

# **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

**“ANÁLISIS DE LAS CARGAS DE TRABAJO DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, ENFOCADO EN LA EFICIENCIA DEL INDICADOR CLAVE DE DESEMPEÑO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO (KPI-2), EN EL EQUIPAMIENTO DEL ÁREA DE SUELDA DE LA EMPRESA O.B.B.”.**

---

Informe de Trabajo de Investigación previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial.

**AUTOR:**

Coveña Vélez Jorge Ricardo

**TUTOR:**

M.Sc. Marco Amaluisa Guzmán

QUITO – ECUADOR

2017

# UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

## APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutora del Informe de tesis sobre el tema: “ANÁLISIS DE LAS CARGAS DE TRABAJO DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, ENFOCADO EN LA EFICIENCIA DEL INDICADOR CLAVE DE DESEMPEÑO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO (KPI-2), EN EL EQUIPAMIENTO DEL ÁREA DE SUELDA DE LA EMPRESA OBB” presentado por Coveña Vélez Jorge Ricardo, estudiante del programa de la “Universidad Tecnológica Indoamérica” para optar por el título de Ingeniero Industrial, CERTIFICO que dicho informe de tesis ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

Quito, Febrero del 2017

TUTOR

---

M.Sc. Marco Amaluisa Guzmán

C.I. 1801803527

# **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

## **AUTORÍA DEL TRABAJO DE GRADO**

El abajo firmante, declara que los contenidos y resultados obtenidos en el presente informe de tesis, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales, de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, Febrero del 2017

AUTOR

---

Coveña Vélez Jorge Ricardo

CI. 1309811683

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,  
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Coveña Vélez Jorge Ricardo, declaro ser autor del, Proyecto de Tesis, titulado “ANÁLISIS DE LAS CARGAS DE TRABAJO DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, ENFOCADO EN LA EFICIENCIA DEL INDICADOR CLAVE DE DESEMPEÑO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO (KPI-2), EN EL EQUIPAMIENTO DEL ÁREA DE SUELDA DE LA EMPRESA O.B.B.”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial, autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 24 días del mes de febrero del 2017, firmo conforme:

Autor: Coveña Vélez Jorge Ricardo

Firma

Número de Cédula: 130981168-3

Dirección: Ponciano Alto

Correo Electrónico: [jorge.covena@gm.com](mailto:jorge.covena@gm.com) / [rcovena@hotmail.com](mailto:rcovena@hotmail.com)

Teléfono: 0988204341

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del tribunal Examinador aprueban el Informe de tesis, sobre el Tema: “ANÁLISIS DE LAS CARGAS DE TRABAJO DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, ENFOCADO EN LA EFICIENCIA DEL INDICADOR CLAVE DE DESEMPEÑO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO (KPI-2), EN EL EQUIPAMIENTO DEL ÁREA DE SUELDA DE LA EMPRESA O.B.B.” del estudiante Coveña Vélez Jorge Ricardo, de la carrera de Ingeniería Industrial de la “Universidad Tecnológica Indoamérica”

Quito,.....2017

Para constancia firman:

TRIBUNAL DE GRADO

.....  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....  
VOCAL 1

.....  
VOCAL 2

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo primero a mis padres, ya que fueron ellos los que me dieron la vida, a mis hermanas, a mi tío y a mis hijos la razón de vivir y de mi lucha constante, para mis familiares, amigos y todas las personas, que hicieron posible que llegue a culminar este anhelo en mi vida convirtiéndome en un buen ser humano y profesional.

**Jorge Ricardo.**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco ante todo a Dios, por darme la oportunidad de vivir mis sueños, a mis hijos que son mi guía en esta trayectoria que es mi carrera, a mis padres, hermanos y familiares que fueron parte de este camino recorrido, a la Universidad Tecnológica Indoamérica a sus autoridades y Docentes, al Ing. Marco Amaluisa, en quienes pude encontrar el apoyo estructural y científico, y a todas las personas que hicieron posible este hermoso sueño, que darme la oportunidad de incrementar mi conocimiento, para forjarme principalmente como un mejor ser humano, padre e hijo para afrontar el futuro.

**Jorge.**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>PRELIMINARES</b>	
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiv
EXECUTIVE SUMMARY.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....</b>	<b>4</b>
Tema.....	4
Planteamiento del problema.....	4
Contextualización macro.....	4
Contextualización meso.....	5
Contextualización micro.....	7
Árbol de problemas.....	9
Análisis crítico.....	10
Prognosis.....	11
Formulación del problema.....	11
Línea de investigación.....	11
Delimitación de la Investigación.....	12
Justificación.....	12
Objetivos.....	13
General.....	13
Específicos.....	13

<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	14
Antecedentes de la Investigación.....	14
Fundamentaciones.....	18
Categorización de Variables.....	21
Constelación de Ideas de la Variable Dependiente.....	22
Constelación de Ideas de la Variable Independiente.....	23
Marco Teórico.....	24
Hipótesis.....	47
Señalamiento de variables.....	47
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA</b> .....	48
Enfoque de la investigación.....	48
Modalidad Básica de Investigación.....	48
Niveles o tipos de Investigación.....	49
Población y muestra.....	49
Operacionalización de las Variables.....	50
Variable Independiente.....	50
Variable Dependiente.....	51
Plan para la recolección de la información.....	52
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	54
Interpretación de resultados.....	54
Verificación de la hipótesis.....	69
Planteamiento de la hipótesis.....	71
Cálculo del estadístico Chi-Cuadrado.....	73
Conclusiones y Recomendaciones.....	74
<b>CAPÍTULO V: LA PROPUESTA</b> .....	75
Título.....	75
Datos informativos.....	75
Objetivos.....	76

Justificación.....	77
Selección alternativa.....	78
Factibilidad.....	79
Metodología.....	80
Desarrollo de la propuesta.....	84
Conclusiones y recomendaciones de la propuesta.....	99
BIBLIOGRAFIA .....	101
ANEXOS.....	104

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1. Plantas GM en el Mundo.....	4
Figura N°2. Ensambladoras en Ecuador.....	6
Figura N°3. Áreas de Trabajo O.B.B.....	7
Figura N°4. Árbol de problemas.....	9
Figura N°5. Categorización de Variables.....	21
Figura N°6. Constelación de ideas de la Variable Independiente.....	22
Figura N°7. Constelación de ideas de la Variable Dependiente.....	23
Figura N°8. Organigrama de Mantenimiento.....	26
Figura N°9. Ciclo Orden de Trabajo PM.....	27
Figura N°10. Ciclo Orden de Trabajo CM.....	28
Figura N°11. Tipos de AMEF.....	31
Figura N°12. Capacitación Técnica de Personal.....	33
Figura N°13. Indicadores Clave de Mantenimiento.....	41
Figura N°14. Clasificación de los Indicadores de Mantenimiento.....	42
Figura N°15. Producción Mensual Carrocerías.....	56
Figura N°16. Carga de Trabajo Junio Mantenimiento.....	56
Figura N°17. Desempeño Mantenimiento Preventivo Junio.....	57
Figura N°18. Producción Mensual Carrocerías.....	59
Figura N°19. Carga de Trabajo Julio Mantenimiento.....	59
Figura N°20. Desempeño Mantenimiento Preventivo Julio.....	60
Figura N°21. Desempeño Mantenimiento Preventivo Agosto.....	62
Figura N°22. Carga de Trabajo Agosto Mantenimiento.....	62
Figura N°23. Desempeño Mantenimiento Preventivo Agosto.....	63
Figura N°24. Desempeño Mantenimiento Preventivo Septiembre.....	65
Figura N°25. Carga de Trabajo Septiembre Mantenimiento.....	65
Figura N°26. Desempeño Mantenimiento Preventivo Septiembre.....	66
Figura N°27. Verificación de la Hipótesis.....	70
Figura N°28. Ubicación de la Empresa O.B.B.....	76
Figura N°29. Datos de Desempeño del KPI-2.....	81
Figura N°30. Datos de Carga de Trabajo Mantenimiento Suelda.....	82

Figura N°31. Datos de Paras por Mantenimiento vs Producción.....	83
Figura N°32. Hoja de Tareas de Mantenimiento Anterior.....	85
Figura N°33. Hoja de Tareas de Mantenimiento Actual.....	86
Figura N°34. Minuta de Reunión y Decisiones Tomadas.....	89
Figura N°35. Listado de Procesos a Intervenir.....	90
Figura N°36. Listado de Procesos a Intervenidos.....	91
Figura N°37. Cuadro de procesos Mejorados.....	92
Figura N°38. Cuadro de Datos Comparativos Antes y Después.....	93
Figura N°39. Resultado del Desempeño del KPI-2.....	94
Figura N°40. Resultado Nueva Cargas de Trabajo.....	95
Figura N°41. Resultado de Paras vs Producción.....	96

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1. Operacionalización de la Variable Independiente.....	50
Tabla N°2. Operacionalización de la Variable Dependiente.....	51
Tabla N°3. Directrices Plan de Recolección de Información.....	52
Tabla N°4. Producción Mantenimiento Línea de Remate Área de Suelda	55
Tabla N°5. Producción Mantenimiento Línea de Remate área de suelda.....	58
Tabla N°6. Producción Mantenimiento Línea de Remate Área de Suelda..	61
Tabla N°7. Producción Mantenimiento Línea de Remate Área de Suelda..	64
Tabla N°8. Flexibilidad del Equipo de Mantenimiento.....	67
Tabla N°9. Matriz de Versatilidad del Equipo de Mantenimiento.....	68
Tabla N°10. Correlación del KPI-2 y la Carga de Trabajo.....	69
Tabla N°11. Tabla de Contingencia.....	71
Tabla N°12. Cálculo del Estadístico Chi-Cuadrado.....	73
Tabla N°13. Cronograma de actividades.....	80
Tabla N°14. Costo por Paras de Línea Antes de la Propuesta.....	97
Tabla N°15. Costo por Paras de Línea Antes de la Propuesta.....	97
Tabla N°16. Costo por Paras de Línea Después de la Propuesta.....	98

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA “INDOAMÉRICA”  
FACULTAD INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

**“ANÁLISIS DE LAS CARGAS DE TRABAJO DEL PERSONAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, ENFOCADO EN LA EFICIENCIA DEL INDICADOR CLAVE DE DESEMPEÑO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO (KPI-2), EN EL EQUIPAMIENTO DEL ÁREA DE SUELDA DE LA EMPRESA O.B.B.”.**

**AUTOR:**

Coveña Vélez Jorge Ricardo.

