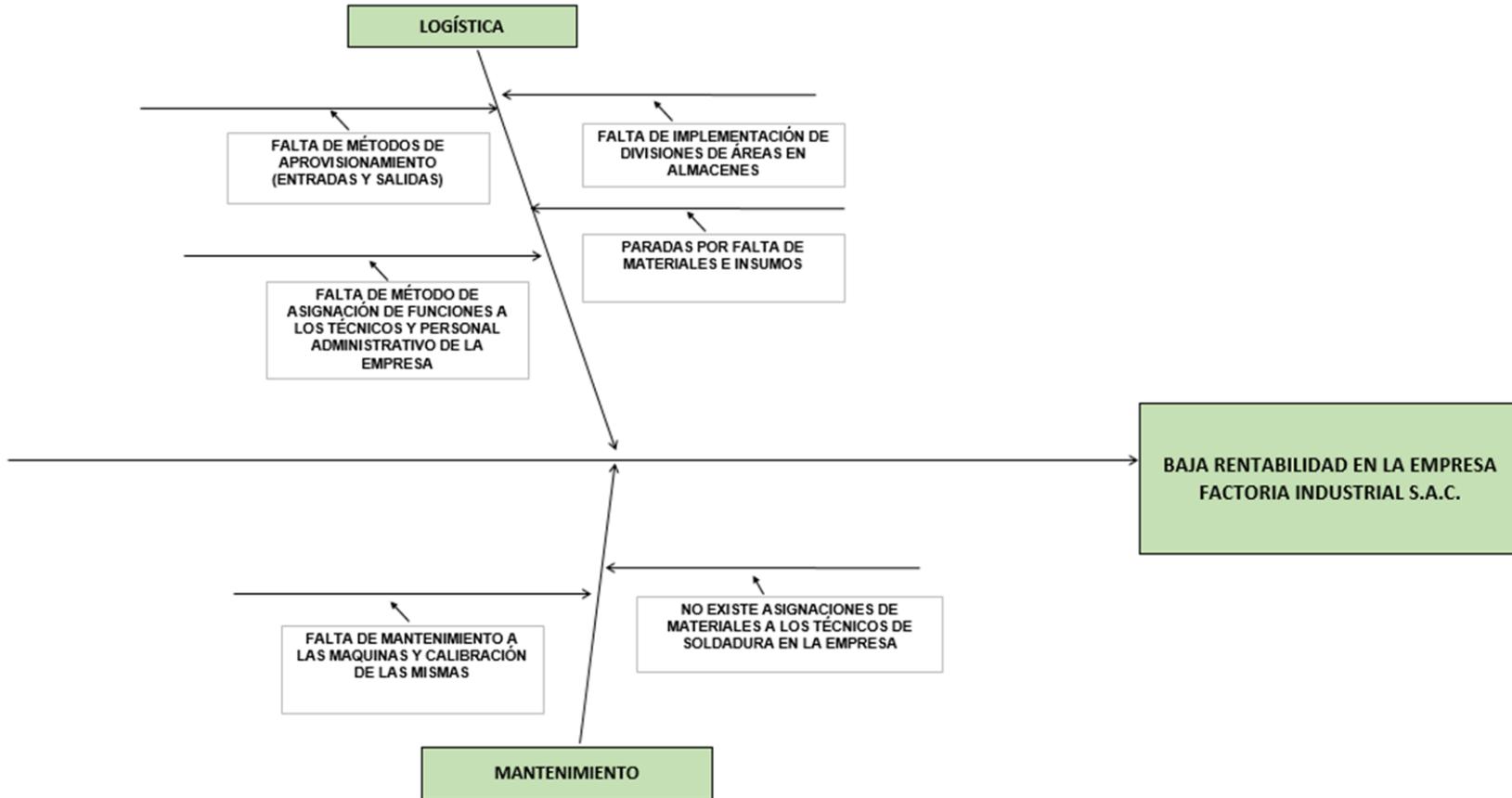
Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 02: Causas de la baja rentabilidad en FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C. – Área Mantenimiento



Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 03: Causas de baja rentabilidad en FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C. – General



Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Matriz de priorización

Se evaluaron las causas mediante el impacto económico y las encuestas al personal para establecer un orden de prioridad y atacar a las causas más impactantes e importantes

Figura N° 08: Matriz de priorización para el Área de Logística y Mantenimiento

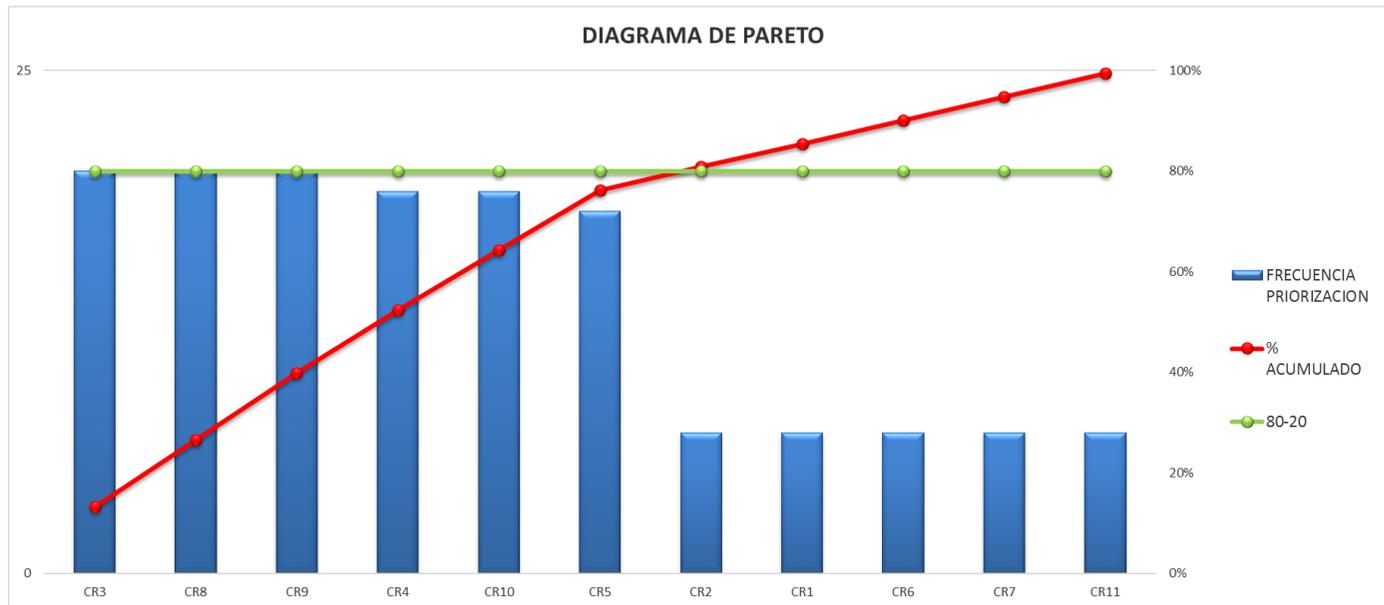
CAUSAS Resultados Encuestas	ÁREA LOGÍSTICA							ÁREA MANTENIMIENTO			
	CR1: No cuenta con check list de registro de materiales e insumos	CR2: Falta de seguimiento a proveedores	CR3: Inadecuado manejo de materias primas e insumos	CR4: Falta de métodos de aprovisionamiento (entradas y salidas)	CR5: Inadecuada asignación de funciones a los técnicos y personal administrativo de la empresa	CR6: Ausencia de Métodos de Control de Mermas	CR7: Falta de Plan de Incentivos	CR8: Inadecuada distribución de almacenes	CR9: No existe asignación de materiales a los técnicos de soldadura en la empresa	CR10: Falta de mantenimiento a las maquinarias y calibración de las mismas	CR11: No existe una gestión por indicadores
Gerente General	1	1	3	3	2	1	1	3	3	2	1
Jefe de Logística	1	1	3	2	3	1	1	2	3	3	1
Jefe de Mantenimiento	1	1	3	3	3	1	1	3	3	3	1
Operario de Logística	1	1	3	3	3	1	1	3	2	3	1
Operario de Mantenimiento	1	1	3	3	2	1	1	3	3	3	1
Jefe Departamento de Soldadura	1	1	3	3	3	1	1	3	3	3	1
Técnico de Soldadura	1	1	2	2	2	1	1	3	3	2	1
CALIFICACION TOTAL	7	7	20	19	18	7	7	20	20	19	7

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Pareto

Según la matriz de priorización se determinó las causas más importantes y las cuales se buscará dar solución. A continuación, se muestra la clasificación según el diagrama Pareto donde el 80% se considerará relevante

Figura N° 09: Diagrama de Pareto



Fuente: Elaboración propia

Según la clasificación se considera relevante las causas: CR3, CR8, CR9, CR4, CR10 y CR5.

3.3.4. Indicadores actuales y metas proyectadas

Cuadro N° 04: Indicadores y Metas de la propuesta de mejora

DIAGNÓSTICO: INDICADORES EN LA GESTIÓN LOGÍSTICA - MANTENIMIENTO									
Cr	Causa	Indicador	Fórmula	Unidad de Medición	Actual	Meta	Beneficio	Herramienta de Mejora	Metodología
CR3	Paradas por falta de materiales e insumos	Exactitud de Inventarios	Inventario real/ Inventarios estándar * 100%	%	60%	97%	37%	Gestión de Inventarios (JIT)	GESTIÓN LOGÍSTICA
CR5	Falta de métodos de asignación de funciones a los técnicos y personal administrativo de la empresa	Retorno de la Inversión	ROI= Beneficio Inversión - Costos Inversión/ Costos Inversión	%	30%	65%	35%	MRP II	
CR8	Falta de implementación de divisiones de áreas en almacenes	Costo promedio por compra de materiales perdidos	Costo total por compras/ # compras por repuestos	S/.	1285.00	968.40	316.60	Layout de Planta	
CR4	Falta de Métodos de Aprovisionamiento (Entrada y Salidas)	% de requerimientos efectivos	N° Requerimientos efectivos/ Total de Requerimiento *100%	%	48%	97%	48.50%	MRP II	
CR9	No existe una asignación de materiales a los técnicos de soldadura en la empresa	Tiempo promedio para conseguir materiales	Tiempo total / # compras por materiales	N° Horas traslado	1.80	0.60	1.20	Mantenimiento Productivo Total (TPM)	GESTIÓN MANTENIMIENTO
CR10	Falta de mantenimiento a las maquinarias y calibración de los mismos	Cumplimiento MTTF	Tiempo Total/ #fallas en unidades	N° Horas traslado	22.60	11.50	11.10		

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se detalla el diagnóstico de las causas que se pueden apreciar en el cuadro anterior:

a) Paradas por falta de materiales e insumos (Cr3):

En el año 2016 la Factoría Industrial S.A.C., tuvo un total de 16 paradas de planta en su proceso de producción debido a la falta de suministros y materiales necesarios para la operación de sus procesos. Esto ocasionó que no se cumpla la producción según lo planificado, de acuerdo a la exactitud de inventarios, lo cual representa un 97%; y ahora representa un 60% de dichos materiales e insumos para su adecuado manejo.

El número de paradas mensuales, en el año 2016 era de 2, esto se dio debido a que no se tenía una planificación adecuada de los requerimientos de la producción en función de lo que se iba a producir, entre los materiales que originaban paradas están los equipos de mantenimiento e izaje.

Se llegó a determinar cuál era el costo lucro cesante de estas paradas, debido a que se multiplicó el tiempo de paradas en horas por el costo por hora de la planta obteniendo una pérdida de S/. 1250.35.

Cuadro N° 05: Paradas de Planta y su costo de lucro cesante actual

% Exactitud de Inventarios Controlados	60%
Impacto Costo de Lucro Cesante	s/ 1250.35

Fuente: Elaboración Propia

b) Falta de métodos de asignación de funciones a los técnicos y personal administrativo de la empresa (Cr5):

Debido a la inadecuada asignación de funciones a los técnicos y personal administrativo de la empresa; en las cuales los operarios del área de logística y mantenimiento, en el año 2016 se tuvo un bajo retorno de la inversión, es decir de S/. 22,856.00. A pesar que se tenía un total de 90 trabajadores no se logró cumplir con lo planificado, es decir unos ingresos/costo de S/. 44,650.00. Así como se muestra en la siguiente figura.

Cuadro N° 06: Aumento de la Producción y ROI Actual – Año 2016

Aumento de la Producción Anual	35%
ROI Actual - Año 2016	s/ 22,856.00

Fuente: Elaboración Propia

c) Falta de implementación de divisiones de áreas en almacenes (Cr8) y No existe una asignación de materiales a los técnicos de soldadura en la empresa (Cr9)

Diagnosticado que la inadecuada distribución de almacenes genera una baja rentabilidad; como ya se ha determinado en la presente tesis, debido al tiempo muerto o demoras en encontrar materiales y en el traslado a las áreas de mantenimiento y almacenes logísticos en base a los costos operativos que esto conlleva; cubriendo de esta forma la demanda pronosticada que posee la empresa de acuerdo a la capacidad operativa que brinda y se logrará un beneficio en reducir el costo de 8.00 por hora de traslado de materiales en dicho almacén general de materiales e insumos.

Se ha logrado diagnosticar que el tiempo en traslados y en la ubicación de las piezas y/o herramientas es muy larga, generando un impacto en términos de horas hombre para la ejecución de los servicios; y en especial los técnicos en soldadura, dado que los principales insumos se encuentran en el segundo piso y las unidades móviles no tienen acceso directo (estacionamiento y zona de despacho) de las principales equipos y maquinaria.

d) Falta de métodos de aprovisionamiento (Cr7).

Debido al inadecuado manejo de la cadena de abastecimiento desde el control logístico de la entrada y salida de materiales, según los requerimientos planificados de los últimos 3 años la empresa FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C.; tuvo como eficacia promedio de los requerimientos planificados un 48%. Esto significa que la empresa dejó de planificar su demanda de requerimientos en un total de 48.50 % y generó una pérdida de S/ 21,320.60 soles por el no registro adecuado y extravío de dichos materiales y/o herramientas en la compra de los mismos.

Cuadro N° 07: Demanda Histórica de requerimiento en materiales del 2014 al 2016

Factoría Industrial S.A.C	Requerimiento Planificado			Requerimiento Real		
	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Área 1: Mantenimiento 1	1,942	1,994	1,869	1,757	1,908	1,945
Área 2: Almacén Logístico 1	1,898	1,139	1,795	1,743	1,130	1,665
Área 2: Almacén Logístico 2	1,011	1,128	1,145	1,628	1,030	1,143
Cantidad Total	4,851	4,261	4,809	5,128	4,068	4,753

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en el cuadro anterior, en los años 2014,2015 y 2016, la empresa fue incrementado su demanda de requerimientos de materiales y/o herramientas tanto a almacén como en compras, pero nunca se llegó a la meta de cumplimiento de requerimiento que actualmente es de un 97%, además se tiene conocimiento que con el aumento de la producción de alimento balanceado y por lo tanto del requerimiento de dichos materiales también se tuvo que aumentar recursos como la mano de obra, es decir; personal técnico como administrativo llegando a un total de 90 colaboradores.

e) Falta de mantenimiento a la maquinaria y calibración de las mismas (Cr9).

Actualmente, la empresa FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C. no sigue ni implementa un correcto Plan de Mantenimiento Preventivo (maquinaria), es por ello que además de la mala planificación que se hace en la gestión mantenimiento y que se ve reflejada en el rendimiento de los equipos y/o maquinarias y rentabilidad por el número de fallas de las mismas, los proveedores que contratan solo cubren el proceso de reparación en acción de dichas máquinas; cuando la empresa requiere de los mismos para cumplir con la explotación y operación en planta mensual. Por tal motivo se plantea la implementación de un Check List y el cálculo de la eficiencia operativa (OEE) que contemple tanto las características técnicas de dichas unidades de operación (maquinaria), la contratación de proveedores y un Programa de Plan de Mantenimiento Preventivo.

Cuadro N° 08: Aumento del número de fallas de maquinaria Actual – Año 2016

RESULTADOS FINALES	
1 CI: Costo inicial (inversion)	10,150 S/.
2 CO: Costos operacionales en valor presente de Mantenimiento	16,880 S/.
3 CMP: Costos de Mantenimiento Maquinaria en el presente	21,364 S/.
4 CMM: Costos overhaul, mantt preventivo mayor en valor presente. t = 1 años	2,406 S/.
5a CMM: Costos overhaul, mantto mayor en valor presente. t = 2 años	2,227 S/.
5b CMM: Costos overhaul, mantto mayor en valor presente. t = 3 años	2,062 S/.
5c CMM: Costos overhaul, mantto mayor en valor presente. t = 5 años	1,768 S/.
CTCV (COSTO TOTAL DE VIDA EN VALOR PRESENTE)	50,162.27 S/.

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4

SOLUCIÓN

PROPUESTA

4.1 Definición de las propuestas de mejora

Una vez identificadas las causas raíces de la baja rentabilidad en la Gestión Logística; los cuales se muestra a continuación en el cuadro N° 09.

Cuadro N° 09: Causas Raíces de la baja rentabilidad

Cr	Causa
CR3	Paradas por falta de materiales e insumos
CR5	Falta de métodos de asignación de funciones a los técnicos y personal administrativo de la empresa
CR8	Falta de implementación de divisiones de áreas en almacenes
CR4	Falta de Métodos de Aprovisionamiento (Entrada y Salidas)
CR9	No existe asignación de materiales a los técnicos de soldadura en la empresa
CR10	Falta de mantenimiento a las maquinarias y calibración de los mismos

Fuente: Elaboración propia

Para dar solución a estas causas, se procedió a determinar las herramientas que utilizaremos para cada causa raíz. Luego de establecer las herramientas de mejora que se van a utilizar para cada una de las causas raíz, se concluyó que serán 4 herramientas las que se utilizarán en el desarrollo de la propuesta de mejora, agrupando causas raíces con carácter vinculante en el desarrollo de su actividad y complementariedad en el logro esperado.

A continuación, se detallan cómo se agruparon las propuestas de mejora en relación a las causas raíz:

Cuadro N° 10: Propuestas de mejora

DIAGNÓSTICO: INDICADORES EN LA GESTIÓN LOGÍSTICA Y MANTENIMIENTO			
Cr	Causa	Herramienta de Mejora	Metodología
CR3	Paradas por falta de materiales e insumos	Gestión de Inventarios (JIT)	GESTIÓN LOGÍSTICA
CR5	Falta de métodos de asignación de funciones a los técnicos y personal administrativo de la empresa	MRP II	
CR8	Falta de implementación de divisiones de áreas en almacenes	Layout de Planta	
CR4	Falta de Métodos de Aprovisionamiento (Entrada y Salidas)	MRP II	
CR9	No existe asignación de materiales a los técnicos de soldadura en la empresa	Mantenimiento Productivo Total (TPM)	GESTIÓN MANTENIMIENTO
CR10	Falta de mantenimiento a las maquinarias y calibración de los mismos		

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver en el cuadro N° 10, se muestra las propuestas de solución para cada casa raíz y la metodología que aplicaremos a lo largo del desarrollo de la presente investigación.

4.2 Desarrollo de propuestas de mejora

A continuación, se desarrollará las propuestas de mejora mencionadas en el cuadro N° 10.

A. Análisis ABC

Tal como se apreció en el diagnóstico en los almacenes de logística y mantenimiento de la empresa FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C. se encuentra totalmente desordenado y mal distribuido; es por ello que se propone diversos métodos para poder disminuir las pérdidas al momento de requerir algún material o insumo del almacén a través de diversos métodos logísticos.

a. Análisis ABC

Se realiza el método de clasificación ABC, con el fin de lograr localizar los materiales y herramientas dentro del almacén de acuerdo a su cantidad y frecuencia de rotación, ya que coinciden dichas cantidades.

- Primero se realiza la lista de materiales de almacén por cantidad, se procede a colocar el precio de cada uno y así obtener el valor monetario de cada artículo, para posteriormente calcular el porcentaje de participación de los mismos.

- Después se aplica el Principio de Pareto; por lo cual se empieza ordenando los materiales en forma decreciente según su porcentaje de participación; para luego encontrar el porcentaje de participación acumulado por cada material y herramienta.

- Finalmente se hará un gráfico para visualizar el comportamiento de cada material y así poder clasificar cada uno de estos según su frecuencia de cantidad y rotación.

Mediante la mejora en el almacén a través del sistema ABC y la implementación de los Formatos de aprovisionamiento y BOM; se logra reducir el costo a S/. 120.30; elevando a un 97% la efectividad en controlar y priorizar inventarios.

Cuadro N° 11: Clasificación ABC

Tipo	Material	Und	Cantidad	Costo Total (S/.)	Costo Final (S/.)	hi%	HI%	Clasificación
Sku 1	Overhaul de quijada de pala Komatsu	Lotes	550	45	24750	25.3303%	25.3303%	A
Sku 2	Tacos de soporte de quijada de pala	lotes	550	45	24750	25.3303%	50.6605%	
Sku 3	Furgones cortineros	lotes	550	20	11000	11.2579%	61.9184%	
Comp 1	Overhaul	Bat	450	15	6750	6.9083%	68.8267%	
Comp 2	tacos	Bat	350	15	5250	5.3731%	74.1998%	
Comp 3	Furgones	Bat	350	10	3500	3.5821%	77.7818%	
Comp 4	acero inoxidable	Bat	350	20	7000	7.1641%	84.9459%	
Mat1	Admisión y escape	unid	325	20	6500	6.6524%	91.5983%	
Mat2	superior	unid	320	5	1600	1.6375%	93.2358%	
Mat3	block	unid	310	6	1860	1.9036%	95.1395%	
Mat4	motor de arranque	unid	290	5.5	1595	1.6324%	96.7718%	
Mat5	multiplicador/reductor	unid	280	3	840	0.8597%	97.6315%	
Mat6	cableado en general	unid	160	3.5	560	0.5731%	98.2047%	
Mat7	toma de fuerza	unid	120	2.5	300	0.3070%	98.5117%	
Mat8	sistema de varillaje	unid	110	2.5	275	0.2814%	98.7932%	C
Mat9	enganche de 3 puntos	litros	80	7	560	0.5731%	99.3663%	
Mat10	cabina	litros	70	3.8	266	0.2722%	99.6385%	
Mat11	aceite	litros	60	3.5	210	0.2149%	99.8534%	
Mat12	pigmento sd negro extra	litros	40	1.5	60	0.0614%	99.9148%	
Mat13	acero barreta gruesa	kg	30	1.2	36	0.0368%	99.9517%	
Mat14	LE 7579	litros	10	2.8	28	0.0287%	99.9803%	
Mat15	COMP 76	litros	8	2.4	19.2	0.0197%	100%	
Total					97709.2	100%		

Fuente: Elaboración Propia

B. MRP II

Para dar solución a 3 causas raíces se planteó como propuesta de mejora la planificación de la producción y otros recursos a través de un MRPII.

- Falta de Métodos de Aprovisionamiento (Entradas y Salidas) (Cr4)
- Inadecuada asignación de funciones a los técnicos y personal administrativo de la empresa (Cr5)

A continuación, se muestra el desarrollo del MRP II:

Como propuesta de mejora se optó por trabajar con las herramientas del MRP II para poder planificar mejor la demanda y poder además controlar el desarrollo del proceso. Los SKU que fueron seleccionados para el análisis del proyecto

fueron tres, como son: Overhaul de quijada de pala Komatsu, Tacos de soporte de quijada de pala y Furgones cortineros.

Cuadro N° 12: SKU seleccionados

SKU (Presentación en lotes)	lotes
Overhaul de quijada de pala Komatsu	2
Tacos de soporte de quijada de pala	2
Furgones cortineros	3

Fuente: Elaboración Propia

De las tres presentaciones nombradas en el cuadro anterior se procederá a evaluar su demanda histórica para de acuerdo a eso empezar con nuestro análisis.

1. Pronóstico de la Demanda

Para empezar con el análisis del MRP II, se analizará la demanda histórica de los SKU seleccionados.

En el cuadro que se mostrará adelante muestra la recopilación que se realizó de los tres últimos años divididos por meses y por productos de acuerdo a la información proporcionada por la empresa. De esta información podemos ver que la demanda se ha ido incrementando con el paso de los años, lo cual obliga a la empresa a estar atenta a la satisfacción de la demanda con relación a la capacidad de planta.

Se calculó, además, la demanda en sacos de toneladas, multiplicando cada caja por su equivalente en kilogramos teniendo en cuenta por su puesto cada presentación, puesto todos los productos terminados de las distintas presentaciones son en lotes.

Después del cálculo individual de las demandas en unidades, se procedió a calcular la demanda agregada, realizando la suma total de las unidades de los 03 productos por cada uno de ellos, para obtener el total de lotes anual por cada mes.

Cuadro N° 13: Demanda Histórica por SKU

AÑO	Producto/Periodo (SKU)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
2014	Overhaul de quijada de pala Komatsu	15	18	20	22	24	21	19	20	21	19	25	20	244
	Tcos de soporte de quijada de pala	32	28	26	26	26	27	25	22	20	28	26	24	310
	Furgones cortineros	36	35	30	28	36	32	32	32	32	25	26	24	368
2015	Overhaul de quijada de pala Komatsu	16	19	20	21	22	20	18	18	20	18	23	19	234
	Tcos de soporte de quijada de pala	27	24	22	26	25	24	24	21	23	26	23	22	287
	Furgones cortineros	35	34	31	29	34	33	30	29	28	26	27	26	362
2016	Overhaul de quijada de pala Komatsu	17	19	21	24	26	25	22	24	25	20	26	24	273
	Tcos de soporte de quijada de pala	30	29	28	30	33	28	27	24	22	28	26	24	329
	Furgones cortineros	34	33	29	30	32	30	34	33	30	27	27	26	365

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 14: Demanda Histórica en lotes por SKU

AÑO	Producto/Periodo (SKU)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2014	Overhaul de quijada de pala Komatsu	30	36	40	44	48	42	38	40	42	38	50	40
	Tcos de soporte de quijada de pala	64	56	52	52	52	54	50	44	40	56	52	48
	Furgones cortineros	108	105	90	84	108	96	96	96	96	75	78	72
2015	Overhaul de quijada de pala Komatsu	32	38	40	42	44	40	36	36	40	36	46	38
	Tcos de soporte de quijada de pala	54	48	44	52	50	48	48	42	46	52	46	44
	Furgones cortineros	105	102	93	87	102	99	90	87	84	78	81	78
2016	Overhaul de quijada de pala Komatsu	34	38	42	48	52	50	44	48	50	40	52	48
	Tcos de soporte de quijada de pala	60	58	56	60	66	56	54	48	44	56	52	48
	Furgones cortineros	102	99	87	90	96	90	102	99	90	81	81	78

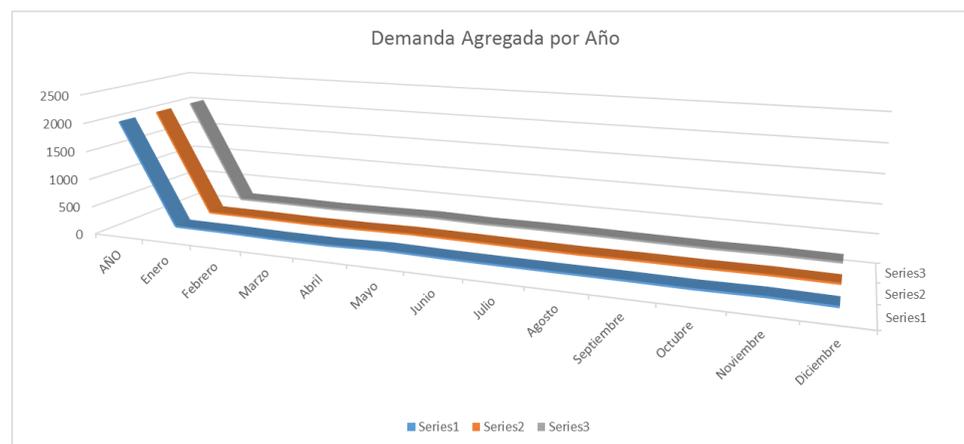
Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 15: Demanda Agregada en lotes por año

AÑO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2014	202	197	182	180	208	192	184	180	178	169	180	160
2015	191	188	177	181	196	187	174	165	170	166	173	160
2016	196	195	185	198	214	196	200	195	184	177	185	174

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 15: Demanda Agregada en lotes por año



Como podemos apreciar en el gráfico mostrado en la página anterior, la demanda agregada en lotes repite cierto patrón estacional a lo largo de los meses, y es en base a esto que se procede a seleccionar el mejor método que nos ayude en el pronóstico de nuestra demanda para el siguiente año.

Para el pronóstico de ventas del año 2017, se decidió utilizar el pronóstico para series de tiempo estacionales, para poder obtener una demanda que siga con los patrones que ya hemos podido apreciar.

Después de calcular el promedio por cada estación, que en este caso son los meses, se procede a calcular el promedio general de toda la demanda agregada de los tres últimos años teniendo como resultado el siguiente valor:

Cuadro N° 16: Demanda promedio

Promedio total	184
-----------------------	-----

Fuente: Elaboración Propia

Una vez calculado el promedio general de la demanda historia agregada, se procede a calcular los índices estacionales. Para obtener estos valores se dividen los valores promedio por estación entre el promedio total que se calculó, equivalente a 184 lotes.

Cuadro N°17: Demanda desestacionalizada de los tres últimos años

Año	Mes	Demanda	IE	Demanda Desest.	Periodo
2014	Enero	202	1.0646	190	1
	Febrero	197	1.0484	188	2
	Marzo	182	0.9833	185	3
	Abril	180	1.0104	178	4
	Mayo	208	1.1170	186	5
	Junio	192	1.0393	185	6
	Julio	184	1.0086	182	7
	Agosto	180	0.9761	184	8
	Septiembre	178	0.9616	185	9
	Octubre	169	0.9254	183	10
	Noviembre	180	0.9724	185	11
	Diciembre	160	0.8929	179	12
2015	Enero	191	1.0646	179	13
	Febrero	188	1.0484	179	14
	Marzo	177	0.9833	180	15
	Abril	181	1.0104	179	16
	Mayo	196	1.1170	175	17
	Junio	187	1.0393	180	18
	Julio	174	1.0086	173	19
	Agosto	165	0.9761	169	20
	Septiembre	170	0.9616	177	21
	Octubre	166	0.9254	179	22
	Noviembre	173	0.9724	178	23
	Diciembre	160	0.8929	179	24
2016	Enero	196	1.0646	184	25
	Febrero	195	1.0484	186	26
	Marzo	185	0.9833	188	27
	Abril	198	1.0104	196	28
	Mayo	214	1.1170	192	29
	Junio	196	1.0393	189	30
	Julio	200	1.0086	198	31
	Agosto	195	0.9761	200	32
	Septiembre	184	0.9616	191	33
	Octubre	177	0.9254	191	34
	Noviembre	185	0.9724	190	35
	Diciembre	174	0.8929	195	36
2017	Enero	275	1.0646		37
	Febrero	278	1.0484		38
	Marzo	267	0.9833		39
	Abril	281	1.0104		40
	Mayo	318	1.1170		41
	Junio	303	1.0393		42
	Julio	301	1.0086		43
	Agosto	298	0.9761		44
	Septiembre	300	0.9616		45
	Octubre	295	0.9254		46
	Noviembre	316	0.9724		47
	Diciembre	296	0.8929		48

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al cuadro anterior ya podremos calcular nuestra ecuación lineal, siendo “X” la fila de periodos y “Y” los valores de la demanda desestacionalizada; para la regresión lineal nos ayudaremos de las herramientas de Excel para el análisis de datos:

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.92952797
Coefficiente de determinación R²	0.86402225
R ² ajustado	0.8600229
Error típico	4603.47701
Observaciones	36

Después de obtener la demanda pronosticada la unimos con la demanda histórica que poseemos y graficamos, en la gráfica podemos validar que nuestra demanda pronostica cumple con los patrones estacionales de los anteriores años.

2. Requerimiento de Producción

Una vez pronosticada nuestra demanda para el año 2017, analizaremos cuanto debemos producir, de acuerdo a los inventarios que tenga la empresa y el stock de seguridad que se establece.

Cuadro N°18: Inventario del mes de Diciembre 2016

	SKU	Lotes de salida
Overhaul de quijada de pala Komatsu	14	28
Tcos de soporte de quijada de pala	15	30
Furgones cortineros	12	36
Total inventario inicial	41	94

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la data proporcionada por la empresa el stock que se generó al terminar el año 2016 es el que mostramos en el cuadro anterior tanto en unidades como en lotes de producción, además la empresa establece que se debe mantener un stock de seguridad del 20% de la demanda pronosticada.