**TUTOR:**

Ing. Marco Amaluisa M.Sc.

**RESUMEN EJECUTIVO**

El presente estudio abarca, en el análisis del sistema de control de la carga de trabajo del Mantenimiento Preventivo, donde involucra, la eficiencia, como indicadores claves (KPI-2), para el desempeño del Mantenimiento Preventivo en los equipos instalados en el área de suelda, dentro de la empresa O.B.B. Dado que existen varios indicadores implicados, en la tarea tanto de Control, Planificación y Estrategia, para la producción de los diferentes productos que deben cumplir con todos los estándares Nacionales e Internacionales dentro de la empresa O.O.B., que implica mantener el control de alta calidad de sus productos terminados. Por los costos de mantener los equipos de suelda en perfecto funcionamiento dentro de los talleres de ensamblaje en las líneas de montaje, de las diferentes partes y componentes que comprenden la construcción de un automóvil. Dentro del sistema de indicadores clave como es el (KPI-2), y carga de trabajo del personal de Mantenimiento con un enfoque a la eficiencia.

**DESCRIPTORES:** |Análisis de cargas de Trabajo | Mantenimiento Preventivo | Frecuencias de Mantenimiento |Planificación y Seguimiento | Mantenimiento Correctivo | KPI de Mantenimiento | Eficiencia de Equipos |.

**TECHNICAL UNIVERSITY “INDOAMÉRICA”  
INDUSTRIAL ENGINEERING**

**TOPIC:**

**"ANALYSIS OF WORK LOADS OF PREVENTIVE MAINTENANCE PERSONNEL, FOCUSED ON THE EFFICIENCY OF THE KEY PREVENTIVE MAINTENANCE PERFORMANCE INDICATOR (KPI-2), ON OBBO COMPANY SALARY AREA EQUIPMENT".**

**AUTHOR:**

Coveña Vélez Jorge Ricardo.

**TUTOR:**

Ing. Marco Amaluisa M.Sc.

**EXECUTIVE SUMMARY**

The present project consists with inventory control system as economically as possible, micro-enterprises are involved in the need to become competitive in the local market and not on the foreign market, since in this globalized world, employers must have a vision of the future to maintain control of inventories in its warehouses. After the comparative study between several options of the Software and Hardware on the market, its cost are disadvantage its implementation workshops, micro-enterprises dedicated to the automotive service taken into account for their growth and their requirements in the automotive transport guarantees. Decides that the system to implement and reduce the time and cost of productivity, efficiency in such a way that you can get new efficient methods of control, inventories of small medium-sized wineries that solves the needs of cost benefit, for owners and managers, with high performance, businesses and micro-enterprises the opportunity to continue and grow capturing market niches and thus. Incorporating technology at low costs and high safety, accuracy and easy handling with current hardware and software.

**KEYWORDS:** Designing an economic program Microsoft Excel, with which to achieve an easy database, allowing us to have a wine cellar inventory control.

## INTRODUCCIÓN

El mejoramiento continuo de los sistemas de Mantenimiento Preventivo y Correctivo, enfocados a la Eficiencia del indicador clave como es (KPI-2) y el desempeño del Personal de Mantenimiento, con la carga de trabajo encomendadas, para el Mantenimiento de Equipos del Área de Suelda de la Empresa O.B.B. Con la experiencia y las constantes capacitaciones del Personal, de ejecución y sus administradores. Están obligados a mantener las altas exigencias para cumplir con todos los estándares y normativa de las Empresas automotrices O.B.B.

Actualmente el Equipamiento del Área de Suelda está dedicada al ensamble de las carrocerías automotrices, con los diferentes modelos de Automotores para el Mercado Nacional e Internacional, que se encuentran en la Línea de Ensamblaje de la fabricación O.B.B., en donde debe cubrir varias áreas de Mantenimiento, como son: Eléctrico, Electrónico, Mecánico, software y hardware de Programación para los diferentes Equipamientos de Sueldas Los mismos que están ligados a un stock mínimo de piezas y partes de repuestos que permiten el Óptimo Funcionamiento de los Equipos de Suelda.

Las Partes y Piezas de Repuestos son previamente adquiridos bajo estricto control de calidad y deben estar disponibles para el uso inmediato en caso de falla de los Equipos, en el área de Suelda.

La presente investigación tiene como tema “Análisis de las cargas de trabajo del personal de mantenimiento preventivo, enfocado en la eficiencia del indicador clave de desempeño del mantenimiento preventivo (KPI-2), en el equipamiento del área de suelda de la empresa O.B.B.” que se pretende analizar la carga de trabajo del personal y la eficiencia del desempeño, como un indicador clave (KPI-2), que permite tomar en cuenta las decisiones de las operación diaria en el trabajo, teniendo en cuenta que es muy importante organizar y controlar todas los

parámetros que intervienen, para ser más eficientes y obtener un mejor rendimiento para el área de mantenimiento preventivo.

En el **Capítulo I**, que es **EL PROBLEMA** se refiere al tema a ser investigado que es: Al Análisis de las cargas de trabajo del personal de mantenimiento preventivo, enfocado en la eficiencia del indicador clave de desempeño del mantenimiento preventivo (KPI-2), en el equipamiento del área de suelda de la empresa O.B.B., para el control y manejo del indicador (KPI-2), encontraremos las generalidades del equipamiento del área de suelda contextualizaciones (macro, meso, micro), el árbol de problemas donde se inicia el análisis de las variables encontrando sus causas y efectos, la prognosis, formulación del problema, delimitación del objeto de investigación, su justificación y terminando con el objetivo general y específicos.

El **capítulo II**, que es, **MARCO TEÓRICO** se estudia los antecedentes investigativos, Fundamentaciones (Filosófica, Axiológica, Técnica, psicológica, sociológica y legal), donde se recopila información técnica que regirá en la investigación con normas establecidas, una vez realizada la normativa se fundamenta teóricamente todo el proceso para el control y manejo del indicador (KPI-2) en las categorías fundamentales de las variables independientes y dependientes y así tendremos un planteamiento de una Hipótesis.

El **capítulo III** que es, **METODOLOGÍA** contiene el enfoque de la modalidad cuantitativo, Modalidades de la investigación directas o de campo, recolección de datos. En esta investigación se realizará la recolección de la información mediante la observación directa en el equipamiento del área de suelda, también con el instrumento de recolección de datos (formato), un análisis FODA.

El **capítulo IV** se presenta el **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**, al enfoque, modalidad, tipos y niveles de la investigación, con

el objeto de dar soluciones al proceso de mantenimiento preventivo, de los recursos tanto en tiempo, económico y humano.

El **Capítulo V** se plantea **LA PROPUESTA** contempla en el análisis profundo de los indicadores de eficiencia (KPI-2) la investigación realizada donde se establece, los antecedentes, los objetivos generales y específicos de la propuesta y el posterior desarrollo.

## CAPÍTULO I

### EL PROBLEMA

#### Tema:

“Análisis de las cargas de trabajo del personal de mantenimiento preventivo, enfocado en la eficiencia del indicador clave de desempeño del Mantenimiento preventivo (KPI-2), en el equipamiento del área de suelda de la empresa O.B.B.”.

#### Planteamiento del problema

#### Contextualización

#### Macro

Existen grandes Empresas dedicados al ensamble de diferentes marcas de automotores con normas automotrices que cuentan con políticas, procesos de manejo y estandarización ya establecidos mundialmente, de acuerdo a los requerimientos de cada mercado y sus necesidades, que poseen programas desarrollados con software y hardware establecidos con metas a superar cada año, a continuación las plantas de GM en el mundo:



**Figura N° 1:** Plantas GM en el Mundo.

**Fuente:** General Motors.

**Elaborado por:** El Investigador.

Todas las plantas que se ven en la figura #1 utilizan sistemas de mantenimiento con estándares mundiales para mantener sus equipos funcionando al máximo de su capacidad para garantizar la producción requerida diaria y mensualmente para lo cual existe un equipo altamente capacitado con la finalidad de que se mantenga una alta eficiencia en la calidad de planes de trabajo aplicados en cada equipo o herramienta utilizada para el ensamblaje de los veh

Dentro de un sistema global de manejo de mantenimiento preventivo con los indicadores claves KPI de acuerdo a los programas predeterminados. Tomando en cuenta los datos del fabricante donde recomienda el mantenimiento preventivo adecuado para cada equipo es indispensable tener un plan estratégico y una ruta definida así como también el entrenamiento adecuado y la planificación de horas programadas para que los técnicos puedan garantizar una buena inspección y por ende el funcionamiento óptimo de la maquinaria instalada y con esto reducir los coeficientes de falla.