Con la información anterior se realizará el cálculo del requerimiento de la producción, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Req. Prod.} = \text{Pronostico} + \text{Stock Seguridad} - \text{Inv. Inicial}$$

En el caso del inventario inicial para los siguientes meses será en inventario final del mes anterior, es decir, el inventario inicial de febrero será el inventario final del enero, para el cálculo del inventario final se utilizará la siguiente fórmula.

$$\text{Inventario Final} = \text{Inv. Inicial} + \text{Req. Producción} - \text{Pronóstico}$$

Con las fórmulas antes mencionados se realizaron los cálculos correspondientes para la determinación del requerimiento de producción que se presentará en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 19: Requerimiento de Producción

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Inventario inicial	94	52	53	54	56	57	58	60	61	62	64	65
Pronóstico de la demanda	258	265	271	278	285	291	298	305	312	318	325	332
Reserva de seguridad (20% pronóstico)	52	53	54	56	57	58	60	61	62	64	65	66
Requerimiento para la producción	216	266	273	279	286	293	300	306	313	320	326	333
Inventario Final	52	53	54	56	57	58	60	61	62	64	65	66

Fuente: Elaboración Propia

3. Plan Maestro de Producción (PMP)

Para el cálculo del PMP, trabajaremos con el Plan Agregado de Producción que es nuestro requerimiento de producción que procedimos a calcular en el apartado anterior. Para el análisis del proyecto se analizará el mes de enero del 2016 para nuestro PMP; como primer punto se dividió a la producción agregada para el mes de enero en cada uno de los SKU con los que se está trabajando, para esto se trabajó con la ayuda de la data histórica del año anterior para de esta manera sacar el porcentaje de participación de cada producto en el total de la demanda mensual. Este porcentaje se multiplicará por la producción agregada de enero, dando los siguientes valores.

Cuadro N° 20: Participación de productos en el mes de enero

Pronóstico Enero 2016	Unidades	Cantidad	lotes	%	sacos
Overhaul de quijada de pala Komatsu	lotes	17	34	17%	37.41
Tcos de soporte de quijada de pala	lotes	30	60	31%	66
Furgones cortineros	lotes	34	102	52%	112

Fuente: Elaboración Propia

Luego de determinar la participación de cada producto a nivel mensual, procedemos a explosionar el plan mensual de acuerdo a las semanas.

Cuadro N° 21: Explosión del plan

1	2	3	4	Total
9	9	9	9	37
17	17	17	17	66
28	28	28	28	112

Fuente: Elaboración Propia

Para la realización del PMP tendremos en cuenta los inventarios y stocks de seguridad que se vio cuadros más arriba y también tendremos en cuenta la capacidad de planta y los cambios que se producen al día.

Cuadro N° 22: Capacidad de planta

Capacidad de planta	440	lotes/mes
Cambios de producción	2	productos/día

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al cuadro anterior podemos apreciar que la empresa solo permite la producción de dos productos al día, lo cual nos ayudará en la planificación diaria de la producción.

Otro aspecto a tener en cuenta, es que la producción se realiza por batch o lote, y cada lote de producción va a requerir de componentes y subcomponentes.

Cuadro N° 23: Componentes por cada Sku

Producto (Presentación)	lotes/fórmula
Overhaul de quijada de pala Komatsu	60
Tcos de soporte de quijada de pala	50
Furgones cortineros	50

Fuente: Elaboración Propia

El siguiente paso para determinar el Plan Maestro de Producción es determinar la cantidad a producir por cada presentación que se está evaluando, en lotes y en fórmulas.

Cuadro N° 24: Cantidad a producir por cada Sku

Producto (Presentación)	Sacos - Kilos (Prod Final)				Fórmulas (Componente)	
	Fuente de demanda	Stock de seguridad	Inventario Inicial	Cantidad a producir sacos	Volumen por formula	Número de fórmulas
Overhaul de quijada de pala Komatsu	37	7	28	17	60	0
Tcos de soporte de quijada de pala	66	13	30	49	50	1
Furgones cortineros	112	22	36	99	50	2

Fuente: Elaboración Propia

Para el cálculo de la cantidad a producir sumaremos la demanda con el stock de seguridad menos el inventario inicial, dándonos como resultado el requerimiento de producción; así mismo, si dividimos ese requerimiento entre el volumen de cada fórmula nos dirá cuántas fórmulas debemos producir por cada producto.

Luego de tener el requerimiento de producción se pasará a programar semanalmente, para esto dividiremos la producción mensual entre cuatro para producir equitativamente cada semana, verificando que la capacidad de planta no se sobrepase.

Cuadro N° 25: Programa de producción semanal

Producto (Presentación)	1	2	3	4	Total
Overhaul de quijada de pala Komatsu	4	4	4	4	17
Tcos de soporte de quijada de pala	12	12	12	12	49
Furgones cortineros	25	25	25	25	99
Total sacos	41	41	41	41	165

Fuente: Elaboración Propia

Se puede corroborar que la producción no tendrá interferencia en cuanto a la capacidad de planta semanal, lo siguiente que se realizará es la comprobación semanal para verificar si se va a poder satisfacer la demanda.

Cuadro N°. 26: Comprobación de la programación

1	2	3	4
23	18	13	7
26	22	17	13
33	29	26	22

Fuente: Elaboración Propia

Para la comprobación sumaremos el inventario inicial con los valores obtenidos programación semanas menos el valor que obtuvimos en la explosión del plan; como se puede ver, todos los valores son positivos lo que nos indica que podremos satisfacer la demanda semanal sin problema.

Una vez verificado que la programación semanal es la correcta, se realizará el cálculo de las formulas necesarios que se necesitan producir por semana por cada producto.

Cuadro N°. 27: Programación semanal por fórmulas

Producto (Presentación)	1	2	3	4	Total
Overhaul de quijada de pala Komatsu	0.07	0.07	0.07	0.07	0
Tcos de soporte de quijada de pala	0.25	0.25	0.25	0.25	1
Furgones cortineros	0.49	0.49	0.49	0.49	2

Fuente: Elaboración Propia

Luego de la programación semanal se pasará realizar la programación diaria, en una primera instancia se optó por dividir la producción semanal de manera equitativa entre los seis días de trabajo a la semana.

Cuadro N°. 28: Programa de producción diario

Producto (Presentación)	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Total
Overhaul de quijada de pala Komatsu	1	1	1	1	1	1	4
Tcos de soporte de quijada de pala	2	2	2	2	2	2	12
Furgones cortineros	4	4	4	4	4	4	25
Total lotes	7	7	7	7	7	7	41

Fuente: Elaboración Propia

Sin embargo, hay que tener en cuenta que por información de la empresa solo se puede producir dos productos al día, por lo cual hay que balancear de una manera diferente la producción diaria.

Cuadro N°. 29: Programa de producción diario balanceado

Producto (Presentación)	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Total
Overhaul de quijada de pala Komatsu	3,346	3,346			3,166	3,166	13,024
Tcos de soporte de quijada de pala			4,056	4,056	3,116	3,116	14,344
Furgones cortineros	2,936	2,936					5,872
Total lotes	6,282	6,282	4,056	4,056	6,282	6,282	33,240
	-6,275	-6,275	-4,049	-4,049	-6,275	-6,275	

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a este nuevo programa procedemos al cálculo de las fórmulas necesarias por cada Sku y por cada día.

Cuadro N°. 30: Programa de producción diario en fórmulas

Producto (Presentación)	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Total
Overhaul de quijada de pala Komatsu	55.77	55.77	-	-	52.77	52.77	217
Tcos de soporte de quijada de pala	-	-	81.12	81.12	62.32	62.32	287
Furgones cortineros	58.72	58.72	-	-	-	-	117

Fuente: Elaboración Propia

Sin embargo, la producción por fórmulas solo se puede realizar por procesos enteros no por partes, por lo cual hay que redondear las fórmulas para tener números exactos de producción.

Cuadro N°. 31: Programa definitivo de producción diario en fórmulas

Producto (Presentación)	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Total
Overhaul de quijada de pala Komatsu	56.00	56.00	-	-	53.00	53.00	218
Tcos de soporte de quijada de pala	-	-	82.00	82.00	63.00	63.00	290
Furgones cortineros	59.00	59.00	-	-	-	-	118

Fuente: Elaboración Propia

4. Lista de Materiales (BOM)

En la lista de materiales se han establecido tres niveles, el primer nivel le pertenece a los Sku como producto terminado, el segundo nivel a los componentes propios de cada producto que se encargaran de otorgarle las características propias de cada uno, y el tercer nivel le corresponde al sub componente que en este caso es el mosto, el cual sirve de base para la producción de todos los componentes de cada producto.

Cuadro N°. 32: Lista de Materiales

Lista de materiales				
Nivel 1				
	SKU 1	Overhaul de quijada de pala Komatsu	Ctd Base:	2
		Admisión y escape	unid	0.9000
		superior	unid	0.1801
		block	unid	0.1300
		motor de arranque	unid	0.0600
		multiplicador/reductor	unid	0.0410
		cableado en general	unid	0.0450
		toma de fuerza	unid	0.0290
		sistema de varillaje	unid	0.0100
		enganche de 3 puntos	unid	0.0034
		cabina	unid	0.0025
	SKU 2	Tacos de soporte de quijada de pala	Ctd Base:	2
		Admisión y escape	unid	0.9000
		superior	unid	0.1801
		block	unid	0.1300
		motor de arranque	unid	0.0600
		multiplicador/reductor	unid	0.0410
		cableado en general	unid	0.0450
		toma de fuerza	unid	0.0290
		sistema de varillaje	unid	0.0100
		enganche de 3 puntos	unid	0.0034
		cabina	unid	0.0025
		aceite	unid	0.0014

Fuente: Elaboración Propia

5. Inventario de Materiales

Para los inventarios consideremos tanto materiales como componentes y Sku; en el caso de los Sku y los componentes se trabaja con un tamaño de lote LFL es decir se trabaja lote por lote y un lead time igual a cero.

SKU 3	Furgones cortineros	Ctd Base:	3	
	Admisión y escape superior	unid	0.9000	
	block	unid	0.1801	
	motor de arranque	unid	0.0600	
	multiplicador/reductor	unid	0.0410	
	cableado en general	unid	0.0450	
	toma de fuerza	unid	0.0290	
	sistema de varillaje	unid	0.0100	
	enganche de 3 puntos	unid	0.0034	
	cabina	unid	0.0025	
	aceite	unid	0.0014	
	pigmento sd negro extra	unid	0.0012	
Comp 1	Overhoul	Ctd Base:	1 bat	
	acero barreta gruesa	bat	1.0	200
	LE 7579	kg	90	90
	COMP 76	kg	90	90
	COMP 99	kg	180	180
				560
Comp 2	tacos	Ctd Base:	1 bat	
	acero barreta gruesa	bat	1.0	500
	LE 7579	kg	90	90
	COMP 76	kg	90	90
Comp 3	Furgones	Ctd Base:	1 bat	
	acero barreta gruesa	bat	1.0	500
	LE 7579	kg	100	70
	COMP 76	kg	100	70
				640
Comp 4	acero inoxidable	Ctd Base:	1 bat	
	acero barreta gruesa	kg	500	

Cuadro N° 33: Inventario de materiales

Tipo	Material	Und	Cantidad	Nivel	Tam Lote	Lead Time
Sku 1	Overhaul de quijada de pala Komatsu	lotes	-	1	LFL	0
Sku 2	Tacos de soporte de quijada de pala	lotes	-	1	LFL	0
Sku 3	Furgones cortineros	lotes	-	1	LFL	0
Comp 1	Overhaul	Bat	0	2	LFL	0
Comp 2	tacos	Bat	0	2	LFL	0
Comp 3	Furgones	Bat	0	2	LFL	0
Comp 4	acero inoxidable	Bat	0	2	LFL	0
Mat1	Admisión y escape	unid	165	3	1000	1
Mat2	superior	unid	252	3	5000	1
Mat3	block	unid	137	3	1000	1
Mat4	motor de arranque	unid	95	3	5000	1
Mat5	multiplicador/reductor	unid	157	3	800	1
Mat6	cableado en general	unid	120	3	5000	1
Mat7	toma de fuerza	unid	60	3	2000	0
Mat8	sistema de varillaje	unid	40	3	1500	0
Mat9	enganche de 3 puntos	und	10	3	200	0
Mat10	cabina	und	17	3	200	0
Mat11	aceite	und	16	3	200	0
Mat12	pigmento sd negro extra	und	32	3	500	0
Mat13	acero barreta gruesa	kg	30	3	100	0
Mat14	LE 7579	und	1000	3	5000	1
Mat15	COMP 76	und	1000	3	5000	1

Fuente: Elaboración Propia

6. Plan de Requerimiento de Materiales (MRP)

De acuerdo a nuestro Plan Maestro de Producción, empezaremos a planificar los materiales que necesitaremos para poder cumplir con nuestro programa semanal. Empezaremos programando los componentes que se necesitarán por cada producto y de acuerdo al BOM de materiales y al inventario.

En el caso de los componentes, ya que se trabaja por batch no hay un stock inicial ni un lead time y como vimos en la parte de inventario el tamaño de lote es LFL. Para explicar más a detalle el cálculo de los requerimientos de materiales a continuación mostramos el cuadro de cálculos con el que se trabaja.

A continuación, en el cuadro N° 34, los resultados obtenidos.

Cuadro N° 34: Plan de requerimiento de materiales

Comp 1: Overhoul (bat)					
¿Quién lo requiere?	Bat/kg	1	2	3	4
Sku 1	0.9	0	0	0	0
Stock Inicial :	0				
Tamaño de lote :	LFL				
Lead-time entrega :	0				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		0	0	0	0
Entradas Previstas		-			
Stock Final	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		0	0	0	0
Pedidos Planeados		0	0	0	0
Lanzamiento de ordenes		0.004	0.004	0.004	0.004
Comp 2: tacos					
¿Quién lo requiere?	Bat/kg	1	2	3	4
Sku 2	0.9	0	0	0	0
Stock Inicial :	0				
Tamaño de lote :	LFL				
Lead-time entrega :	0				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		0	0	0	0
Entradas Previstas		-			
Stock Final	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		0	0	0	0
Pedidos Planeados		0	0	0	0
Lanzamiento de ordenes		0.012	0.012	0.012	0.012
Comp 3 : Furgones					
¿Quién lo requiere?	Bat/kg	1	2	3	4
Sku 3	1.0	0	0	0	0
Stock Inicial :	0				
Tamaño de lote :	LFL				
Lead-time entrega :	0				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		0	0	0	0
Entradas Previstas		-			
Stock Final	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		0	0	0	0
Pedidos Planeados		0	0	0	0
Lanzamiento de ordenes		0.025	0.025	0.025	0.025

Comp 4: acero inoxidable (bat)					
¿Quién lo requiere?	Bat/kg	1	2	3	4
Comp 1	1.0	0	0	0	0
Comp 2	1.0	0	0	0	0
Comp 3	1.0	0	0	0	0
		0.041	0.041	0.041	0.041
Stock Inicial :	0				
Tamaño de lote :	LFL				
Lead-time entrega :	0				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		0	0	0	0
Entradas Previstas		-			
Stock Final	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		0	0	0	0
Pedidos Planeados		0	0	0	0
Lanzamiento de ordenes		0.041	0.041	0.041	0.041

Fuente: Elaboración propia

7. Aprovisionamiento

Una vez calculados los requerimientos de los materiales procedemos a pasarlos a la hoja aprovisionamiento semanal para cada uno de los componentes, materiales y Sku necesarios pro cada semana.

Cuadro N° 35: Órdenes de Aprovisionamiento (de producción y de compras)

Código de material	Semana			
	1	2	3	4
Overhaul de quijada de pala Komatsu	4	4	4	4
Tacos de soporte de quijada de pala	12	12	12	12
Furgones cortineros	25	25	25	25
Overhaul	0.004	0.004	0.004	0.004
tacos	0.012	0.012	0.012	0.012
Furgones	0.025	0.025	0.025	0.025
acero inoxidable	0.041	0.041	0.041	0.041
Admisión y escape superior	1,000	1,000	1,000	-
block	-	5,000	-	-
motor de arranque	2	3	2	-
multiplicador/reductor	-	5	-	-
cableado en general	-	8	8	-
toma de fuerza	-	-	-	-
sistema de varillaje	36	34	36	34
enganche de 3 puntos	45	3	3	30
cabina	24	24	24	24
aceite	24	24	24	24
pigmento sd negro extra	20	-	20	-
acero barreta gruesa	20	-	20	-
LE 7579	80	80	80	70
COMP 76	25	25	25	-
	25	25	25	-

Fuente: Elaboración Propia

8. MRP II

8.1 Hoja de Ruta

Para la realización del MRP II, empezaremos por establecer la Hoja de Ruta de Productos de acuerdo a cada uno de los procesos dentro de la línea de producción; se han considerado cuatro estaciones por las cuales va a pasar el producto hasta transformarse en el Sku final.