Cuando se aplica un programa de mantenimiento diseñado con matrices numéricas resolviendo con parámetros los coeficientes de los diferentes mantenimientos y poder identificar cada uno de los problemas para dar soluciones inmediatas, tomando en cuenta las variables de costo, tiempo de ejecución y entrenamiento de personal calificado.

## **Meso**

La sana competencia de fabricantes de automotores a nivel nacional hace que se tome y se implemente nuevos programas de mantenimiento dentro de sus instalaciones de producción para mejorar el la eficiencia y el costo que representa por el mantenimiento no programado, correctivo o emergente que pueda presentarse en la línea de producción y ocasionar pérdidas de mayor impacto para la productividad y los parámetros de eficiencia de la planta en su máxima capacidad de funcionamiento, todos estos indicadores claves son medidos y controlados por los KPI de mantenimiento. Se sabe en base a estudios estadísticos

que un mantenimiento preventivo eficiente depende de un buen análisis de los planes de trabajo y de una distribución adecuada de las cargas operativas asignadas al personal de mantenimiento, en el país existen tres ensambladoras como lo muestra la figura # 2, las cuales aplican planes de mantenimiento similares pero con el mismo fin, prevenir paros de línea no programados para garantizar la máxima calidad en la producción con su máxima eficiencia.



**Figura N° 2:** Ensambladoras en Ecuador.

**Fuente:** Observación Directa.

**Elaborado por:** El Investigador.

Para que la operación de mantenimiento sea ejecutada con la mayor eficiencia es indispensable mantener un personal técnico capacitado con actualizaciones permanentes acorde a las nuevas tecnologías y a los nuevos equipos implementados para la fabricación de los nuevos modelos de vehículos que cada año son innovados tanto en software como en hardware.

**“La iniciativa de sustitución programática de importaciones, impulsada por el MIPRO, representa una oportunidad para incrementar e innovar la producción nacional con calidad; La política del Gobierno y del Ministerio con el economista Ramiro González además de fortalecer la economía ecuatoriana genera un impacto social positivo” (Ministerio de Industrias y Productividad, 2014).**

El ministerio de industria y productividad, representa la oportunidad de innovación de la producción en los procesos a nivel de la región ecuatoriana ya sea costa sierra u oriente, para impulsar el mejoramiento de los procesos de calidad ya sea mecánico como social. Para los impulsos e innovación desde la

atención al cliente hasta el producto agregado como un motor la productividad del Ecuador.

### Micro

En la empresa O.B.B. cada año se está implementando nuevos procesos tecnológicos y en ellos se incluye los nuevos programas de mantenimiento de acuerdo a los requerimientos de producción, utilizando en la actualidad el programa MAXIMO de tecnología americana en el cual se realiza toda la programación del mantenimiento Predictivo, mantenimiento Preventivo, mantenimiento Correctivo y Mantenimiento Emergente. Actualmente las cargas de trabajo del equipo de mantenimiento del área de suelda de la empresa OBB se encuentran muy elevadas y con procesos ineficientes para la operación influyendo en que el resultado del indicador KPI-2 no sea el óptimo para productividad eficiente.



**Figura N° 3:** Áreas de Trabajo O.B.B.

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.

Cabe mencionar que dentro de la empresa existen cuatro áreas de trabajo como se muestra en la figura # 3, las cuales cuentan con equipos y planes de mantenimiento preventivo los cuales se aplican de manera similar bajo el mismo sistema MÁXIMO, dado que el campo de estudio y los datos para la muestra son muy grandes, se trabajará en la investigación en el área de suelda para poder enfocar el estudio de una manera más directa.

Dado que el campo de estudio es muy amplio se enfoca en la eficiencia del Mantenimiento Preventivo con los análisis y los valores a interpretar de acuerdo a los resultados actuales que afectan a la producción para tomar las decisiones más acertadas en base al indicador clave de proceso (KPI-2). Justificando la toma de decisiones de eficiencia y economía.

### **Ubicación**

Actualmente se encuentra ubicada en la ciudad de Quito, Parroquia Carcelén Alto, Barrio Carcelén Industrial, Avenida Galo Plaza Lasso # OE1-34 y Enrique Guerrero Portilla, contando con un área en planta completa de 50.000 m<sup>2</sup>. En los que incluyen planta de producción y oficinas administrativas.

### **O.B.B. Se ha planteado:**

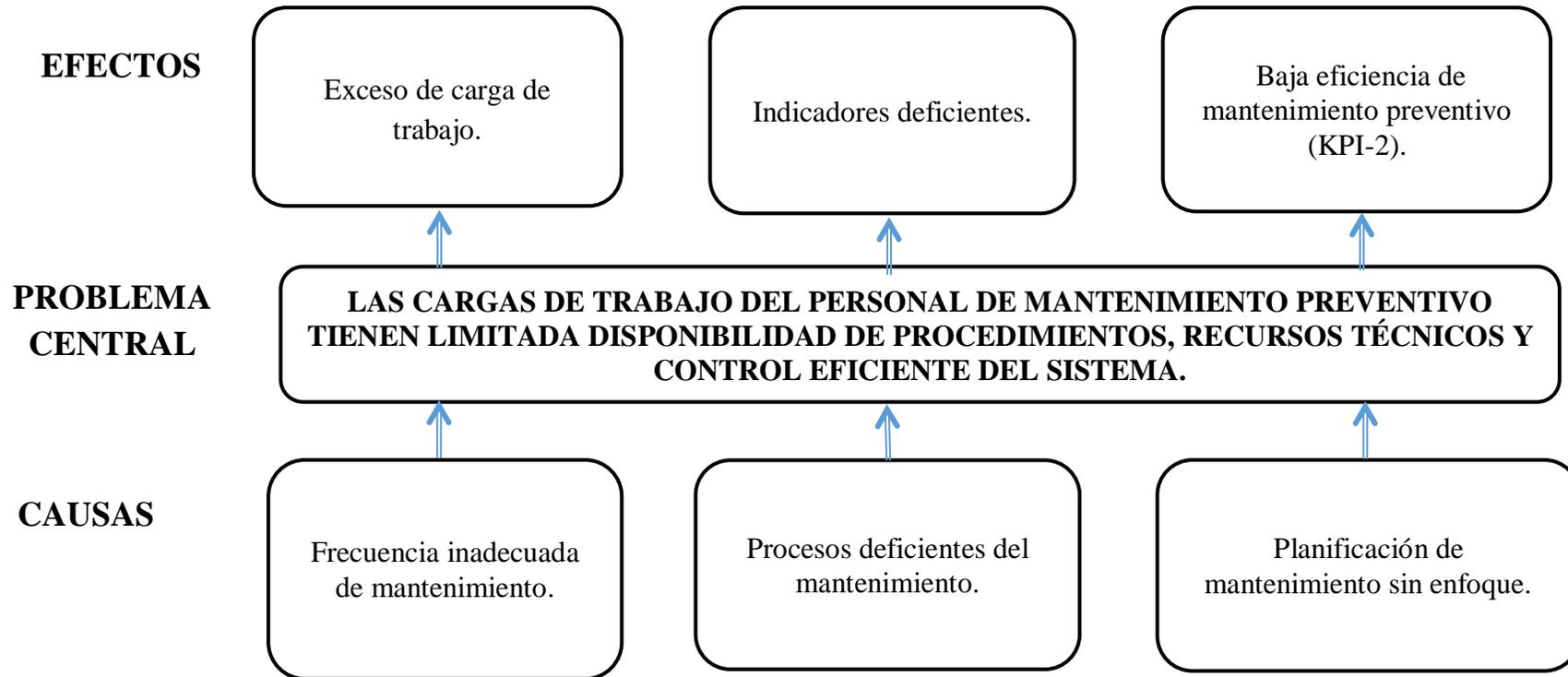
### **Propósitos**

Ganamos clientes de por vida. Nuestras marcas inspiran pasión y lealtad. Incorporamos tecnología de punta, creando vehículos y experiencias que la gente ama. Contribuimos con las comunidades en que vivimos y trabajamos a nivel mundial. Estamos construyendo la compañía automotriz más valiosa del mundo.

### **Visión**

Diseñar, fabricar y vender los mejores vehículos del mundo.

### Árbol de problemas



**Figura N° 4:** Árbol de Problemas.

**Fuente:** Observación Directa.

**Elaborado por:** El Investigador.

## **Análisis Crítico**

El mantenimiento preventivo del área de suelda actualmente se encuentra con un mal desempeño de los indicadores de eficiencia (KPI-2) ya que la carga de trabajo se ha incrementado debido a que la baja de volumen de producción y la no revisión de las frecuencias del mantenimiento preventivo que impactaron directamente al mal desempeño de este indicador afectando a la producción planificada, sumado a esto la falta de un control eficiente a los procedimientos y la necesidad de reprogramación de recursos técnicos para la planificación de mantenimientos preventivos actual, esto trae como consecuencia paros de línea por daño de equipos y herramientas utilizadas en el proceso productivo.

Los procesos aplicados actualmente, descritos para cada plan de trabajo del mantenimiento preventivo generan pérdidas de tiempo y un mal enfoque en la ejecución de los trabajos que deberían garantizar el correcto desempeño de los equipos de soldadura en el área de suelda carrocerías, trayendo como consecuencia que los planes de trabajo ejecutados no evidencien los problemas reales del equipo ocasionando daño de elementos que pueden controlarse de mejor manera para su buen desempeño.

Otro problema agudo que se presenta en la planta de producción son las paradas por daños de equipos debido a que no se les realizó el mantenimiento preventivo programado afectando directamente al indicador de eficiencia (KPI-2) del mismo, esto ocasiona el no cumplimiento de volumen programado para el día.

Adicionalmente a los temas expuestos anteriormente se suma uno muy importante que es la administración inadecuada que genera un mal aprovechamiento de los recursos técnicos, tecnológicos y humanos asignados para esta operación de soporte al área de producción, haciendo que la planta sufra continuas paradas por mantenimientos emergentes y correctivos, esto ocasiona la pérdida de productividad del equipo de mantenimiento, es decir, la eficiencia del equipo es mala ya que el tiempo disponible no se utiliza para actuar sobre los problemas reales de los equipos y herramientas.

## **Prognosis**

Las altas cargas de trabajo para el personal de mantenimiento preventivo que existen actualmente, tienen limitada disponibilidad de procedimientos y un deficiente sistema de control de las actividades, esto forzar  a que la planificación de mantenimientos preventivos deje de cumplirse afectando la eficiencia de los equipos y por ende la eficiencia de la planta de producción. Al mantenerse los procedimientos actuales también afectarán de forma directa a la eficiencia del mantenimiento preventivo y por ende a su desempeño, evaluado con el coeficiente KPI-2 el cual no sería el correcto y los costos de producción se elevarían porque la planta parar a por falla de equipos, esto incide directamente en el costo por unidad y en las horas hombre utilizadas para la fabricación de cada unidad, volviendo a la empresa menos competitiva por los costos de producción elevados a referencia de otras marcas.

## **Formulación del problema**

 C mo las cargas de trabajo del personal de mantenimiento preventivo, inciden en la eficiencia del indicador clave de desempeño del Mantenimiento preventivo (KPI-2)?

## **Línea de investigación**

En mundo actual se habla de la nuevas tecnología, del cambio en la matriz e indicadores, del avance relacionado al cambio de los procesos, de Mantenimiento Preventivo es parte fundamental de la Eficiencia, la Productividad de las Empresas que entienden este principio son las de crecimiento, en las que el estudio de la producción de las mismas se eleva para tener como resultados, más atractivos, debemos tomar en cuenta la Eficiencia y Productividad que hacen que sean interesen para ser aprovechadas los recursos disponibles.

## **Empresarial y Productividad**

**Esta línea de investigación se orienta por un lado al estudio de la capacidad de emprendimiento o Empresarialidad de la región, así como su entorno jurídico-empresarial: es decir, de repotenciación y/o creación de nuevos negocios o industrias que ingresan al mercado con un componente de innovación. Por otro lado, el estudio de las empresas existentes en un mercado, en una región, se enmarcará en la productividad de este tipo de empresas, los factores que condicionan su productividad, la gestión de la calidad de las mismas, y que hacen que estas empresas crezcan y sobrevivan en los mercados. En este ámbito es de interés estudiar aspectos como exportaciones, diversificación de la producción y afines” Extraído el Junio de 2016 desde “(Universidad Tecnológica Indoamérica, 2014).**

### **Delimitación del objeto de la Investigación**

<b>Campo:</b>	Ingeniería Industrial.
<b>Área:</b>	Mantenimiento en área de suelda carrocerías.
<b>Aspecto:</b>	Gestión de Mantenimiento Preventivo y su indicador (KPI-2).
<b>Delimitación Espacial:</b>	“Empresa OBB” Av. Galo Plaza Lasso OE1-34 y Enrique Guerrero Portilla.
<b>Delimitación Temporal:</b>	Junio 2016 – Septiembre 2016.

### **Justificación**

Es muy importante mantener el coeficiente KPI-2 en parámetros adecuados ya que este indicador es clave para la eficiencia y la productividad del mantenimiento preventivo sin dejar de lado el control del desempeño del personal en ejecución.

Luego de hacer el estudio profundo es factible la implementación de las sugerencias para mejorar los procesos y optimizar la carga de trabajo con los mismos recursos tanto de personal y equipamiento.

Dentro de la empresa hasta el momento no se realizó un estudio profundo de la incidencia de la carga de trabajo en la eficiencia del mantenimiento preventivo, por lo cual este estudio rompe con los paradigmas tradicionales del manejo de este indicador más adecuadamente para lograr un mejor resultado.

Con la implementación de esta nueva práctica del manejo del coeficiente KPI-2 no solo se beneficia la empresa porque se reducen costos por paros de producción en el área de suelda, sino también el equipo de mantenimiento ya que mejoran su eficiencia y su gestión.

Una vez implementada y controlada esta mejora en el KPI-2 en el área de suelda, fácilmente se puede aplicar en las demás áreas de la planta, inclusive se puede aplicar en otros indicadores no necesariamente de mantenimiento sino de cualquier otro proceso y categoría.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Analizar las cargas de trabajo del personal de mantenimiento preventivo, enfocado en la eficiencia del indicador clave de desempeño del Mantenimiento preventivo (KPI-2), en el equipamiento del área de suelda de la empresa O.B.B.

### **Objetivo Específico**

- Analizar las cargas de trabajo del personal de mantenimiento preventivo.
- Establecer cuál es la eficiencia del indicador de desempeño del mantenimiento preventivo (KPI2).
- Proponer una solución al problema investigado.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **Antecedentes Investigativos.**

En la actualidad el desarrollo tecnológico a nivel mundial, para incrementar a gran escala, y competir entre las empresas automotrices día a día, hace necesario ir renovando en procesos y maquinarias procesos y la mejora continua. A continuación citamos algunos antecedentes de investigaciones relacionadas con este tema:

El estudio realizado por la Universidad Tecnológica de Querétaro en el mayo del 2013 sobre el tema de Implementación de Plan de Mantenimiento Preventivo resume que la empresa contaba con demasiados paros innecesarios de equipos y maquinaria diariamente por falta de mantenimiento preventivo a los mismos, lo cual generó un retraso en tiempos de entrega e incrementa los costos de producción. Con la idea de reducir los tiempos de entrega, costos de producción, confiabilidad y eficiencia de los equipos y maquinaria se propone implementar un programa de mantenimiento preventivo el cual se puso en marcha, llevando una capacitación y monitoreo del personal. Obteniendo los resultados esperados logrando la implementación de un programa de mantenimiento preventivo reduciendo en un 35% la reincidencia de los equipos al departamento de mantenimiento, además de una disminución del 21% en el consumo de gas (argón) realizando chequeos y formatos para su ayuda. Según (Salvador Enrique Varela tesis pregrado mayo 2013). Este estudio afecta directamente a esta investigación ya que confirma que un plan de mantenimiento bien aplicado, monitoreado y controlado da resultados con beneficios a la empresa.

La investigación realizada en el Instituto Politécnico Nacional de México, D.F. 2011 sobre el Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo como estrategia de trabajo del material rodante del S.T.C “Taller Zaragoza” se resume en que en la actualidad se sabe que los Programas de Mantenimiento son de gran importancia en la gestión de una empresa ya sea por alguna razón interna, exigencia de la administración, de los clientes o de ambos. De forma genérica, el proceso de selección de tareas de mantenimiento se inicia con la identificación de las causas más probables asociadas a las distintas fallas de los componentes considerados de gran importancia.

El análisis histórico del mantenimiento permitirá verificar si las medidas tomadas para corregir las fallas han sido las adecuadas, y así poder realizar e implantar con seguridad el programa de mantenimiento.

Los planes convencionales de “reparar cuando se produce la avería” ya no funcionan. Debido a que fueron válidas en tiempo atrás, pero ahora se es más consciente de que esperar a que se produzca la avería para así intervenir, es incurrir en costos excesivos, (pérdidas de producción, deficiencias en la calidad y tiempos perdidos) y por ello empresas industriales tomaron la decisión de implantar procesos de prevención mediante un adecuado programa de mantenimiento.

El objetivo de Mantenimiento es maximizar la productividad general de la empresa, y esto dicho en otra forma directa se resumen en dos puntos:

1. Aumentar la disponibilidad y eficiencia de las instalaciones.
2. Reducir los costos de Mantenimiento.

Según (A. Figueroa Perez, H. Roman Torres, I. Garcia Zarate tesis pregrado 2011). Este estudio aporta en el sentido de que es de vital importancia interpretar los datos de fallas de equipo para poder trabajar sobre un análisis de una causa raíz más real y de esta forma poder eliminar la causa y mejorar el desempeño de los equipos intervenidos.

El estudio realizado por la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo sobre el tema de la Optimización del Mantenimiento en Función del Costo en la Empresa Bioalimentar Cía. Ltda. tiene el propósito de disminuir los costos totales de mantenimiento ya que la empresa invierte una cantidad excesiva esto se debía a que realizaba el mantenimiento de una forma limitada, mediante acciones correctivas.

Es por ello que se ha implementado herramientas de gestión que ayuden a optimizar el plan de mantenimiento. Se determinó que los equipos críticos de la planta de balanceado son el molino, mezcladora y peletizadora a través del Análisis de criticidad.

A estos equipos se les ha realizado el AMEF (Análisis de modo y efecto de fallo) y del diagrama de evaluación con el fin de seleccionar y evaluar las tareas que eliminan los modos de fallo para prevenir el mantenimiento correctivo y controlar el mantenimiento preventivo. Implementar la optimización de mantenimiento preventivo en función a costo ha contribuido a reducir los costos totales en un 7.3% del año 2009 al 2010.

Aumentar los ratios de disponibilidad en un 2%, la eficiencia en un 4% y disminuir los costos totales de mantenimiento mejora la rentabilidad. El parámetro numérico que debe evaluar la optimización del mantenimiento en función al costo es la rentabilidad y con este indicador se puede evaluar el aporte del departamento de mantenimiento al cumplimiento de los objetivos de la empresa.

Además se recomienda capacitar constantemente al personal sobre técnicas de gestión de mantenimiento y garantizar la continuidad del plan de mantenimiento preventivo de los equipos. Según (Marcela de Lourdes Garcia Guerrero tesis de pregrado Riobamba 2011).