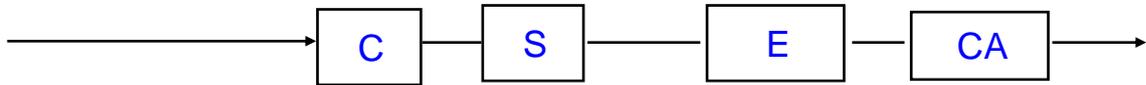
Cuadro N° 36: Procesos de Producción

C	Corte
S	Soldadura
E	Ensamble
CA	Calibración

Fuente: Elaboración Propia

Los cuatro procesos que se han considerado se encuentran en línea como se puede en el siguiente gráfico.

Grafico N° 07: Disposición de las estaciones de trabajo



Fuente: Elaboración Propia

Una vez establecidos las estaciones de trabajo, marcaremos aquellos procesos por los cuales pase los componentes y Sku de nuestro trabajo.

Cuadro N° 37: Hoja de Ruta para Sku y componentes

SKU/Componente		Estacione			
Código	Descripción	C	S	E	CA
S102	Overhoul de quijada de pala Komatsu				x
S103	Tacos de soporte de quijada de pala				x
S104	Furgones cortineros				x
C201	Overhoul			x	
C202	tacos			x	
C203	Furgones			x	
C205	acero inoxidable	x	x		

Fuente: Elaboración Propia

8.2 Maestro Materiales

Para la elaboración del Maestro de Materiales se tomó información del MRP y de las órdenes de aprovisionamiento.

Cuadro N° 38: Maestro de Materiales

Código	Descripción	Unidad	Tipo	lotes	Stock disponible	Stock Bloqueado	Stock Transito	Valor Unitario	Lead Time(sem)	Tamaño de lote
S101	Overhaul de quijada de pala Komatsu	lotes	Sku	250	-				0	LFL
S102	Tacos de soporte de quijada de pala	lotes	Sku	250	-				0	LFL
S103	Furgones cortineros	lotes	Sku	250	-				0	LFL
S104	Overhaul	lotes	Sku	4.5	-				0	LFL
C201	tacos	Bat	Comp	900	-				0	LFL
C202	Furgones	Bat	Comp	900	-				0	LFL
C203	acero inoxidable	Bat	Comp		-				0	LFL
MT301	Admisión y escape	Bat	Comp		165				1	1000
MT302	superior	Bat	Comp		252				1	5000
MT303	block	unid	Mat		137				1	1000
MT304	motor de arranque	unid	Mat		95				1	5000
MT305	multiplicador/reductor	unid	Mat		157				1	800
MT306	cableado en general	unid	Mat		120				1	5000
MT307	toma de fuerza	unid	Mat		60				0	2000
MT308	sistema de varillaje	unid	Mat		40				0	1500
MT309	enganche de 3 puntos	unid	Mat		10				0	200
MT310	cabina	unid	Mat		17				0	200
MT311	aceite	unid	Mat		16				0	200
MT312	pigmento sd negro extra	unid	Mat		32				0	500
MT313	acero barreta gruesa	litros	Mat		30				0	100
MT314	LE 7579	litros	Mat		1,000				1	5000
MT315	COMP 76	litros	Mat		1,000				1	5000

Fuente: Elaboración Propia

8.3 Maestro Puesto de Trabajo

En el Maestro puestos de trabajo colocaremos las cuatro estaciones de trabajo que se habían establecido en la Hoja de Ruta junto con capacidad y las horas por día que se trabaja, en este caso, la empresa trabaja seis días a la semana ocho horas cada día; además, las actividades se trabajan a la par horas hombre con horas máquina.

Cuadro N° 39: Maestro Puestos de Trabajo

Código	Descripción	Capacidad (lotes/h)	Horas por día	Dias por semana	Actividad1 Preparación	Actividad2 Mano Obra	Actividad3 Tiemp Maq
C	Corte	850	8	6		HH	HM
S	Soldadura	890	8	6		HH	HM
E	Ensamble	450	8	6		HH	HM
CA	Calibración	200	8	6		HH	HM

Fuente: Elaboración Propia

8.4 Maestro Hoja de Ruta

Para la elaboración del Maestro Hoja de Ruta recopilaremos información del Maestro de Materiales y el Maestro Puestos de Trabajo. Además, en la parte de Actividades - Producción para 1 hora, nombraremos la cantidad de recursos que se tienen. Después de calcular las capacidades por hora, lo pasaremos a minutos dividiendo 60 entre la producción por hora.

Cuadro N° 40: Maestro Hoja de Ruta

Hoja de Ruta		Material				Puesto de trabajo		Actividades - Producción para 1 hora				Minutos / unidad producida		
Código	Operación	Código	Descripción	Unid	lotes	Código	kilos/hora	Actividad 1 Prepar(hrs)	Actividad 2 (hrs-hombre)	Actividad 3 (hrs-máq)	Producción (litros - bat)	Min / Unid Proceso	Min / Unid Mano obra	Min / Unid Máquina
HR_0010	10	S101	Overhoul de quijada de pala Komatsu	lotes	2	CA	9,550		22	2	4,775	0.013	0.276	0.025
HR_0020	10	S102	Tacos de soporte de quijada de pala	lotes	3	CA	9,550		22	2	3,183	0.019	0.415	0.038
HR_0030	10	S103	Furgones cortineros	lotes	3	CA	9,550		22	2	3,183	0.019	0.415	0.038
HR_0040	10	S104	Overhoul	bat	4.5	E	9,550		22	2	2,122	0.028	0.622	0.057
HR_0050	10	C201	tacos	bat	900	E	5,765		15	10	6.41	9.367	140.503	93.669
HR_0060	10	C202	Furgones	bat	900	E	5,765		15	10	6.41	9.367	140.503	93.669
HR_0090	10	C205	acero inoxidable	Bat	500	S	1,250		18	2	2.50	24.000	432.000	48.000
HR_0090	10	C205	acero inoxidable	Bat	500	C	950		14	4	1.90	31.579	442.105	126.316

Fuente: Elaboración Propia

8.5 Lista de Capacidades (BOC)

La Lista de Capacidad recoge los valores obtenidos en el Maestro Hoja de Ruta por proceso y por Sku y componente.

Cuadro N° 41: Lista de Capacidades

Producto	Tiempos C			Tiempos S			Tiempos E			Tiempos CA		
Componente	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo
Overhaul de quijada de pala Komatsu										6.2827	138.2199	12.5654
Tacos de soporte de quijada de pala										6.2827	138.2199	12.5654
Furgones cortineros										6.2827	138.2199	12.5654
Overhaul							0.03	0.62	0.06			
tacos							9.37	140.50	93.67			
Furgones							9.37	140.50	93.67			
acero inoxidable				24	432	48						
acero inoxidable	32	442	126									

Fuente: Elaboración Propia

8.6 Planeación de Necesidades de Capacidad (CRP)

Para el desarrollo del CRP multiplicamos los valores obtenidos en el BOC por la cantidad de la tabla aprovisionamiento, luego sumamos la cantidad minutos por proceso y lo pasamos a horas para sacar las horas por semana por proceso.

Cuadro N° 42: Planeación de Necesidades de Capacidad

Períodos Planificación	Tiempos C			Tiempos S			Tiempos E			Tiempos CA		
	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo
SEMANA 1												
Overhaul de quijada de pala Komatsu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40,176	883,877	80,352
Tacos de soporte de quijada de pala	-	-	-	-	-	-	-	-	-	104,568	2,300,506	209,137
Furgones cortineros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,959	417,089	37,917
Overhaul	-	-	-	-	-	-	0	4	0	-	-	-
tacos	-	-	-	-	-	-	156	2,339	1,559	-	-	-
Furgones	-	-	-	-	-	-	28	424	283	-	-	-
acero inoxidable	-	-	-	625	11,256	1,251	-	-	-	-	-	-
acero inoxidable	31,579	442,105	126,316	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total (Horas) ==>	526.3	7,368.4	2,105.3	10.4	187.6	20.8	3.1	46.1	30.7	2,728.4	60,024.5	5,456.8
SEMANA 2												
Overhaul de quijada de pala Komatsu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40,176	883,877	80,352
Tacos de soporte de quijada de pala	-	-	-	-	-	-	-	-	-	104,568	2,300,506	209,137
Furgones cortineros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,959	417,089	37,917
Overhaul	-	-	-	-	-	-	0	4	0	-	-	-
tacos	-	-	-	-	-	-	156	2,339	1,559	-	-	-
Furgones	-	-	-	-	-	-	28	424	283	-	-	-
acero inoxidable	-	-	-	625	11,256	1,251	-	-	-	-	-	-
acero inoxidable	31,579	442,105	126,316	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total (Horas) ==>	526.3	7,368.4	2,105.3	10.4	187.6	20.8	3.1	46.1	30.7	2,728.4	60,024.5	5,456.8

SEMANA 3													
Overhoul de quijada de pala Komatsu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40,176	883,877	80,352
Tacos de soporte de quijada de pala	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	104,568	2,300,506	209,137
Furgones cortineros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,959	417,089	37,917
Overhoul	-	-	-	-	-	-	0	4	0	-	-	-	-
tacos	-	-	-	-	-	-	156	2,339	1,559	-	-	-	-
Furgones	-	-	-	-	-	-	28	424	283	-	-	-	-
acero inoxidable	-	-	-	625	11,256	1,251	-	-	-	-	-	-	-
acero inoxidable	31,579	442,105	126,316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total (Horas) ==>	526.3	7,368.4	2,105.3	10.4	187.6	20.8	3.1	46.1	30.7	2,728.4	60,024.5	5,456.8	

SEMANA 4													
Overhoul de quijada de pala Komatsu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51,158	1,125,471	102,316
Tacos de soporte de quijada de pala	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133,151	2,929,312	266,301
Furgones cortineros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24,141	531,093	48,281
Overhoul	-	-	-	-	-	-	1	15	1	-	-	-	-
tacos	-	-	-	-	-	-	349	5,236	3,490	-	-	-	-
Furgones	-	-	-	-	-	-	63	949	633	-	-	-	-
acero inoxidable	-	-	-	1,251	22,512	2,501	-	-	-	-	-	-	-
acero inoxidable	40,000	560,000	160,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total (Horas) ==>	666.7	9,333.3	2,666.7	20.8	375.2	41.7	6.9	103.3	68.7	3,474.1	76,431.3	6,948.3	

Fuente: Elaboración Propia

Para el cálculo de la capacidad máxima multiplicaremos los valores del Maestro Hoja de Ruta para las horas máximas del proceso y en el caso de las horas hombre y máquina, se multiplicará adicional a los valores del proceso por la capacidad del CRP.

Como vemos en el cuadro anterior la producción por semana no supera la capacidad total, lo que lleva a un desarrollo uniforme.

Cuadro N° 43: Resumen del CRP

Períodos		Tiempos C			Tiempos S			Tiempos E			Tiempos CA		
		Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo
		Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs
Planificación		48	672	192	48	864	96	48	720	480	48	1056	96
S	Horas	9	123	35	10	188	21	3	46	31	45.5	1,000.4	90.9
1	Capacidad												
S	Horas	9	123	35	10	188	21	3	46	31	45.5	1,000.4	90.9
2	Capacidad												
S	Horas	9	123	35	10	188	21	3	46	31	45.5	1,000.4	90.9
3	Capacidad												
S	Horas	11	156	44	21	375	42	7	103	69	47.9	1,002.4	90.9
4	Capacidad												

Fuente: Elaboración Propia

Luego de los valores obtenidos en el resumen del CRP, calculamos las horas diarias requeridas dividiendo entre seis las horas del cuadro.

Cuadro N° 44: Horas de producción programadas por día a plena capacidad

Semana	Puesto de Producción			
	C	S	E	CA
S1	1.46	1.74	0.51	7.58
S2	1.46	1.74	0.51	7.58
S3	1.46	1.74	0.51	7.58
S4	1.85	3.47	1.15	7.98

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al cuadro anterior, procedemos a asignar la cantidad de trabajadores por puesto de producción.

Cuadro N° 45: Turnos de producción programados por día

Semana	Puesto de Producción			
	C	S	E	CA
S1	1.00	1.00		1.00
S2	1.00	1.00		1.00
S3	1.00	1.00		1.00
S4	1.00	1.00		1.00

Fuente: Elaboración Propia

Después de la asignación por puesto lo multiplicaremos por la cantidad de trabajadores por proceso para saber la cantidad de trabajadores total.

Cuadro N° 46: Trabajadores por turno

C	S	E	CA	
15.00	11.00	10.00	22.00	58.00

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 47: Número de trabajadores por semana

Semana	Puesto de Producción				TOTAL
	C	S	E	CA	
S1	15.00	11.00	-	22.00	48.00
S2	15.00	11.00	-	22.00	48.00
S3	15.00	11.00	-	22.00	48.00
S4	15.00	11.00	-	22.00	48.00

Fuente: Elaboración Propia

C. Layout de Planta

Esta propuesta de mejora da solución a la siguiente causa raíz:

- Inadecuada distribución de almacenes (Cr8).

La propuesta de distribución de planta se basa en colocar las estaciones de manera consecutiva al Layout del proceso mediante el diagrama relación de materiales. En la propuesta de mejora en el cual se ha modificado la ubicación de las estaciones con el fin de lograr reducir las distancias de desplazamiento.

Específicamente se modificó la ubicación del primer molino y el almacén de productos terminados, los cuales se encontraban en el segundo nivel; se procedió a ubicarlos en el primer nivel con el fin de evitar y reducir los tiempos de desplazamientos de los operarios de carga hacia las áreas de maestranza del Almacén N° 02 en el primer nivel, de igual manera se procedió a ubicar el almacén de materiales e insumos N° 01 en el primer nivel; con el fin de evitar y reducir los tiempos de desplazamientos de los trabajadores de las diversas áreas en búsqueda de material. A la vez se procedió a reubicar a los operarios de la zona de despacho, de tal manera que reduzca el recorrido y el tiempo de traslado del área de producción de la empresa.

Dado las modificaciones detalladas líneas arriba, se ha optado por la adquisición de una estructura en forma de “L” la cual estará compuesta por bandejas, donde transitaran los sacos de alimentos balanceados para etapa de engorde a lo largo del proceso de almacenamiento y despacho; en el cuadro N° 48 se observa el costo por la implementación de la estructura y las bandejas. Mediante la mejora del Layout de planta se logra reducir el costo por hora de traslado de 8 a 3 horas, dado que dicha distribución también facilita los traslados de carga por personal operativo desde el almacén a los camiones de abastecimiento al mercado local y nacional.

Cuadro N° 48: Costos de Estructura y Bandejas

Descripción:	Proveedor	Garantía	Tiempo de Entrega	Costo Total
Estructura de metal en forma de "L" Fabricado en plancha de 3.5mm de espesor Acabado: En esmalte brillante, composición previo tratamiento superficial y mecánico de desengrase y lubricado.	Siderúrgica del Norte S.A.C	01 año	04 días hábiles	S/. 5,680.00
Bandejas de acero Fabricado en plancha de 1.00mm de espesor	Aceros Arequipa S.A.C	01 año	05 días hábiles	S/. 890.00
Total			S/. 6570.00	

Fuente: Elaboración Propia

Layout Actual de Planta – FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C.



Fuente: Elaboración Propia

D. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Esta propuesta de mejora da solución a las siguientes causas raíces:

- No existen asignaciones de materiales a los técnicos de soldadura en la empresa (Cr9).
- Falta de materiales a las maquinarias y calibración de las mismas (Cr10).

La implementación de TPM es un proceso largo y que se puede lograr en intervalos de tiempo, para el desarrollo del TPM, cada empresa debe ajustar sus propios requerimientos. Por eso la propuesta que presentamos está en mejorar los procedimientos de asignación de funciones y el flujo de mantenimiento y calibración.