Este estudio tiene un aporte muy importante sobre esta investigación ya que hace referencia al control del costo de mantenimiento por repuestos y tiempo

invertidos en máquinas que no son necesarios debido a una mala definición de las frecuencias de mantenimiento preventivo, esto eleva el costo de mano de obra y de repuestos, adicionalmente hace referencia a que la planificación basada en datos reales y en la criticidad de los equipos es determinante para la toma de decisiones del equipo a cargo de planificar y gestionar todas las actividades que esto amerita.

En los procesos del Mantenimiento Preventivo en el equipamiento de las áreas de suelda de las empresas y la carga de trabajo al personal, enfocados en la eficiencia de los indicadores (KPI-2), se ha procedido a realizar el estudio para encontrar las mejores alternativas, y así mantener en los rangos de alta competitividad dentro de la área automotriz a nivel nacional e internacional

Todo tipo de actividades genera costos, versus la eficiencia, efectividad, ya sea para ofrecer un producto o un servicio, o para servir de apoyo a una producción dentro de la empresa O.B.B.

Para los cálculos de costos, es necesario vincular el rendimiento del personal, la eficiencia de máquinas, así como los procesos y control de ejecución y los tiempos que duró el mismo.

El conocer cómo se encuentra la productividad actualmente, a base a los datos dados proporcionados por la empresa y comprobando personalmente, en la línea de producción, y verificando los procesos tecnológicos basado en formatos establecidos por la empresa, ofreciendo así la posibilidad de establecer mejoras en el proceso productivo, y para concluir con el ingreso de mano de obra donde se defina solo la necesaria.

Todo lo mencionado anteriormente aporta para mejorar el margen de ganancias y utilizadas para la empresa y por ende para los trabajadores.

## **Fundamentaciones**

### **Fundamentación técnica**

Los fundamentos técnicos, con los que se desarrolla del presente informe abarca normas de la empresa a nivel Internacional, leyes internas de cada país, Normas INEN, con los cuales dan la base para el desarrollar las mejoras del proyecto, dentro de las normas técnicas utilizadas en los procesos Mantenimiento Preventivo, del Equipamiento del área de suelda O.B.B., además se incluye el trabajar en todo proyecto con las normas de calidad ISO 9001 aplicando las 5S y la mejora continua.

### **Ciencia, Tecnología, Innovación y saberes ancestrales.**

**Art. 385.-** El sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al medio ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad.

- 1.- Generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos.
- 2.- Recuperar, fortalecer y potenciar los saberes ancestrales.
- 3.- Desarrollar tecnología e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir.

**Art. 386.-** El sistema comprenderá programas, políticas, recursos, acciones, e incorporará a instituciones del Estado, Universidades y escuelas Politécnicas, institutos de investigación pública y particular, empresas públicas y privadas, organizaciones no gubernamentales y personas naturales o jurídicas, en tanto realizan actividades de investigación, desarrollo tecnológico, innovación y aquellas ligadas a los saberes ancestrales.

Para el Estado, a través del organismo competente actual, coordina los sistemas, establecidos los objetivos y políticas, de conformidad con el Plan Nacional de Desarrollo, con la participación de los actores que lo conforman activamente.

**Art. 387.-** Será de responsabilidad del Estado

1. Facilitar e impulsar la incorporación a la sociedad del conocimiento para alcanzar los objetivos del régimen de desarrollo.
2. Promover la generación y producción de conocimiento, fomentar la investigación científica y tecnológica, y potenciar los saberes ancestrales, para así contribuir a la realización del buen vivir, al sumak kawsay.
3. Asegurar la difusión y el acceso a los conocimientos científicos y tecnológicos, el usufructo de sus descubrimientos y hallazgos en el marco de lo establecido en la Constitución y la Ley.
4. Garantizar la libertad de creación e investigación en el marco del respeto a la ética, la naturaleza, el ambiente, y el rescate de los conocimientos ancestrales.
5. Reconocer la condición de investigación de acuerdo con la Ley.

Las consideraciones antepuestas, la constitución y Leyes de nuestro país está garantizando y promoviendo el desarrollo Científico y Tecnológico en todas los niveles.

### **Fundamentación legal.**

Para la elaboración del presente trabajo de investigación, se toma en cuenta los parámetros legales de la Constitución de la República del Ecuador en referencia al Buen Vivir en el art. 343 y el art. 319 en los cuales se describen formas de organización y producción, y desarrollo de la investigación.

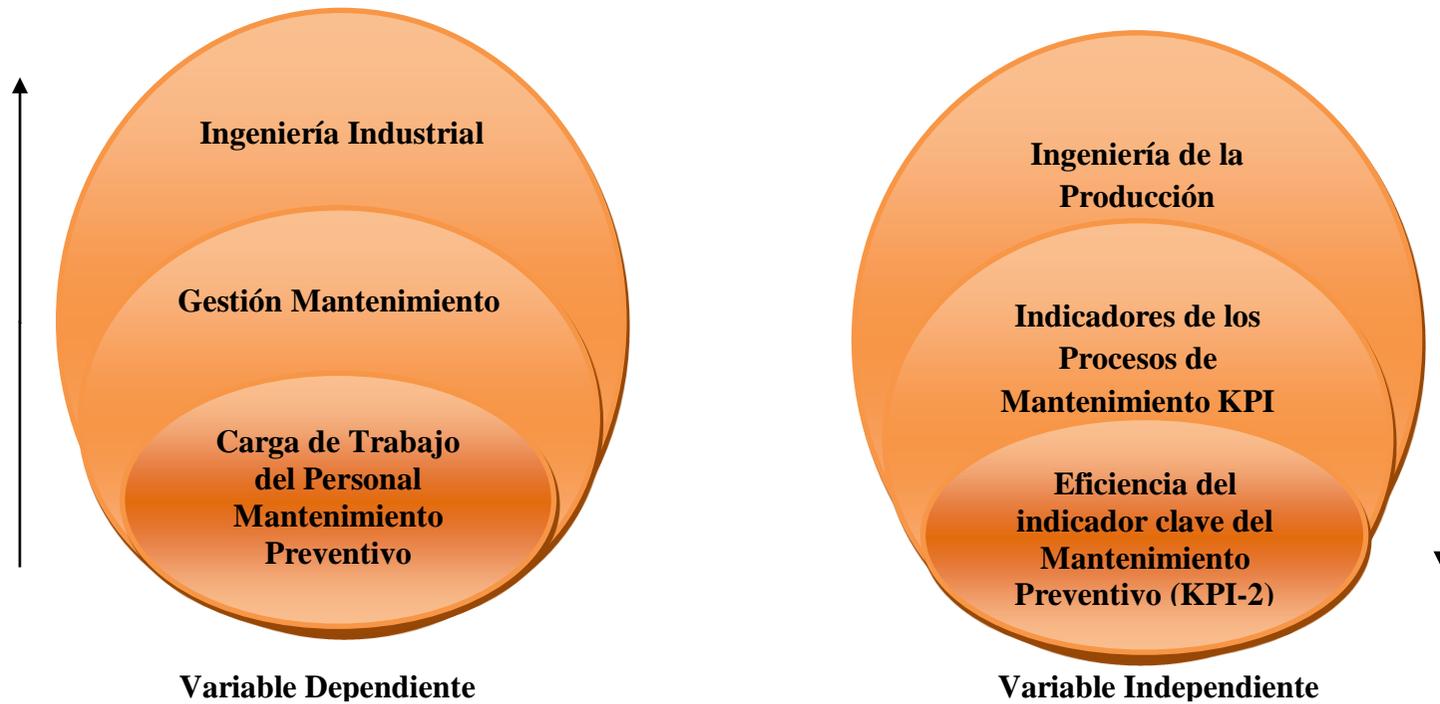
**Art. 343.-** El sistema nacional de educación tendrá como finalidad el desarrollo de capacidades y potencialidades individuales y colectivas de la población, que posibiliten el aprendizaje, y la generación y utilización de conocimientos, técnicas, saberes, artes y cultura. El sistema tendrá como centro al sujeto que aprende, y funcionará de manera flexible y dinámica, incluyente, eficaz y eficiente.

El sistema nacional de educación integrará una visión intercultural acorde con la diversidad geográfica, cultural y lingüística del país, y el respeto a los derechos de las comunidades, pueblos y nacionalidades.

**Art. 319.-** Se reconocen diversas formas de organización de la producción en la economía, entre otras las comunitarias, cooperativas, empresariales públicas o privadas, asociativas, familiares, domésticas, autónomas y mixtas. El estado promoverá las formas de la producción que aseguren el buen vivir de la población y desincentivará aquellas que atenten contra sus derechos o los de la naturaleza; alentará la producción que satisfaga la demanda interna y garantice una activa participación del Ecuador en el contexto internacional. “Extraído el 15 de Enero del 2017 desde (Universidad Católica de Santiago de Guayaquil / Gonzales-Gonzales, Santiago, doc.).

Adicionalmente, existe un cuerpo legal vigente sobre el uso de pesticidas para las empresas dedicadas tecnología y su desarrollo, publicado en el Registro Oficial N° 620, N° 621 del 31 de Enero de 1.995, que es el reglamento de uso y aplicación de sustancias de limpieza, y los procesos manuales que afectan al personal que trabaja en la empresa.