Cuadro N° 49: Códigos de las áreas de producción

ÁREAS DE PRODUCCIÓN	CÓDIGO
Almacén de cilindros de gas y oxígeno.	ACL
Almacén de herramientas e insumos.	AHT
Almacén de materia prima.	AMP
Almacén de modelos.	AMD
Almacén de producto terminado.	APT
Almacén de retal.	ART
Almacén de varios.	AVR
Banco	BAN
Banco de pruebas	BPR
Carpintería.	CRP
Ensamble y montaje.	ENS
Equipos de transporte.	ETR
Estructuras.	EST
Mantenimiento.	MTO
Mecanizado.	MEC
Pavonado	PAV
Pintura y acabado.	PIN
Suministro.	SMT

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 50: Códigos de equipos de mantenimiento

EQUIPOS	CÓDIGO
Aire Acondicionado.	AA
Analizador de vibraciones.	AV
Caladora.	CD
Cilindradora.	CL
Compresor de aire.	CA
Cortador de Plasma.	CP
Dobladora.	DB
Esmeril.	ES
Fresadora.	FR
Limadora.	LM
Mandriladora.	MN
Moto bomba	MB
Motor eléctrico.	ME
Motor tool.	MT
Prensa hidráulica.	PH
Prensa manual.	PM
Puente grúa.	PG
Pulidora.	PL
Segueta mecánica.	SM
Soldador de arco eléctrico.	SA
Soldador MIG.	MG
Subestación Eléctrica.	SE
Taladro de árbol.	TA
Taladro múltiple.	TM
Taladro manual.	TN
Taladro radial.	TR
Torno paralelo universal.	TP
Vehículos de transporte.	VT

Fuente: Elaboración Propia

Para determinar a cuáles de los equipos se va a implementar el programa de mantenimiento preventivo, es necesario evaluar la criticidad de cada uno de ellos con respecto a la producción, calidad, mantenimiento y seguridad.

Los criterios para realizar el análisis de criticidad en cada uno de los equipos se basan en los siguientes aspectos:

Producción.

- Tasa de utilización del equipo.

Calificación	Característica
4	> 80 %
2	Entre 50 y 80 %
1	< 50 %

- Equipo Auxiliar: valor que indica que posibilidades existen de recuperar la producción con otro equipo.

Calificación	Característica
5	Sin posibilidad de reemplazo. Única existencia
4	Equipos de la misma clase en el proceso productivo
1	Equipo con duplicado

- Influencia del equipo en el proceso de producción.

Calificación	Característica
5	Paro del proceso de producción
4	Influencia importante
2	Influencia relativa
1	No interviene en el proceso principal

Calidad.

Influencia del equipo en la calidad final del producto.

Calificación	Característica
5	Decisiva
4	Importante
2	Sensible
1	Nula

Mantenimiento.

Costo mensual de mantenimiento.

Calificación	Característica
4	> US \$ 500
2	US \$ 100-500
1	< US \$ 100

Número de horas de paradas por averías en el mes.

Calificación	Característica
4	Mayor 3 horas
2	Entre 1 a 3 horas
1	Menor 1 hora

Grado de especialización del equipo.

Calificación	Característica
4	Especialista
2	Normal
1	Sin especialidad

Seguridad.

Influencia que tiene el equipo con respecto a la seguridad industrial y medio ambiente.

Calificación	Característica
5	Riesgo mortal
4	Riesgo para la instalación
2	Influencia relativa
1	Sin influencia

Con la suma de todas las puntuaciones se establecen tres grupos de criticidad:

- I. Índice de criticidad entre 25 y 35: Equipos críticos para los cuales se les implementará el programa de mantenimiento preventivo.
- II. Índice de criticidad entre 16 y 24: Equipos de importancia media, que en un determinado momento pueden llegar a ser críticos. A estos equipos se le llevará la documentación necesaria para hacerles control sobre las actividades de mantenimiento.
- III. Índice de criticidad menor a 15: Equipos secundarios en el proceso que pueden ser sometidos a un programa de mantenimiento correctivo.

En el Cuadro N° 51, se muestra la matriz de criticidad para los equipos de la planta de producción de FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C.

Cuadro N° 51. Matriz de criticidad para los equipos de Factoria Industrial S.A.C.

CÓDIGO AVM	EQUIPO	PRODUCCIÓN			CALIDAD	MANTENIMIENTO			SEGURIDAD	VALOR DE CRITICIDAD
		Tasa de marcha	Equipo auxiliar	Influencia sobre el proceso	Influencia en la calidad del producto	Costo mensual de mantenimiento	Horas de paro en el mes	Grado de especialista	Influencia en la seguridad o medio ambiente	
MEC-MN-01	Mandriladora	4	5	5	5	4	4	4	4	35
MEC-FR-01	Fresadora	4	5	5	5	2	4	4	4	33
MEC-MN-02	Mandriladora	4	4	5	5	2	4	4	4	32
MEC-FR-02	Fresadora	4	4	5	5	2	4	4	4	32
MEC-TR-01	Taladro radial.	4	5	5	4	2	2	4	4	30
MEC-TP-01	Torno	4	4	4	5	2	4	2	4	29
MEC-TP-02	Torno	4	4	4	5	2	4	2	4	29
MEC-TP-03	Torno	4	4	4	5	2	4	2	4	29
MEC-TP-04	Torno	4	4	4	5	2	4	2	4	29
MEC-TP-05	Torno	4	4	4	5	2	4	2	4	29
MEC-TP-07	Torno	4	4	4	5	2	4	2	4	29
SMT-SE-01	Subestación eléctrica.	4	5	5	2	1	1	4	5	27
MEC-LM-01	Limadora.	4	5	5	5	1	2	2	4	28
EST-CP-	Cortadores de plasma	4	4	4	4	1	1	4	4	26
ETR-PG-01	Puente-Grúa.	4	5	5	1	1	2	2	5	25
SMT-CA-01	Compresor de aire.	4	5	5	2	2	1	2	4	25
MEC-TP-06	Torno	1	5	4	5	2	2	2	4	25
EST-MG-	Soldadores MIG	4	1	4	4	1	1	4	4	23
EST-SA-	Soldadores arco eléctrico	4	1	4	4	1	1	4	4	23

CÓDIGO AVM	EQUIPO	PRODUCCIÓN			CALIDAD	MANTENIMIENTO			SEGURIDAD	VALOR DE CRITICIDAD
		Tasa de marcha	Equipo auxiliar	Influencia sobre el proceso	Influencia en la calidad del producto	Costo mensual de mantenimiento	Horas de paro en el mes	Grado de especialista	Influencia en la seguridad o medio ambiente	
EST-PH-01	Prensa hidráulica	2	5	5	2	1	2	2	2	21
EST-CL-01	Cilindradora.	1	5	5	4	1	1	2	2	21
MEC-TM-01	Taladro múltiple.	4	1	4	2	1	1	1	2	16
MEC-TA-01	Taladro de árbol.	4	1	4	2	1	1	1	2	16
PL-	Pulidoras	4	1	2	2	1	1	1	2	14
MEC-TM-02	Taladro múltiple.	2	1	2	2	1	1	1	2	12
MEC-TM-03	Taladro múltiple.	2	1	2	2	1	1	1	2	12
EST-SM-01	Segueta mecánica.	1	4	1	1	1	1	1	2	12
BAN-ES-	Esmeriles	2	1	2	2	1	1	1	2	12
MT-01	Motor Tool	2	1	2	2	1	1	1	2	12
AHT-CD-01	Caladora	1	5	1	1	1	1	1	1	12
EST-DB-01	Dobladora.	1	1	1	2	1	1	1	2	10
AHT-TN-01	Taladro manual 1/2	1	1	2	2	1	1	1	1	10
AHT-TN-02	Taladro manual 3/8	1	1	2	2	1	1	1	1	10
EST-DB-02	Dobladora.	1	1	1	2	1	1	1	1	9
EST-CL-02	Cilindradora.	1	1	1	2	1	1	1	1	9
SMT-CA-02	Compresor de aire.	1	1	1	1	1	1	1	2	9
SMT-CA-03	Compresor de aire.	1	1	1	1	1	1	1	2	9

Mediante el análisis de la matriz de criticidad, al respecto de los equipos y maquinarias de la empresa FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C.; se pretende llegar a una eficacia en el mantenimiento, es decir en reducir el tiempo de encontrar materiales y el mantenimiento adecuado de acuerdo a las funciones asignadas al personal, en un 97%.

De acuerdo al historial estadístico, obtenido del año 2017, el producto que más se vendió fue el Eje-piñón, seguido de las ruedas dentadas, ejes y otros productos de diferentes formas de mecanizados que no son repetitivos. Los productos que más se fabrican, según su orden de producción, son los siguientes:

- Eje-piñón
- Rueda Dentada
- Ejes
- Otros

Los ejes piñones son construidos en acero SAE 7210, este es un acero utilizado para cementación, debido a que su núcleo es de alta resistencia y se requiere alta dureza y resistencia al desgaste superficial, combinado con buena tenacidad.

En la siguiente tabla se observan las tendencias del taller y las condiciones actuales en las etapas del proceso, en donde se detalla la productividad y el tiempo total.

Medidas	Actual	Expectativa	Futuro
Productividad	1.4 Ejes-piñones/día	Incrementar 100%	2.8 Ejes-piñones/día
Tiempo Total	11.376,84 min/Eje-piñón	Disminuir 10%	10.239,16 min/Eje-piñón

Mapa de la Cadena de Valor Actual (VSM)

En taller se tiene una producción de 33 Ejes- Piñones en un mes. Si en el mes se trabajan 24 días, se obtiene un ritmo de producción de 349.01 min/und.

Es de considerar que el taller no se dedica a fabricar solamente los ejes-piñones, sino que el trabajo es compartido con otras actividades dando prioridad a la fabricación del eje-piñón.

El cálculo del ciclo de producción de la demanda, que es el ritmo que debe producir el taller, se lo obtiene de la siguiente manera:

$$\frac{24 \text{ días}}{60 \text{ und.}} \times \frac{8 \text{ h} \times 60 \text{ min}}{1 \text{ día} \quad 1 \text{ h}} = 192 \frac{\text{min}}{\text{und.}}$$

Como primer paso para la implementación, se crea un equipo TPM, el mismo que analizó las condiciones actuales, tanto del área de Repuestos y Herramientas como las máquinas en estudio, utilizando el siguiente formato:

ANÁLISIS DE LA CONDICIÓN ACTUAL DEL EQUIPO	
Grupo: _____	Descripción del Equipo _____
Fecha: _____	Evaluated por: _____
Condición General:	_____

Apariencia/Limpieza:	_____

Comodidad de operación:	_____
Seguridad:	_____

Del análisis de las Tablas de Clasificación de TPM, 3,4 y5, se escogen los ítems de baja calificación bajo el siguiente criterio: se suman todos los puntos y se divide para la cantidad de ítem que hay en la tabla, el coeficiente de esta división en el Torno es 3.23, y todos aquellos ítems que estén por debajo de 3.23 se los consideró de baja calificación, y así con la Fresadora y la Rectificadora.

Máquina: Rectificadora
 Sumatoria del total de Ítems:110
 Promedio: 3.93

ITEM #	Razón de Baja Calificación
10	Falta de limpieza
11	Falta de mantenimiento
14	Falta de orden por parte del operario
15	Falta de limpieza
18	Falta de orden por parte del operario
27	Descuido del jefe del taller
28	Descuido del supervisor

Máquina: Fresadora Sumatoria

Del total de Ítems: 94

Promedio: 3.24

ITEM #	Razón de Baja Calificación
1	Falta de limpieza
5	Falta de mantenimiento
7	Falta de mantenimiento
8	Falta de limpieza
9	Descuido del operario
10	Falta de mantenimiento
11	Falta de mantenimiento
14	Falta de limpieza y orden en lubricantes
15	Descuido del operario
16	Operario desconoce forma de lubricar
20	Falta de mantenimiento
21	No se realiza limpieza
23	Operario no ordena el herramental
28	Descuido del jefe del taller
29	descuido del supervisor

Máquina: Torno Sumatoria del total

de Ítems: 100

Promedio: 3.23

ITEM #	Razón de Baja Calificación
1	Falta de limpieza
3	Descuido del operador
6	Falta de mantenimiento
8	Falta de mantenimiento
10	Falta de mantenimiento
11	No se planifica limpieza de paneles eléctricos
13	Descuido de los sistemas de seguridad
15	Falta de limpieza y orden en lubricantes
16	Descuido del operador
17	Descuido del operador
19	Operarios desconocen la forma de lubricar
20	Descuido del operador
23	Falta de limpieza
25	Descuido del operador
27	Operario desordenado
30	Jefe del taller descuidado
31	Descuido del supervisor

Tabla 6. Comparación del OEE antes y después

OEE		
MÁQUINAS	ANTES	DESPUÉS
Torno	28%	41%
Fresadora	49%	72%

Mapa de la Cadena de Valor Final (VSM)

Para realizar el cálculo de mejora del VSM Final, se utilizó el indicador OEE antes y después de la mejora, para las máquinas Torno y Fresadora. Calculando la diferencia de estos indicadores se tiene [4]:

$$\text{Torno} = 41\% - 28\% = 13\%$$

$$\text{Fresadora} = 72\% - 49\% = 23\%$$

Luego se tomaron los tiempos efectivos en el VSM actual de ambas máquinas y se les aplicó dicha diferencia.

$$\text{Torno} = 91.37 \times 0.13 = 11.88 \text{ min Tiempo de operc.}$$

$$\text{final Torno} = 91.37 - 11.88$$

$$= 79.49 \text{ min}$$

$$\text{Fresadora} = 147.95 \times 0.23 = 34.03 \text{ min Tiempo de operc.}$$

$$\text{final Fresa} = 147.95 - 34.03$$

$$= 113.92 \text{ min}$$

Como el cuello de botella es la Fresadora, se alcanzan a fabricar 37 unidades al mes.

$$\begin{aligned} \text{Nuevo ciclo de prod.} &= 113.92 + 201.01 \\ &= 314.93 \frac{\text{min}}{\text{und}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{314.93 \text{ min}}{\text{und.}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \cdot \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ h}} \cdot \frac{1 \text{ mes}}{24 \text{ días}} \\ = 0.0273 \frac{\text{mes}}{\text{und}} \end{aligned}$$

El inverso es:

$$\frac{1}{0.0273} = 36.6 = 37 \frac{\text{und}}{\text{mes}}$$

Con este ritmo de producción final se fabrican 60 unidades y se logra satisfacer la demanda de 60 unidades al mes.

$$\begin{aligned} \text{Ritmo de Prod. Final} &= 80.41 + 113.92 \\ &= 194.33 \frac{\text{min}}{\text{und}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{194.33 \text{ min}}{\text{und.}} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \times \frac{1 \text{ día}}{8 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ mes}}{24 \text{ días}} \\ = 0.0168 \frac{\text{mes}}{\text{und}} \end{aligned}$$

El inverso es:

$$\frac{1}{0.0168} = 59.5 = 60 \frac{\text{und}}{\text{mes}}$$

Resultados esperados

Medir la mejora lograda con el TPM evaluado como un proceso global, es difícil. En tal caso, al proceso global se lo dividió en dos subprocesos o máquinas, y se midió y evaluó el rendimiento de cada una.

Para ponderar el rendimiento de la aplicación del TPM se selecciona el indicador de eficacia global el más bajo de cada subproceso o máquina. Antes de la implantación de la metodología el OEE global fue de 28% y después de la implantación 41%, realizando la diferencia entre estos dos porcentajes se tiene un incremento del 13% en la eficacia global del Taller, ver Tabla 7.

SUBPROCESOS	OEE			INCREMENTO
	MÁQUINAS	ANTES	DESPUÉS	
Subproceso 1	Torno	28%	41%	13%

Para determinar la variación de este indicador se compara el antes y después de la mejora en una relación de paros no planificados a paros planificados en las dos máquinas y como resultado se tiene que el IPF para el Torno de 4 disminuyó a 0.42 puntos y para la Fresadora de 10.17 a 0.51 puntos.

Torno

$$\text{IPF (Antes)} = \frac{1441.86}{360} = 4$$

$$\text{IPF (Después)} = \frac{153.30}{360} = 0.42$$

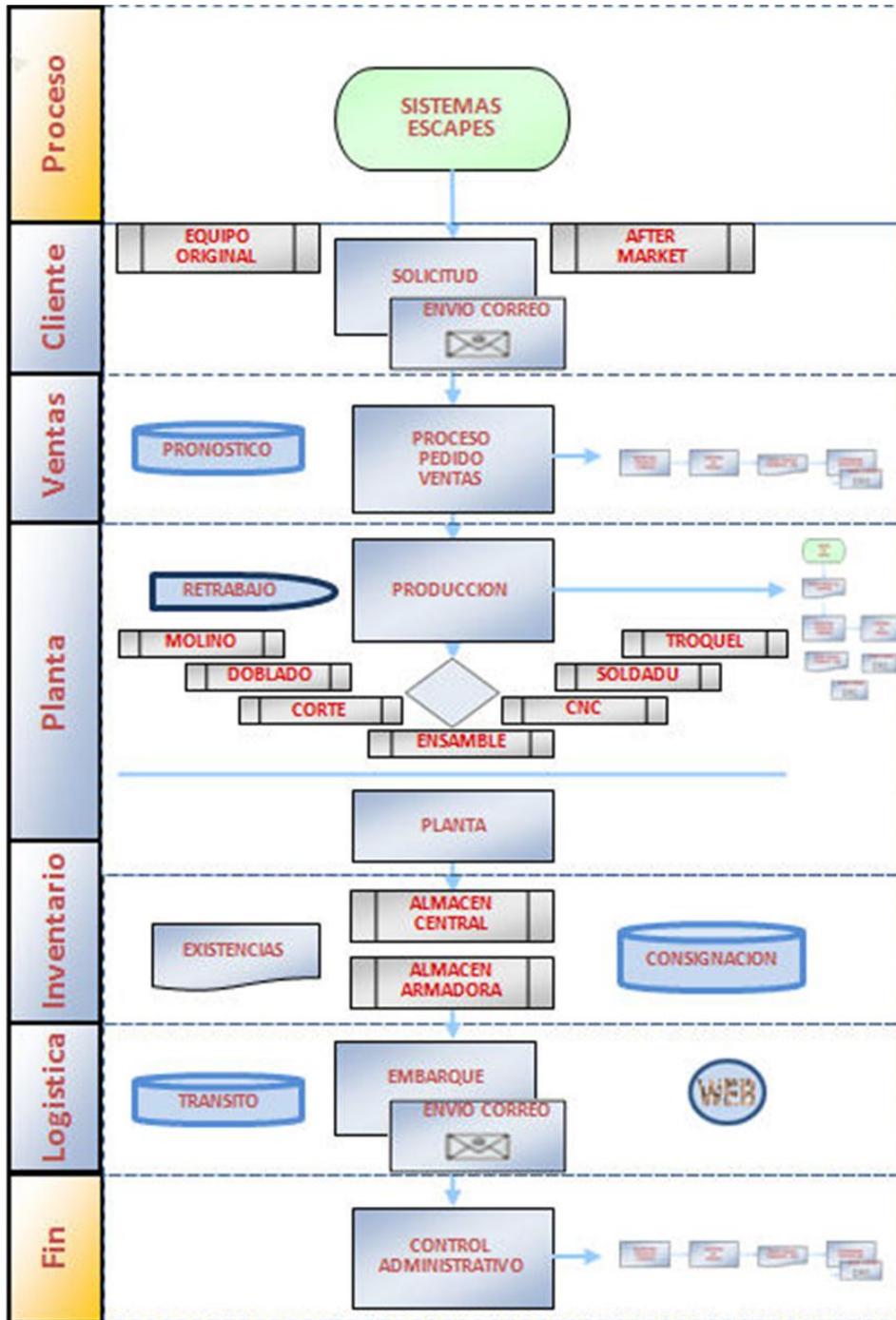
Fresadora

$$\text{IPF (Antes)} = \frac{1709.4}{168} = 10.17$$

$$\text{IPF (DESPUÉS)} = \frac{86.1}{168} = 0.51$$

CAPÍTULO 5
EVALUACIÓN ECONÓMICA
Y FINANCIERA

5.1. Diagrama de Operaciones Actual y Propuesto



Cabe mencionar que las operaciones en la planta no variarán de acuerdo a las condiciones de manufactura, solo se generarán pequeñas variaciones en materia de eficiencia y gestión en inventarios, y la implementación de programas de mantenimiento preventivo. En ese sentido, no habrá un Diagrama de Operaciones (DOP) propuesto.

5.2. Inversión para la Propuesta

En el presente capítulo se muestra la inversión que se va a realizar para las propuestas de mejora; la cual se basa en el control inadecuado de materiales e insumos, altos costos por compra de materiales e insumos, falta de seguimiento a proveedores, inadecuada distribución de almacenes, falta de métodos de aprovisionamiento y mermas. A continuación, se detalla la inversión para cada propuesta:

- **ABC:** La propuesta se basa en ordenar el almacén de acuerdo a la clasificación ABC y debidamente codificados con el fin de su fácil identificación y para ello se requiere de lo siguiente: 2 estante de 6 divisiones, y seis bandejas organizadoras para los insumos pequeños. Letreros con los nombres y codificación adecuada para la fácil visualización de los materiales e insumos en los estantes de almacén.
- **Plan de Requerimiento de Materiales II:** la propuesta se basa en la implementación del Sistema MRP mediante la elaboración de Plantillas en una hoja de Cálculo, así mismo controlar los altos costos por compra de materiales e insumos y las mermas generadas durante los procesos de ensamble y operación de las estructuras.
- **Distribución de Planta:** la propuesta se basa en ubicar las estaciones de trabajo de manera consecutiva eliminando tiempos y recorridos innecesarios, es por ello que se ha optado por la fabricación de una estructura en forma de

“L” en la cual transitaran bandejas con los materiales/ botas semi-armada/ PT (sea el caso) desde el área de Ensamble hasta calibración.

- **Mantenimiento Productivo Total (TPM):** La propuesta se basa en el planteamiento de un Programa de Mantenimiento Preventivo en base a la identificación y mejoras en las actividades de mantenimiento, teniendo en cuenta las eficiencias operativas y el tiempo de horas en encontrar materiales y asignación de funciones.

Para llevar a cabo la realización de las propuestas de mejora se necesita una inversión de S/. 49,550.00.

Cuadro N° 52: Inversión total de la propuesta de mejora

INVERSIÓN	SOLES
Implementación MRP II	S/. 12,500.00
Gestión de Inventarios (JIT)	S/. 18,000.00
Distribución de Planta	S/. 16,400.00
TPM	S/. 4,650.00
TOTAL	S/. 51,550.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 53: Depreciación de la propuesta de mejora

COMPRA DE MÁQUINA DE CALIBRACIÓN	Costo	V.UTIL (AÑOS)	DEPRECIACION MENSUAL
INERCO METAL CALIBRATION	S/. 18,240.00	20	S/. 76.00
TOTAL	S/. 18,240.00		S/. 76.00

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que la empresa decidió comprar una maquinaria de calibración, dado que sus productos exigen dicho procedimiento dado que en las operaciones mineras exigen dicho certificado de acreditación de calibración de maquinaria pesada.

Cuadro N° 54: GAV de la Evaluación Económica

GAV	Costo Parcial	Costo Total GAV (10%)
COSTOS OPERATIVOS	S/. 61,068.00	S/. 6,107.00
TOTAL	S/. 61,068.00	S/. 6,107.00

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que la empresa decidió que financiaría el 50% (S/. 25,775.00) de la inversión a una tasa de 14% anual por el periodo de un año, generándose el siguiente cronograma de pagos:

Cuadro N° 55: Cronograma de pagos de préstamo

PERIODO	DEUDA	INTERES	AMORTIZACION	CUOTA	SALDO
0	25,775.00	0.00	0.00	0.00	25,775.00
1	25,775.00	282.98	2,021.28	S/. 2,304.27	23,753.72
2	23,753.72	260.79	2,043.48	2,304.27	21,710.24
3	21,710.24	238.36	2,065.91	2,304.27	19,644.33
4	19,644.33	215.68	2,088.59	2,304.27	17,555.74
5	17,555.74	192.74	2,111.52	2,304.27	15,444.22
6	15,444.22	169.56	2,134.71	2,304.27	13,309.51
7	13,309.51	146.13	2,158.14	2,304.27	11,151.37
8	11,151.37	122.43	2,181.84	2,304.27	8,969.53
9	8,969.53	98.48	2,205.79	2,304.27	6,763.74
10	6,763.74	74.26	2,230.01	2,304.27	4,533.73
11	4,533.73	49.78	2,254.49	2,304.27	2,279.24
12	2,279.24	25.02	2,279.24	2,304.27	0.00

Fuente: Elaboración propia

5.3. Beneficios de la Propuesta

A continuación, se detalla los beneficios que se obtuvieron al aplicar las mejoras respectivas, demostrándose el beneficio antes y; después de dichas implementaciones:

INVERSIÓN ACTUAL	SOLES
Sin Implementación MRP II	S/. 8,870.00
Sin la Gestión de Inventarios (JIT)	S/. 14,850.00
Sin Distribución de Planta	S/. 12,800.00
Sin Implementación de TPM	S/. 2,950.00
TOTAL	S/. 39,470.00

INGRESOS ACTUALES	S/. 542,868.39
--------------------------	-----------------------

RENTABILIDAD ACTUAL	S/. 12.75
----------------------------	------------------

INVERSIÓN CON PROPUESTA DE MEJORA	SOLES
Implementación MRP II	S/. 12,500.00
Gestión de Inventarios (JIT)	S/. 18,000.00
Distribución de Planta	S/. 16,400.00
TPM	S/. 4,650.00
TOTAL	S/. 51,550.00

INGRESOS CON PROPUESTAS DE MEJORA	S/. 961,278.00
--	-----------------------

RENTABILIDAD CON PROPUESTAS DE MEJORA	S/. 17.65
--	------------------

Se puede observar que la rentabilidad aumentó con la aplicación de las propuestas de mejora, en un 40%

5.4. Evaluación Económica

5.4.1. Ingresos:

INGRESOS	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
AUMENTO DE LAS VENTAS DE LOTES DE PRODUCTOS (03 TIPOS)	S/. 56,440	S/. 52,900	S/. 48,650	S/. 45,984	S/. 44,981	S/. 46,872	S/. 47,986	S/. 42,570	S/. 48,877	S/. 52,359	S/. 42,633	S/. 61,420	S/. 591,672
REDUCCIÓN DE COSTO SIN CONTROLAR INVENTARIOS Y TIEMPOS DE MANTENIMIENTO	S/. 28,351	S/. 340,206											
REDUCCIÓN DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO	S/. 2,450	S/. 29,400											
TOTAL	S/. 87,241	S/. 83,701	S/. 79,451	S/. 76,785	S/. 75,782	S/. 77,673	S/. 78,787	S/. 73,371	S/. 79,678	S/. 83,160	S/. 73,434	S/. 92,221	S/. 961,278

Fuente: Elaboración Propia

5.4.2. Estado de Resultados:

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Utilidad después de impuestos		S/. 14,189	S/. 13,619	S/. 12,931	S/. 12,506	S/. 12,356	S/. 12,686	S/. 12,887	S/. 12,008	S/. 13,069	S/. 13,663	S/. 12,070	S/. 15,199
mas depreciación		S/. 76											
Inversión	-S/. 51,550												
Préstamo	S/. 25,775												
amortización		S/. 2,021	S/. 2,043	S/. 2,066	S/. 2,089	S/. 2,112	S/. 2,135	S/. 2,158	S/. 2,182	S/. 2,206	S/. 2,230	S/. 2,254	S/. 2,279
flujo neto de efectivo	-S/. 25,775	S/. 12,243	S/. 11,651	S/. 10,941	S/. 10,493	S/. 10,320	S/. 10,627	S/. 10,805	S/. 9,901	S/. 10,939	S/. 11,509	S/. 9,891	S/. 12,996

Fuente: Elaboración Propia

5.4.3. Flujo Económico

Se procederá a evaluar el costo-beneficio de implantar las propuestas de mejora planteadas en el capítulo 4. Para lo cual se emplearán ratios financieras como el VAN y el TIR para que nos ayuden a calcular la viabilidad de las propuestas descritas.

Para financiar el proyecto se trabajará con una tasa de interés del 14 %, préstamo que nos permitirá financiar el proyecto. La tasa mensual con la cual se trabajará es de 1.353%.

Como se puede observar después de haber realizado el financiamiento del proyecto obtenemos un VAN positivo, eso nos muestra que el proyecto es viable; así como, la tasa interna de retorno que también es positiva, demostrando que el proyecto de la inversión si es conveniente.

A continuación, se detalla la indicado líneas arriba:

Flujo de caja:

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Utilidad después de impuestos		S/. 14,189	S/. 13,619	S/. 12,931	S/. 12,506	S/. 12,356	S/. 12,686	S/. 12,887	S/. 12,008	S/. 13,069	S/. 13,663	S/. 12,070	S/. 15,199
mas depreciación		S/. 76											
Inversión	-S/. 51,550												
Préstamo	S/. 25,775												
amortización		S/. 2,021	S/. 2,043	S/. 2,066	S/. 2,089	S/. 2,112	S/. 2,135	S/. 2,158	S/. 2,182	S/. 2,206	S/. 2,230	S/. 2,254	S/. 2,279
flujo neto de efectivo	-S/. 25,775	S/. 12,243	S/. 11,651	S/. 10,941	S/. 10,493	S/. 10,320	S/. 10,627	S/. 10,805	S/. 9,901	S/. 10,939	S/. 11,509	S/. 9,891	S/. 12,996

Fuente: Elaboración Propia

5.4.4. Cálculo del VAN/TIR/ROI:

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Flujo neto Efectivo	-S/. 25,775	S/. 12,243	S/. 11,651	S/. 10,941	S/. 10,493	S/. 10,320	S/. 10,627	S/. 10,805	S/. 9,901	S/. 10,939	S/. 11,509	S/. 9,891	S/. 12,996

Meses	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ingresos totales		S/. 87,241	S/. 83,701	S/. 79,451	S/. 76,785	S/. 75,782	S/. 77,673	S/. 78,787	S/. 73,371	S/. 79,678	S/. 83,160	S/. 73,434	S/. 92,221
Egresos totales		S/. 72,976	S/. 69,746	S/. 66,206	S/. 63,987	S/. 63,157	S/. 64,741	S/. 65,677	S/. 61,165	S/. 66,434	S/. 69,346	S/. 61,238	S/. 76,921

VAN ingresos	S/. 358,452	SOLES
VAN egresos	S/. 298,981	SOLES
PRI	2	MESES

VAN	S/. 23,702
TIR	43.5%
B/C	1.20
ROI	1764.75

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 6

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Resultados

6.2.1 Después de la realización de las propuestas de mejora en la gestión logística y mantenimiento de la empresa FACTORIA INDUSTRIAL S.A.C., debido a que se logró una exactitud de inventarios de almacén en un 34%, un aumento del 35% en seguimiento al programa de mantenimiento, aumentar la venta en lotes de los productos de la empresa en un 20% con una eficacia de la producción de 22 lotes /semana y una rentabilidad del último año de S/ 15,687.60. También se logró reducir el número de trabajadores de 58 a 44 trabajadores lo que generó un ahorro anual en salarios de S/. 22,800. Todas estas propuestas generaron ingresos por un total de S/.984 259.00.

6.1.1 El VAN (valor actual neto) de la implementación de este proyecto es de S/. 23,702.00 lo que indica que es un proyecto Rentable para la empresa Factoria Industrial S.A.C.

6.1.2 La tasa interna de retorno (TIR) obtenida fue de 43.5 %, esta es la tasa a la cual retornará la inversión de este proyecto y que es mucho mayor al costo de oportunidad (cok) de la empresa el cual es de 20%; por lo que el proyecto según este indicador es Rentable.

6.1.3 El indicador de costo beneficio tenemos un 1.20, lo que nos indica que por cada S/. 1.00 invertido en este proyecto, la empresa ganará S/. 0.20.

6.2 Discusión

6.2.2 Luego de la aplicación de las propuestas de mejora: MRP II, Gestión de Inventarios (JIT), TPM y Layout de Planta; ayuda a mejorar la gestión logística y mantenimiento de la empresa Factoria Industrial S.A.C., debido a que se logró una exactitud de inventarios de almacén en un 34%, un aumento del 35% en seguimiento al programa de mantenimiento, aumentar la venta en lotes de los productos de la empresa en un 20% con una eficacia de la producción de 22 lotes /semana y una rentabilidad del último año de S/ 15,687.60. También se logró reducir el número de trabajadores de 58 a 44 trabajadores lo que generó un ahorro anual en salarios de S/. 22,800. Todas estas

propuestas generaron ingresos por un total de S/.984.259.00.