## Categorización de Variables

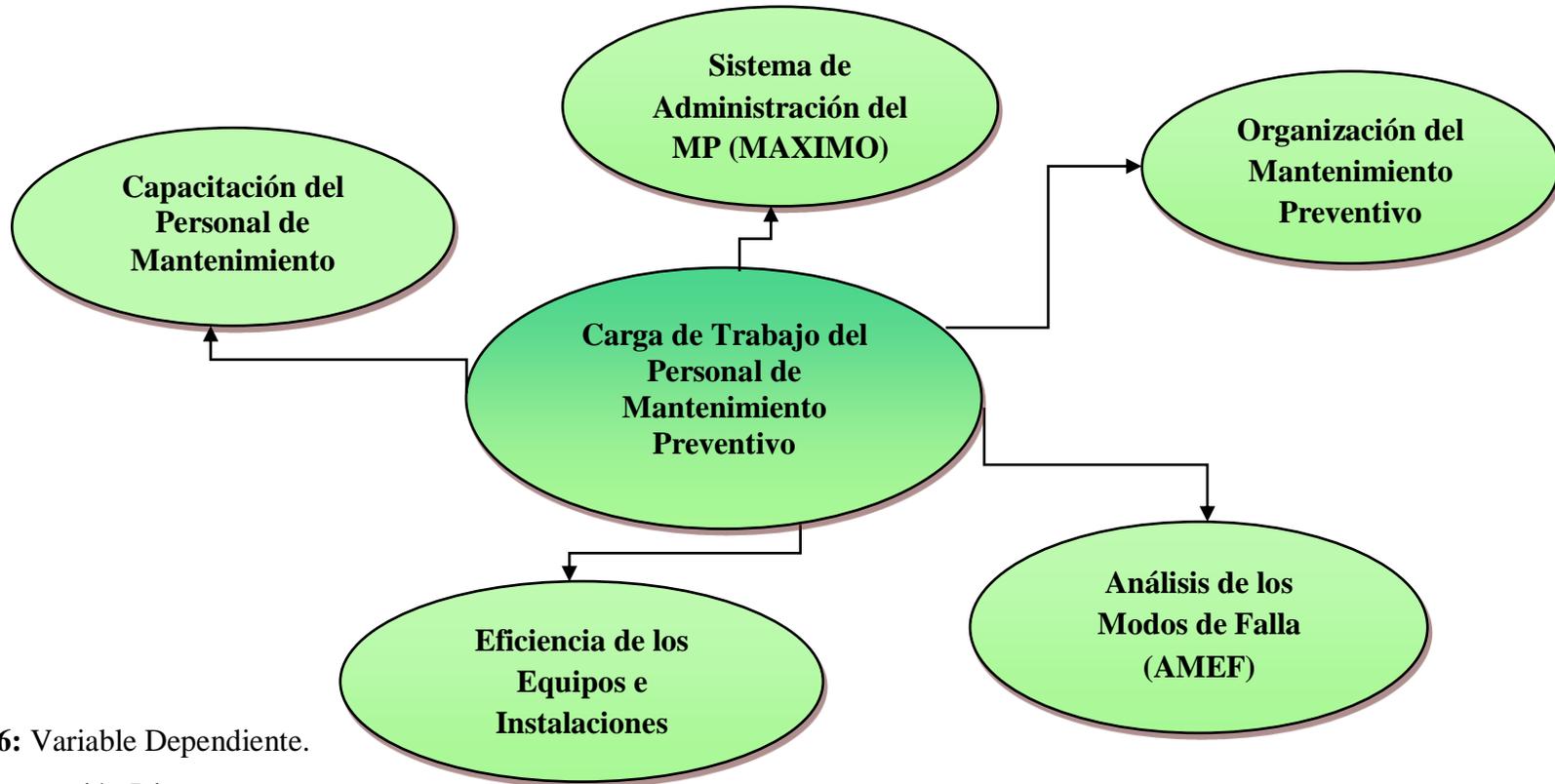


**Figura N° 5:** Categorización de Variables.

**Fuente:** Observación Directa.

**Elaborado por:** El Investigador.

### Constelación de Ideas de la Variable Dependiente

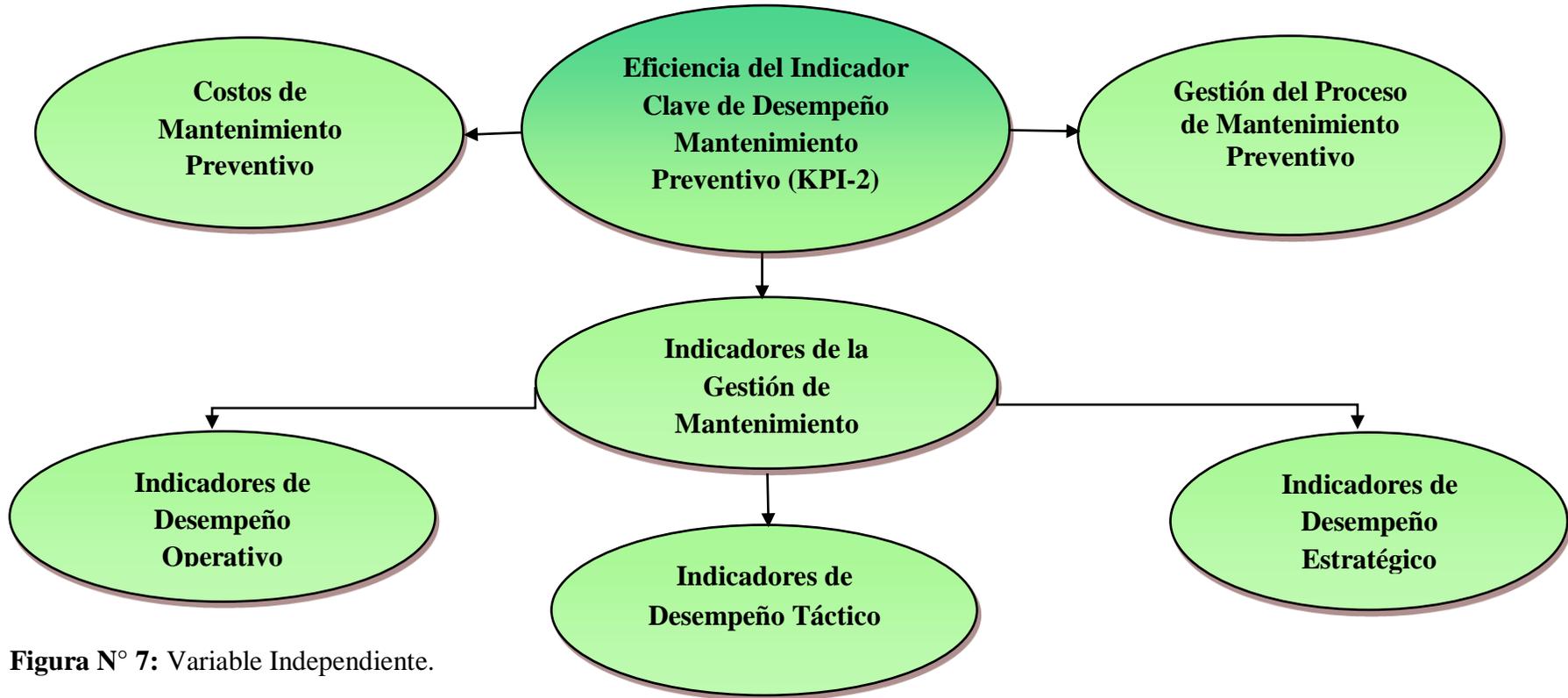


**Figura N° 6:** Variable Dependiente.

**Fuente:** Observación Directa.

**Elaborado por:** El Investigador.

### Constelación de Ideas de la Variable Independiente



**Figura N° 7:** Variable Independiente.

**Fuente:** Observación Directa.

**Elaborado por:** El Investigador.

## MARCO TEÓRICO

### Ingeniería Industrial

La Ingeniería Industrial es la encargada del diseño, mejora e instalación de los sistemas integrados de personas, materiales, información, equipo y energía. Está integrada en el conocimiento especializado, de algunas ciencias, como son las matemáticas, físicas y áreas sociales con principios de diseños y métodos de ingeniería para especificar y evaluar resultados de los diferentes sistemas de producción.

**La ingeniería industrial es aquella área del conocimiento humano que forman profesionales capaces de planificar, diseñar, implementar, operar, mantener y controlar eficientemente organizaciones integradas por personas, materiales, equipos e información con la finalidad de asegurar el mejor desempeño de sistemas relacionados con la producción y administración de bienes y servicios. (ECAES Ingeniería Industrial. Versión 6, Bogotá DC, Julio de 2005).**

Esta tecnología está unida a los cambios y mejoras en los procesos realizados o generados por la globalización, los mismos que intervienen en el cambio de los procesos estándares y las normas de mejoramiento tecnológico.

Con la finalidad de mejorar los procesos de producción de la empresa es importante el desarrollo de los conocimientos y las normas que permitan establecer las características correctas en el proceso de producción de la empresa.

Se considera que la ingeniería industrial está estrechamente ligada al desarrollo socio-económico a fin de incrementar la productividad.

## **Gestión del Mantenimiento**

La gestión del mantenimiento se define como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando la más alta disponibilidad y el máximo de rendimiento (Fernando Barroso 2009). El mantenimiento industrial es una compleja actividad técnico-económica que tiene como finalidad la conservación de los activos de la empresa, maximizando la disponibilidad de equipos, maquinaria productivos, tratando que su gestión de lleve a cabo al menor costo posible basándonos en parámetros de los indicadores tanto físicos como químicos.