- 6.2.3** El VAN del presente trabajo fue S/. 25,089, el cual se obtuvo por el aumento del 34% en exactitud de inventarios, la reducción de la MO de producción y logística por la implementación del MRP II del almacén y la reducción del mantenimiento correctivo en un 25%. Esto generó ingresos anuales de S/. 961,278 y se obtuvo un flujo neto de efectivo mensual promedio de S/. 11,114 a una tasa de 1.50% mensual.
- 6.2.4** Para la empresa Factoria Industrial S.A.C., la tasa base para determinar que un proyecto es viable es de 20% anual, para determinar el TIR de la propuesta de mejora se hizo evaluación dentro de un periodo de 1 año, teniendo una inversión de S/. 51,550 soles y un flujo de efectivo mensual promedio de S/. 12,996 obteniéndose como resultado un TIR de 43.5%, con lo cual nos indica que el proyecto es rentable, además toda la inversión se recupera en un periodo de 2 meses.
- 6.2.5** Se obtuvo Ingresos anuales de S/. 984,259 obtenidos por el aumento del 25% en las ventas, la reducción de la MO de producción por la implementación del MRP II del almacén y la reducción de las mermas. Además, se obtuvo egresos anuales S/. 801,604 propios de los costos de operación; al dividir estos 2 valores nos da como resultado 1.2 (costo beneficio).

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- 7.1.1** Se logró aumentar la rentabilidad por medio de la propuesta de Gestión Logística y Mantenimiento de la empresa Factoria Industrial S.A.C., debido a que se logró aumentar la venta una exactitud de inventarios de almacén en un 34%, un aumento del 35% en seguimiento al cumplimiento del Check List de verificación de proveedores, aumentar la venta de los lotes de producción en un 25% con una eficacia de 22 lotes /semana y una rentabilidad del último año de S/ 15,687.60. También se logró reducir el número de trabajadores de 58 a 44 trabajadores lo que genero un ahorro anual en salarios de S/. 22,800. Todas estas propuestas generaron ingresos por un total de S/.984.259.00.
- 7.1.2** Se realizó el diagnóstico del estado actual de la gestión Logística y de Mantenimiento de la empresa Factoria Industrial S.A.C., encontrando que los principales problemas que reducen la rentabilidad en logística y mantenimiento son: paradas por falta de materiales e insumos, inadecuada asignación de funciones a los técnicos y personal administrativo de la empresa, inadecuada distribución de almacenes, falta de métodos de aprovisionamiento (entrada y salidas), equivocación de asignación de materiales a los técnicos de soldadura en la empresa y falta de mantenimiento a las maquinarias y calibración de las mismas.
- 7.1.3** Se elaboró las propuestas para mejorar la Gestión Logística y Mantenimiento de la empresa Factoria Industrial S.A.C.; para ello se evaluó y aplicó herramientas de Ingeniería Industrial para solucionar los problemas identificados. Las herramientas usadas fueron: MRP II, Gestión de Inventarios (JIT), TPM y Layout de Planta.
- 7.1.4** Se hizo la evaluación económica / financiera de la propuesta de mejora en un periodo de 12 meses, dando como resultado que el proyecto es RENTABLE. Cabe mencionar que se tuvo un financiamiento del 50 % de la inversión a una tasa de 14% anual por el periodo de un año.
- VAN: S/. 23,702
 - TIR : 43.5%

7.2 Recomendaciones

- 7.2.1** Se recomienda aplicar todas las propuestas de mejora aplicadas en este trabajo, para asegurar que la gestión de la logística y mantenimiento mejore.
- 7.2.2** Se recomienda hacer seguimiento al plan de producción para asegurar su cumplimiento a través de indicadores de gestión logísticos que les permita determinar cuándo hacer ajustes dentro de su proceso.
- 7.2.3** Se recomienda hacer un correcto seguimiento y evaluación de sus proveedores con una frecuencia trimestral para de esta forma se puede asegurar que no se tenga problemas de desabastecimiento de materiales y otros requerimientos que el área de producción necesite.

ANEXOS

Cuadro N° 11: Clasificación ABC

Tipo	Material	Und	Cantidad	Costo Total (S/.)	Costo Final (S/.)	hi%	HI%	Clasificación
Sku 1	Overhaul de quijada de pala Komatsu	Lotes	550	45	24750	25.3303%	25.3303%	A
Sku 2	Tacos de soporte de quijada de pala	lotes	550	45	24750	25.3303%	50.6605%	
Sku 3	Furgones cortineros	lotes	550	20	11000	11.2579%	61.9184%	
Comp 1	Overhaul	Bat	450	15	6750	6.9083%	68.8267%	
Comp 2	tacos	Bat	350	15	5250	5.3731%	74.1998%	
Comp 3	Furgones	Bat	350	10	3500	3.5821%	77.7818%	
Comp 4	acero inoxidable	Bat	350	20	7000	7.1641%	84.9459%	
Mat1	Admisión y escape	unid	325	20	6500	6.6524%	91.5983%	
Mat2	superior	unid	320	5	1600	1.6375%	93.2358%	
Mat3	block	unid	310	6	1860	1.9036%	95.1395%	
Mat4	motor de arranque	unid	290	5.5	1595	1.6324%	96.7718%	
Mat5	multiplicador/reductor	unid	280	3	840	0.8597%	97.6315%	
Mat6	cableado en general	unid	160	3.5	560	0.5731%	98.2047%	
Mat7	toma de fuerza	unid	120	2.5	300	0.3070%	98.5117%	
Mat8	sistema de varillaje	unid	110	2.5	275	0.2814%	98.7932%	C
Mat9	enganche de 3 puntos	litros	80	7	560	0.5731%	99.3663%	
Mat10	cabina	litros	70	3.8	266	0.2722%	99.6385%	
Mat11	aceite	litros	60	3.5	210	0.2149%	99.8534%	
Mat12	pigmento sd negro extra	litros	40	1.5	60	0.0614%	99.9148%	
Mat13	acero barreta gruesa	kg	30	1.2	36	0.0368%	99.9517%	
Mat14	LE 7579	litros	10	2.8	28	0.0287%	99.9803%	
Mat15	COMP 76	litros	8	2.4	19.2	0.0197%	100%	
Total					97709.2	100%		

Fuente: Elaboración Propia

MRP II

Cuadro N° 12: SKU seleccionados

SKU (Presentación en lotes)	lotes
Overhaul de quijada de pala Komatsu	2
Tcos de soporte de quijada de pala	2
Furgones cortineros	3

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 13: Demanda Histórica por SKU

AÑO	Producto/Periodo (SKU)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
2014	Overhaul de quijada de pala Komatsu	15	18	20	22	24	21	19	20	21	19	25	20	244
	Tcos de soporte de quijada de pala	32	28	26	26	26	27	25	22	20	28	26	24	310
	Furgones cortineros	36	35	30	28	36	32	32	32	32	25	26	24	368
2015	Overhaul de quijada de pala Komatsu	16	19	20	21	22	20	18	18	20	18	23	19	234
	Tcos de soporte de quijada de pala	27	24	22	26	25	24	24	21	23	26	23	22	287
	Furgones cortineros	35	34	31	29	34	33	30	29	28	26	27	26	362
2016	Overhaul de quijada de pala Komatsu	17	19	21	24	26	25	22	24	25	20	26	24	273
	Tcos de soporte de quijada de pala	30	29	28	30	33	28	27	24	22	28	26	24	329
	Furgones cortineros	34	33	29	30	32	30	34	33	30	27	27	26	365

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 14: Demanda Histórica en lotes por SKU

AÑO	Producto/Periodo (SKU)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2014	Overhaul de quijada de pala Komatsu	30	36	40	44	48	42	38	40	42	38	50	40
	Tcos de soporte de quijada de pala	64	56	52	52	52	54	50	44	40	56	52	48
	Furgones cortineros	108	105	90	84	108	96	96	96	96	75	78	72
2015	Overhaul de quijada de pala Komatsu	32	38	40	42	44	40	36	36	40	36	46	38
	Tcos de soporte de quijada de pala	54	48	44	52	50	48	48	42	46	52	46	44
	Furgones cortineros	105	102	93	87	102	99	90	87	84	78	81	78
2016	Overhaul de quijada de pala Komatsu	34	38	42	48	52	50	44	48	50	40	52	48
	Tcos de soporte de quijada de pala	60	58	56	60	66	56	54	48	44	56	52	48
	Furgones cortineros	102	99	87	90	96	90	102	99	90	81	81	78

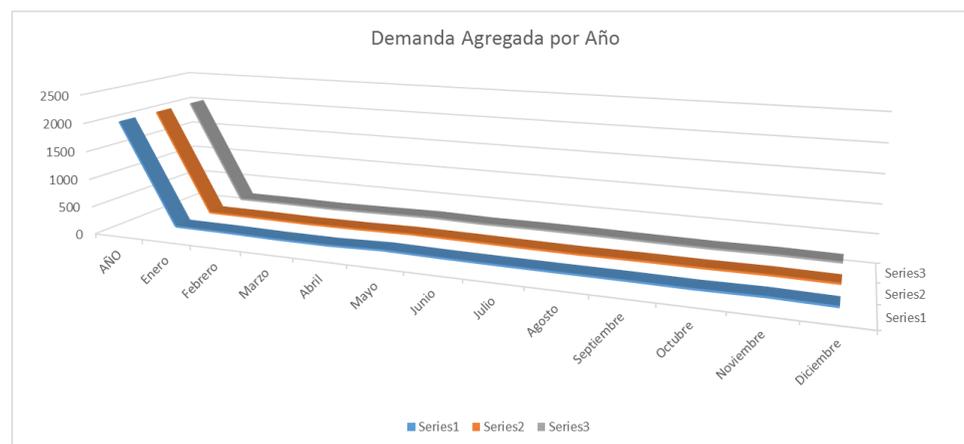
Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 15: Demanda Agregada en lotes por año

AÑO	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2014	202	197	182	180	208	192	184	180	178	169	180	160
2015	191	188	177	181	196	187	174	165	170	166	173	160
2016	196	195	185	198	214	196	200	195	184	177	185	174

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico N° 15: Demanda Agregada en lotes por año



Cuadro N° 16: Demanda promedio

Promedio total	184
-----------------------	-----

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N°17: Demanda desestacionalizada de los tres últimos años

Año	Mes	Demanda	IE	Demanda Desest.	Periodo
2014	Enero	202	1.0646	190	1
	Febrero	197	1.0484	188	2
	Marzo	182	0.9833	185	3
	Abril	180	1.0104	178	4
	Mayo	208	1.1170	186	5
	Junio	192	1.0393	185	6
	Julio	184	1.0086	182	7
	Agosto	180	0.9761	184	8
	Septiembre	178	0.9616	185	9
	Octubre	169	0.9254	183	10
	Noviembre	180	0.9724	185	11
	Diciembre	160	0.8929	179	12
2015	Enero	191	1.0646	179	13
	Febrero	188	1.0484	179	14
	Marzo	177	0.9833	180	15
	Abril	181	1.0104	179	16
	Mayo	196	1.1170	175	17
	Junio	187	1.0393	180	18
	Julio	174	1.0086	173	19
	Agosto	165	0.9761	169	20
	Septiembre	170	0.9616	177	21
	Octubre	166	0.9254	179	22
	Noviembre	173	0.9724	178	23
	Diciembre	160	0.8929	179	24
2016	Enero	196	1.0646	184	25
	Febrero	195	1.0484	186	26
	Marzo	185	0.9833	188	27
	Abril	198	1.0104	196	28
	Mayo	214	1.1170	192	29
	Junio	196	1.0393	189	30
	Julio	200	1.0086	198	31
	Agosto	195	0.9761	200	32
	Septiembre	184	0.9616	191	33
	Octubre	177	0.9254	191	34
	Noviembre	185	0.9724	190	35
	Diciembre	174	0.8929	195	36
2017	Enero	275	1.0646		37
	Febrero	278	1.0484		38
	Marzo	267	0.9833		39
	Abril	281	1.0104		40
	Mayo	318	1.1170		41
	Junio	303	1.0393		42
	Julio	301	1.0086		43
	Agosto	298	0.9761		44
	Septiembre	300	0.9616		45
	Octubre	295	0.9254		46
	Noviembre	316	0.9724		47
	Diciembre	296	0.8929		48

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N°18: Inventario del mes de Diciembre 2016

	SKU	Lotes de salida
Overhoul de quijada de pala Komatsu	14	28
Tcos de soporte de quijada de pala	15	30
Furgones cortineros	12	36
Total inventario inicial	41	94

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 19: Requerimiento de Producción

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Inventario inicial	94	52	53	54	56	57	58	60	61	62	64	65
Pronóstico de la demanda	258	265	271	278	285	291	298	305	312	318	325	332
Reserva de seguridad (20% pronóstico)	52	53	54	56	57	58	60	61	62	64	65	66
Requerimiento para la producción	216	266	273	279	286	293	300	306	313	320	326	333
Inventario Final	52	53	54	56	57	58	60	61	62	64	65	66

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 20: Participación de productos en el mes de enero

Pronóstico Enero 2016	Unidades	Cantidad	lotes	%	sacos
Overhaul de quijada de pala Komatsu	lotes	17	34	17%	37.41
Tcos de soporte de quijada de pala	lotes	30	60	31%	66
Furgones cortineros	lotes	34	102	52%	112

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 21: Explosión del plan

1	2	3	4	Total
9	9	9	9	37
17	17	17	17	66
28	28	28	28	112

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 22: Capacidad de planta

Capacidad de planta	440	lotes/mes
Cambios de producción	2	productos/día

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 23: Componentes por cada Sku

Producto (Presentación)	lotes/fórmula
Overhaul de quijada de pala Komatsu	60
Tcos de soporte de quijada de pala	50
Furgones cortineros	50

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 24: Cantidad a producir por cada Sku

Producto (Presentación)	Sacos - Kilos (Prod Final)				Fórmulas (Componente)	
	Fuente de demanda	Stock de seguridad	Inventario Inicial	Cantidad a producir sacos	Volumen por formula	Número de fórmulas
Overhaul de quijada de pala Komatsu	37	7	28	17	60	0
Tcos de soporte de quijada de pala	66	13	30	49	50	1
Furgones cortineros	112	22	36	99	50	2

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 25: Programa de producción semanal

Producto (Presentación)	1	2	3	4	Total
Overhaul de quijada de pala Komatsu	4	4	4	4	17
Tcos de soporte de quijada de pala	12	12	12	12	49
Furgones cortineros	25	25	25	25	99
Total sacos	41	41	41	41	165

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N°. 26: Comprobación de la programación

1	2	3	4
23	18	13	7
26	22	17	13
33	29	26	22

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N°. 27: Programación semanal por fórmulas

Producto (Presentación)	1	2	3	4	Total
Overhaul de quijada de pala Komatsu	0.07	0.07	0.07	0.07	0
Tcos de soporte de quijada de pala	0.25	0.25	0.25	0.25	1
Furgones cortineros	0.49	0.49	0.49	0.49	2

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N°. 28: Programa de producción diario

Producto (Presentación)	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Total
Overhaul de quijada de pala Komatsu	1	1	1	1	1	1	4
Tcos de soporte de quijada de pala	2	2	2	2	2	2	12
Furgones cortineros	4	4	4	4	4	4	25
Total lotes	7	7	7	7	7	7	41

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N°. 29: Programa de producción diario balanceado

Producto (Presentación)	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Total
Overhaul de quijada de pala Komatsu	3,346	3,346			3,166	3,166	13,024
Tcos de soporte de quijada de pala			4,056	4,056	3,116	3,116	14,344
Furgones cortineros	2,936	2,936					5,872
Total lotes	6,282	6,282	4,056	4,056	6,282	6,282	33,240
	-6,275	-6,275	-4,049	-4,049	-6,275	-6,275	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N°. 30: Programa de producción diario en fórmulas

Producto (Presentación)	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Total
Overhaul de quijada de pala Komatsu	55.77	55.77	-	-	52.77	52.77	217
Tcos de soporte de quijada de pala	-	-	81.12	81.12	62.32	62.32	287
Furgones cortineros	58.72	58.72	-	-	-	-	117

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N°. 31: Programa definitivo de producción diario en fórmulas

Producto (Presentación)	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb	Total
Overhaul de quijada de pala Komatsu	56.00	56.00	-	-	53.00	53.00	218
Tcos de soporte de quijada de pala	-	-	82.00	82.00	63.00	63.00	290
Furgones cortineros	59.00	59.00	-	-	-	-	118

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N°. 32: Lista de Materiales

Lista de materiales							
Nivel 1							
	SKU 1	Overhaul de quijada de pala Komatsu	Ctd Base:	2			
		Admisión y escape	unid	0.9000			
		superior	unid	0.1801			
		block	unid	0.1300			
		motor de arranque	unid	0.0600			
		multiplicador/reductor	unid	0.0410			
		cableado en general	unid	0.0450			
		toma de fuerza	unid	0.0290			
		sistema de varillaje	unid	0.0100			
		enganche de 3 puntos	unid	0.0034			
		cabina	unid	0.0025			
	SKU 2	Tacos de soporte de quijada de pala	Ctd Base:	2			
		Admisión y escape	unid	0.9000			
		superior	unid	0.1801			
		block	unid	0.1300			
		motor de arranque	unid	0.0600			
		multiplicador/reductor	unid	0.0410			
		cableado en general	unid	0.0450			
		toma de fuerza	unid	0.0290			
		sistema de varillaje	unid	0.0100			
		enganche de 3 puntos	unid	0.0034			
		cabina	unid	0.0025			
		aceite	unid	0.0014			

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 33: Inventario de materiales

SKU 3	Furgones cortineros	Ctd Base:	3	
	Admisión y escape superior	unid	0.9000	
	block	unid	0.1801	
	motor de arranque	unid	0.1300	
	multiplicador/reductor	unid	0.0600	
	cableado en general	unid	0.0410	
	toma de fuerza	unid	0.0450	
	toma de fuerza	unid	0.0290	
	sistema de varillaje	unid	0.0100	
	enganche de 3 puntos	unid	0.0034	
	cabina	unid	0.0025	
	aceite	unid	0.0014	
	pigmento sd negro extra	unid	0.0012	
Comp 1	Overhaul	Ctd Base:	1 bat	
	acero barreta gruesa	bat	1.0	200
	LE 7579	kg	90	90
	COMP 76	kg	90	90
	COMP 99	kg	180	180
				560
Comp 2	tacos	Ctd Base:	1 bat	
	acero barreta gruesa	bat	1.0	500
	LE 7579	kg	90	90
	COMP 76	kg	90	90
Comp 3	Furgones	Ctd Base:	1 bat	
	acero barreta gruesa	bat	1.0	500
	LE 7579	kg	100	70
	COMP 76	kg	100	70
			640	
Comp 4	acero inoxidable	Ctd Base:	1 bat	
	acero barreta gruesa	kg	500	

Cuadro N° 34: Plan de requerimiento de materiales

Comp 1: Overhoul (bat)					
¿Quién lo requiere?	Bat/kg	1	2	3	4
Sku 1	0.9	0	0	0	0
Stock Inicial :	0				
Tamaño de lote :	LFL				
Lead-time entrega :	0				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		0	0	0	0
Entradas Previstas		-			
Stock Final	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		0	0	0	0
Pedidos Planeados		0	0	0	0
Lanzamiento de ordenes		0.004	0.004	0.004	0.004
Comp 2: tacos					
¿Quién lo requiere?	Bat/kg	1	2	3	4
Sku 2	0.9	0	0	0	0
Stock Inicial :	0				
Tamaño de lote :	LFL				
Lead-time entrega :	0				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		0	0	0	0
Entradas Previstas		-			
Stock Final	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		0	0	0	0
Pedidos Planeados		0	0	0	0
Lanzamiento de ordenes		0.012	0.012	0.012	0.012
Comp 3 : Furgones					
¿Quién lo requiere?	Bat/kg	1	2	3	4
Sku 3	1.0	0	0	0	0
Stock Inicial :	0				
Tamaño de lote :	LFL				
Lead-time entrega :	0				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		0	0	0	0
Entradas Previstas		-			
Stock Final	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		0	0	0	0
Pedidos Planeados		0	0	0	0
Lanzamiento de ordenes		0.025	0.025	0.025	0.025

Comp 4: acero inoxidable (bat)					
¿Quién lo requiere?	Bat/kg	1	2	3	4
Comp 1	1.0	0	0	0	0
Comp 2	1.0	0	0	0	0
Comp 3	1.0	0	0	0	0
		0.041	0.041	0.041	0.041
Stock Inicial :	0				
Tamaño de lote :	LFL				
Lead-time entrega :	0				
Tabla de cálculos y obtención de lanzamientos					
Período	Inicial	1	2	3	4
Necesidades Brutas		0	0	0	0
Entradas Previstas		-			
Stock Final	-	-	-	-	-
Necesidades Netas		0	0	0	0
Pedidos Planeados		0	0	0	0
Lanzamiento de ordenes		0.041	0.041	0.041	0.041

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 35: Órdenes de Aprovisionamiento (de producción y de compras)

Código de material	Semana			
	1	2	3	4
Overhaul de quijada de pala Komatsu	4	4	4	4
Tacos de soporte de quijada de pala	12	12	12	12
Furgones cortineros	25	25	25	25
Overhaul	0.004	0.004	0.004	0.004
tacos	0.012	0.012	0.012	0.012
Furgones	0.025	0.025	0.025	0.025
acero inoxidable	0.041	0.041	0.041	0.041
Admisión y escape superior	1,000	1,000	1,000	-
block	-	5,000	-	-
motor de arranque	2	3	2	-
multiplicador/reductor	-	5	-	-
cableado en general	-	8	8	-
toma de fuerza	-	-	-	-
sistema de varillaje	36	34	36	34
enganche de 3 puntos	45	3	3	30
cabina	24	24	24	24
aceite	24	24	24	24
pigmento sd negro extra	20	-	20	-
acero barreta gruesa	20	-	20	-
LE 7579	80	80	80	70
COMP 76	25	25	25	-
	25	25	25	-

Fuente: Elaboración Propia

9. MRP II

9.1 Cuadro N° 36: Procesos de Producción

C	Corte
S	Soldadura
E	Ensamble
CA	Calibración

Fuente: Elaboración Propia

Grafico N° 07: Disposición de las estaciones de trabajo



Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 37: Hoja de Ruta para Sku y componentes

SKU/Componente		Estacione			
Código	Descripción	C	S	E	CA
S102	Overhoul de quijada de pala Komatsu				x
S103	Tacos de soporte de quijada de pala				x
S104	Furgones cortineros				x
C201	Overhoul			x	
C202	tacos			x	
C203	Furgones			x	
C205	acero inoxidable	x	x		

Fuente: Elaboración Propia

9.2 Maestro Materiales

Para la elaboración del Maestro de Materiales se tomó información del MRP y de las órdenes de aprovisionamiento.

Cuadro N° 38: Maestro de Materiales

Código	Descripción	Unidad	Tipo	lotes	Stock disponible	Stock Bloqueado	Stock Transito	Valor Unitario	Lead Time(sem)	Tamaño de lote
S101	Overhaul de quijada de pala Komatsu	lotes	Sku	250	-				0	LFL
S102	Tacos de soporte de quijada de pala	lotes	Sku	250	-				0	LFL
S103	Furgones cortineros	lotes	Sku	250	-				0	LFL
S104	Overhaul	lotes	Sku	4.5	-				0	LFL
C201	tacos	Bat	Comp	900	-				0	LFL
C202	Furgones	Bat	Comp	900	-				0	LFL
C203	acero inoxidable	Bat	Comp		-				0	LFL
MT301	Admisión y escape	Bat	Comp		165				1	1000
MT302	superior	Bat	Comp		252				1	5000
MT303	block	unid	Mat		137				1	1000
MT304	motor de arranque	unid	Mat		95				1	5000
MT305	multiplicador/reductor	unid	Mat		157				1	800
MT306	cableado en general	unid	Mat		120				1	5000
MT307	toma de fuerza	unid	Mat		60				0	2000
MT308	sistema de varillaje	unid	Mat		40				0	1500
MT309	enganche de 3 puntos	unid	Mat		10				0	200
MT310	cabina	unid	Mat		17				0	200
MT311	aceite	unid	Mat		16				0	200
MT312	pigmento sd negro extra	unid	Mat		32				0	500
MT313	acero barreta gruesa	litros	Mat		30				0	100
MT314	LE 7579	litros	Mat		1,000				1	5000
MT315	COMP 76	litros	Mat		1,000				1	5000

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 39: Maestro Puestos de Trabajo

Código	Descripción	Capacidad (lotes/h)	Horas por día	Días por semana	Actividad1 Preparación	Actividad2 Mano Obra	Actividad3 Tiemp Maq
C	Corte	850	8	6		HH	HM
S	Soldadura	890	8	6		HH	HM
E	Ensamble	450	8	6		HH	HM
CA	Calibración	200	8	6		HH	HM

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 40: Maestro Hoja de Ruta

Hoja de Ruta		Material				Puesto de trabajo		Actividades - Producción para 1 hora				Minutos / unidad producida		
Código	Operación	Código	Descripción	Unid	lotes	Código	kilos/hora	Actividad 1 Prepar(hrs)	Actividad 2 (hrs-hombre)	Actividad 3 (hrs-máq)	Producción (litros - bat)	Min / Unid Proceso	Min / Unid Mano obra	Min / Unid Máquina
HR_0010	10	S101	Overhoul de quijada de pala Komatsu	lotes	2	CA	9,550		22	2	4,775	0.013	0.276	0.025
HR_0020	10	S102	Tacos de soporte de quijada de pala	lotes	3	CA	9,550		22	2	3,183	0.019	0.415	0.038
HR_0030	10	S103	Furgones cortineros	lotes	3	CA	9,550		22	2	3,183	0.019	0.415	0.038
HR_0040	10	S104	Overhoul	bat	4.5	E	9,550		22	2	2,122	0.028	0.622	0.057
HR_0050	10	C201	tacos	bat	900	E	5,765		15	10	6.41	9.367	140.503	93.669
HR_0060	10	C202	Furgones	bat	900	E	5,765		15	10	6.41	9.367	140.503	93.669
HR_0090	10	C205	acero inoxidable	Bat	500	S	1,250		18	2	2.50	24.000	432.000	48.000
HR_0090	10	C205	acero inoxidable	Bat	500	C	950		14	4	1.90	31.579	442.105	126.316

Fuente: Elaboración Propia

9.3 Lista de Capacidades (BOC)

La Lista de Capacidad recoge los valores obtenidos en el Maestro Hoja de Ruta por proceso y por Sku y componente.

Cuadro N° 41: Lista de Capacidades

Producto	Tiempos C			Tiempos S			Tiempos E			Tiempos CA		
Componente	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo
Overhoul de quijada de pala Komatsu										6.2827	138.2199	12.5654
Tacos de soporte de quijada de pala										6.2827	138.2199	12.5654
Furgones cortineros										6.2827	138.2199	12.5654
Overhoul							0.03	0.62	0.06			
tacos							9.37	140.50	93.67			
Furgones							9.37	140.50	93.67			
acero inoxidable				24	432	48						
acero inoxidable	32	442	126									

Fuente: Elaboración Propia

9.4 Planeación de Necesidades de Capacidad (CRP)

Para el desarrollo del CRP multiplicamos los valores obtenidos en el BOC por la cantidad de la tabla aprovisionamiento, luego sumamos la cantidad minutos por proceso y lo pasamos a horas para sacar las horas por semana por proceso.

Cuadro N° 42: Planeación de Necesidades de Capacidad

Períodos Planificación	Tiempos C			Tiempos S			Tiempos E			Tiempos CA		
	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo
SEMANA 1												
Overhaul de quijada de pala Komatsu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40,176	883,877	80,352
Tacos de soporte de quijada de pala	-	-	-	-	-	-	-	-	-	104,568	2,300,506	209,137
Furgones cortineros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,959	417,089	37,917
Overhaul	-	-	-	-	-	-	0	4	0	-	-	-
tacos	-	-	-	-	-	-	156	2,339	1,559	-	-	-
Furgones	-	-	-	-	-	-	28	424	283	-	-	-
acero inoxidable	-	-	-	625	11,256	1,251	-	-	-	-	-	-
acero inoxidable	31,579	442,105	126,316	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total (Horas) ==>	526.3	7,368.4	2,105.3	10.4	187.6	20.8	3.1	46.1	30.7	2,728.4	60,024.5	5,456.8
SEMANA 2												
Overhaul de quijada de pala Komatsu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40,176	883,877	80,352
Tacos de soporte de quijada de pala	-	-	-	-	-	-	-	-	-	104,568	2,300,506	209,137
Furgones cortineros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,959	417,089	37,917
Overhaul	-	-	-	-	-	-	0	4	0	-	-	-
tacos	-	-	-	-	-	-	156	2,339	1,559	-	-	-
Furgones	-	-	-	-	-	-	28	424	283	-	-	-
acero inoxidable	-	-	-	625	11,256	1,251	-	-	-	-	-	-
acero inoxidable	31,579	442,105	126,316	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total (Horas) ==>	526.3	7,368.4	2,105.3	10.4	187.6	20.8	3.1	46.1	30.7	2,728.4	60,024.5	5,456.8

SEMANA 3													
Overhaul de quijada de pala Komatsu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40,176	883,877	80,352
Tacos de soporte de quijada de pala	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	104,568	2,300,506	209,137
Furgones cortineros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,959	417,089	37,917
Overhaul	-	-	-	-	-	-	0	4	0	-	-	-	-
tacos	-	-	-	-	-	-	156	2,339	1,559	-	-	-	-
Furgones	-	-	-	-	-	-	28	424	283	-	-	-	-
acero inoxidable	-	-	-	625	11,256	1,251	-	-	-	-	-	-	-
acero inoxidable	31,579	442,105	126,316	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total (Horas) ==>	526.3	7,368.4	2,105.3	10.4	187.6	20.8	3.1	46.1	30.7	2,728.4	60,024.5	5,456.8	

SEMANA 4													
Overhaul de quijada de pala Komatsu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51,158	1,125,471	102,316
Tacos de soporte de quijada de pala	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133,151	2,929,312	266,301
Furgones cortineros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24,141	531,093	48,281
Overhaul	-	-	-	-	-	-	1	15	1	-	-	-	-
tacos	-	-	-	-	-	-	349	5,236	3,490	-	-	-	-
Furgones	-	-	-	-	-	-	63	949	633	-	-	-	-
acero inoxidable	-	-	-	1,251	22,512	2,501	-	-	-	-	-	-	-
acero inoxidable	40,000	560,000	160,000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total (Horas) ==>	666.7	9,333.3	2,666.7	20.8	375.2	41.7	6.9	103.3	68.7	3,474.1	76,431.3	6,948.3	

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 43: Resumen del CRP

Períodos		Tiempos C			Tiempos S			Tiempos E			Tiempos CA		
		Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo	Proceso	Hombre	Equipo
		Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs	Máx: Hrs
Planificación		48	672	192	48	864	96	48	720	480	48	1056	96
S	Horas	9	123	35	10	188	21	3	46	31	45.5	1,000.4	90.9
1	Capacidad												
S	Horas	9	123	35	10	188	21	3	46	31	45.5	1,000.4	90.9
2	Capacidad												
S	Horas	9	123	35	10	188	21	3	46	31	45.5	1,000.4	90.9
3	Capacidad												
S	Horas	11	156	44	21	375	42	7	103	69	47.9	1,002.4	90.9
4	Capacidad												

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 44: Horas de producción programadas por día a plena capacidad

Semana	Puesto de Producción			
	C	S	E	CA
S1	1.46	1.74	0.51	7.58
S2	1.46	1.74	0.51	7.58
S3	1.46	1.74	0.51	7.58
S4	1.85	3.47	1.15	7.98

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 45: Turnos de producción programados por día

Semana	Puesto de Producción			
	C	S	E	CA
S1	1.00	1.00		1.00
S2	1.00	1.00		1.00
S3	1.00	1.00		1.00
S4	1.00	1.00		1.00

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 46: Trabajadores por turno

C	S	E	CA	
15.00	11.00	10.00	22.00	58.00

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 47: Número de trabajadores por semana

Semana	Puesto de Producción				TOTAL
	C	S	E	CA	
S1	15.00	11.00	-	22.00	48.00
S2	15.00	11.00	-	22.00	48.00
S3	15.00	11.00	-	22.00	48.00
S4	15.00	11.00	-	22.00	48.00

Fuente: Elaboración Propia