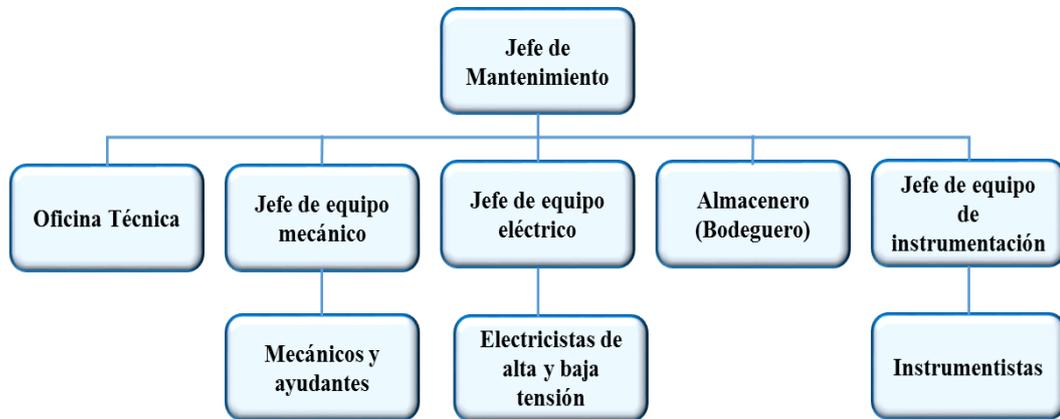
### **Carga de Trabajo del Personal de Mantenimiento Preventivo**

Para analizar la carga de trabajo uno de los aspectos más importantes en la gestión del mantenimiento es decidir cuánto personal y qué organización es necesaria para mantener los equipos y las instalaciones. Se sabe que aproximadamente la cuarta parte del presupuesto de mantenimiento se emplea en la nómina del personal de este departamento.

Por esta razón la decisión de saber gestionar el recurso humano no debería tomarse muy a la ligera. Se debería tener muy claro que es una decisión con una fuerte trascendencia técnica y sin embargo, en la mayoría de las empresas es una cuestión que no se decide en el ámbito técnico, sino que la deciden los gestores financieros de la instalación, los responsables del negocio apoyados, desde luego, en el departamento de RRHH.

El inconveniente de esto, es que usualmente se toma en cuenta solamente el criterio económico dejando por un lado el criterio técnico. Y esto se traduce en muchos de los fracasos que están detrás del rendimiento y la eficiencia de los equipos y por ende de las empresas que cuentan con estructuras de personal demasiado básicas para la complejidad de sus instalaciones y en otras por el contrario, se destinan un exceso de recursos a tareas que apenas generan cierto

valor en la gestión de mantenimiento por no cumplir con los planes preestablecidos.



**Figura N° 8:** Organigrama de Mantenimiento.

**Fuente:** AVR Ingeniería.

**Elaborado por:** El Investigador.

### **Sistema de Administración del Mantenimiento Preventivo (MAXIMO)**

IBM Máximo Asset Management es una solución completa para gestionar activos físicos en una plataforma común en sectores con muchos activos. Ofrece acceso móvil “integrado”, compilación al momento, gestión de personal y conocimientos analíticos.

Máximo Asset Management permite a las organizaciones compartir e implementar las mejores prácticas, el inventario, los recursos y el personal. Permite gestionar todo tipo de activos, entre ellos planta, producción, infraestructura, instalaciones, transporte y comunicaciones. Está disponible como solución en local o de software como servicio (SaaS).

Máximo Asset Management dispone de seis módulos de gestión en una arquitectura orientada a servicios mejorada.

Gestión de activos: Obtenga el control que necesita para realizar un seguimiento más eficiente y gestionar los activos y los datos de ubicación en todo el ciclo de vida de los activos.

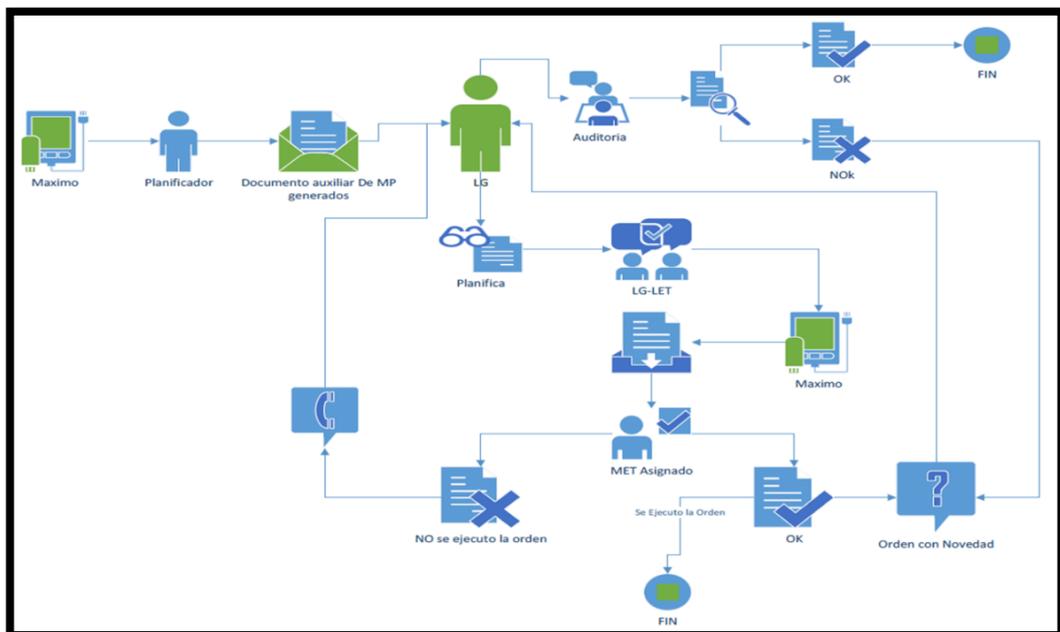
Gestión de trabajo: Gestione las actividades de trabajo planificadas y no planificadas, desde la solicitud inicial hasta su finalización y registro de consumos reales.

Gestión de servicios: Defina las ofertas de servicios, establezca los acuerdos de nivel de servicio (SLA), monitorice más proactivamente la entrega de nivel de servicio se implemente procedimientos de escalado.

Gestión de contratos: Obtenga soporte completo para la adquisición, léase, alquiler, garantía, tasa de trabajo, software, máster, contratos generales y definidos por el usuario.

Gestión del inventario: Conozca los detalles del inventario de activos y su uso, incluido el qué, cuándo, dónde, cuántos y su valor.

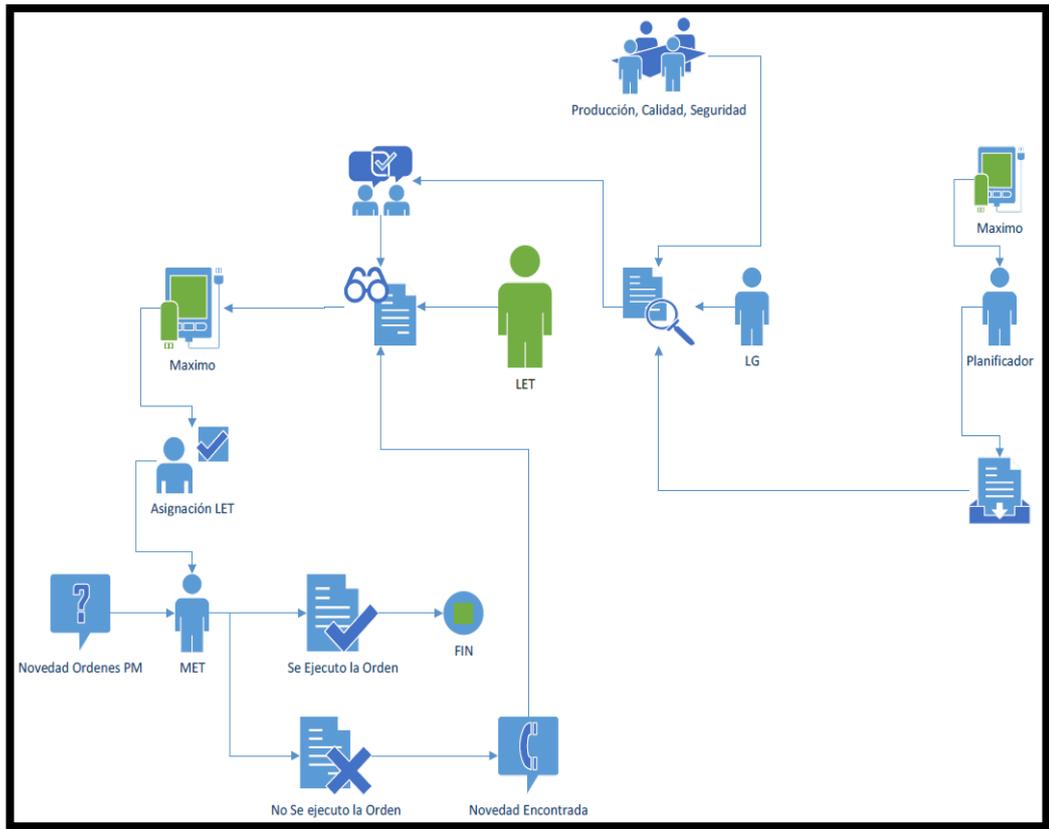
Gestión de aprovisionamiento: Dé soporte a todas las fases del aprovisionamiento de toda la empresa como, por ejemplo, adquisición directa y reaprovisionamiento de inventario (Nestorg 2016).



**Figura N° 9:** Ciclo Orden de Trabajo PM.

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.



**Figura N° 10:** Ciclo Orden de Trabajo CM.

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.

El proceso del mantenimiento preventivo se desarrolla de la siguiente manera:

Evaluación del equipo, se realiza una exhaustiva evaluación previa de las especificaciones del manual del equipo a modo de registro inicial del mismo.

Diagnosticar el equipo, en este paso se evalúa el funcionamiento del equipo así como su estado físico, su desempeño y el estado de sus partes y piezas.

Detectar fallas, el siguiente paso es detectar fallas visibles y no visibles en el equipo para que puedan ser reparadas o sustituidas por partes nuevas de la misma calidad o una superior a ellas.

## **Organización del Mantenimiento Preventivo**

Mantenimiento de área: Se subdivide a los equipos en varias partes geográficas y a cada una de ellas se le asignan cuadrillas de personal para ejecutar las acciones de mantenimiento. Su objetivo es aumentar la eficiencia operativa, ya que en las pequeñas organizaciones se sitúan en las proximidades de los sistemas a los cuales sirven. Se caracteriza por: mayor y mejor control de personal por área, personal especializado en el área de trabajo, aumento de costos por especialización funcional, mayor fuerza laboral, programación y prevenciones más ajustadas a la realidad.

Mantenimiento centralizado: Es la concentración de los recursos de mantenimiento en una localización central. Se caracteriza por: transferencia de personal de un lugar a otro donde exista necesidad de mantenimiento, personal con conocimiento del sistema operativo a mantener, bajo nivel de especialización en general comparado con el de área, reducción de costos por la poca especialización funcional; en emergencias se contará con todo el personal y se recomienda para maquinarias medianas, pequeños y con poca diversidad de procesos.

Mantenimiento área central: Se aplica en equipos macro, los cuales tienen organizaciones en situaciones geográficas alejadas, cantidades elevadas de personal y diversidad de procesos. En este tipo de entes cada área tiene su organización de mantenimiento, pero todas manejadas bajo una administración central. Se debe tener en cuenta como principios fundamentales el factor costo implicado, tipo de personal necesario y diversidad de procesos.

## **Análisis de los Modos de Falla (AMEF)**

Este análisis tomado de los sectores que apuestan muy alto como la industria aeroespacial y de defensa, el Análisis de Modo y Efecto de Fallos (AMEF) es un conjunto de directrices, un método y una forma de identificar problemas

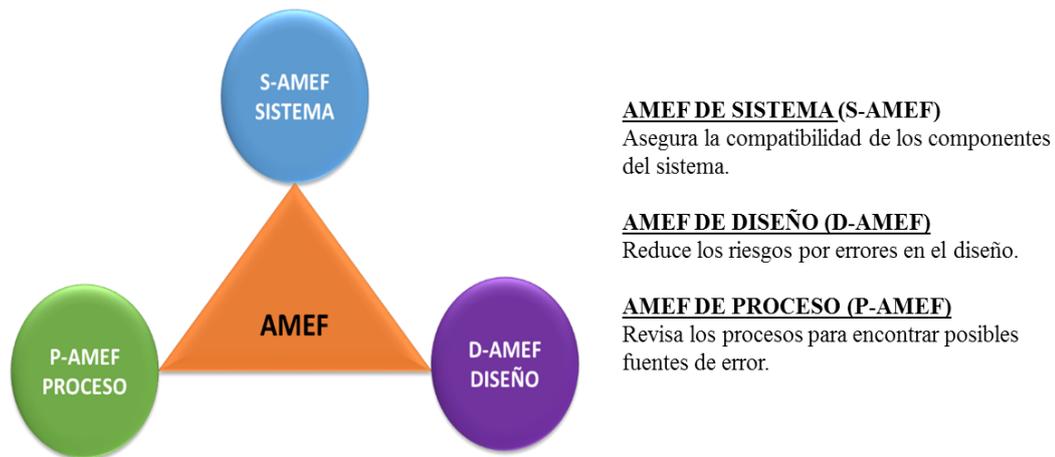
potenciales y sus posibles efectos en un sistema o maquinarias para priorizarlos y poder concentrar los recursos en planes de prevención, supervisión y respuesta.

Los AMEFs fueron formalmente introducidos a finales de los 40's mediante el estándar militar 1629. Utilizados por la industria aeroespacial en el desarrollo de cohetes, los AMEFs y el todavía más detallado Análisis Crítico del Modo y Efecto de Falla (ACMEF) fueron de mucha ayuda en evitar errores sobre tamaños de muestra pequeños en la costosa tecnología de cohetes.

El principal objetivo para la prevención de fallas vino durante los años 60 mientras se desarrollaba la tecnología para enviar un hombre a la luna en la misión Apolo.

Ford Motor Company motivados por los altos costos de demandas de responsabilidad civil introdujo los AMEFs en la industria automotriz a finales de los años 70 para consideraciones de seguridad y requisitos regulatorios. En 1993 Chrysler, Ford y GM crearon el documento «Potencial Failure Mode And Effects Analysis» que cubría los tipos vigentes de AMEF. El documento formo parte de la norma QS 9000 (Hoy conocida como ISO 16949). Los beneficios de implantación de AMEF en un sistema son:

- Identifica fallas o defectos antes de que estos ocurran.
- Reducir los costos de garantías.
- Incrementar la confiabilidad de los productos/servicios, reduce los tiempos de desperdicios y re-trabajos.
- Procesos de desarrollo más cortos.
- Documenta los conocimientos sobre los procesos.
- Incrementa la satisfacción del cliente.
- Mantiene el Know-How en la compañía.



**Figura N° 11:** Tipos de AMEF.  
**Fuente:** Lean Solutions.  
**Elaborado por:** El Investigador.

### **Eficiencia de los Equipos e Instalaciones**

Hablando de la productividad de los equipos o instalaciones una de las mediciones más extendidas es la que se conoce internacionalmente por su acrónimo en inglés OEE, Overall Equipment Effectiveness.

Para la evaluación de la eficiencia y rendimiento de los equipos. La referencia aquí no puede ser otra que la eficiencia máxima. Expresado en tanto por ciento, la eficiencia de un equipo será 100% si produce la cantidad de piezas con el cual fue diseñado, trabajando todo el tiempo disponible a su capacidad máxima instalada.

El trabajo en la mejora de productividad de los equipos lleva a la necesidad de ir a un nivel de detalle mayor en el análisis de su rendimiento para proporcionar indicadores claves de desempeño gestionables, es decir, orientados a la acción como es el KPI de mantenimiento preventivo.

En un primer lugar es importante distinguir cuántas unidades se dejan de producir simplemente porque el equipo está parado. La diferencia que expresa este factor del rendimiento se suele denominar disponibilidad del equipo, y expresa la relación entre el tiempo total que el equipo debería estar operativo y en tiempo real de operación.

## **Capacitación del Personal de Mantenimiento**

La capacitación del personal de mantenimiento es una actividad sistemática, planificada y permanente cuyo propósito general es preparar, desarrollar e integrar a los recursos humanos al proceso productivo, mediante la entrega de conocimientos, desarrollo de habilidades y actitudes necesarias para el mejor desempeño de todos los trabajadores en sus actuales y futuros cargos y adaptarlos a las exigencias cambiantes del entorno.

La capacitación va dirigida con un enfoque al perfeccionamiento técnico del trabajador para que éste se desempeñe eficientemente en las funciones a él asignadas, producir resultados de calidad, dar excelentes servicios a sus clientes, prevenir y solucionar anticipadamente problemas potenciales dentro de la organización.

A través de la capacitación hacemos que el perfil del trabajador se adecue al perfil de conocimientos, habilidades y actitudes requerido en un puesto de trabajo.

La capacitación no debe confundirse con el adiestramiento, este último que implica una transmisión de conocimientos que hacen apto al individuo ya sea para un equipo o maquinaria.

La capacitación es para los puestos actuales y la formación o desarrollo es para los puestos futuros. La capacitación y el desarrollo con frecuencia se confunden, puesto que la diferencia está más en función de los niveles a alcanzar y de la intensidad de los procesos. Ambas son actividades educativas.



**Figura N° 12:** Capacitación Técnica de Personal.

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.

### **Ingeniería de la Producción**

La Ingeniería de Producción es la rama de la ingeniería que trata con procesos de manufactura y métodos de elaboración de productos y mercancías industriales. Persigue la integración de todos los factores relevantes a fin de elaborar soluciones óptimas a problemas complejos relacionados con la transformación de insumos económicos en productos necesarios para la sociedad.

La ingeniería de producción se catalogada como la carrera del futuro internacionalmente es una carrera, innovadora, multidisciplinar que adapta la ciencia, la tecnología, Economía y Administración, optimizando los sistemas de producción de bienes y servicios, mejora procesos productivos o administrativos dominando un campo global así contribuyendo al desarrollo e incentivando a aquellas organizaciones a velar por el bienestar de los empleados, Medio Ambiente y recursos, mejorando el entorno laboral donde se evidencie su calidad en prestación de productos y servicios, estudian los sistemas de producción en todas sus etapas desde la concepción y planificación inicial, hasta el diseño y la operación de dicho sistema.

El ingeniero de producción es la figura central para transformar un diseño en un producto, debe operar como integrador de operaciones, coordinando personal, información y tecnología dentro de una organización.

Diseña sistemas tomando en consideración el uso de la energía, la protección ambiental y humana, la gestión y el control de procesos de fabricación, así mismo la elaboración de productos con procesos optimizados.

El ingeniero de Producción es un profesional Integral multidisciplinar. Toda la producción industrial depende del cálculo, física y control estadístico entre otras ramas de la ingeniería.

### **Indicadores de los Procesos de Mantenimiento (KPI)**

Un KPI (key performance indicator), conocido también como indicador clave o medidor de desempeño o indicador clave de rendimiento, es una medida del nivel del desempeño de un proceso. El valor del indicador está directamente relacionado con un objetivo fijado de antemano y normalmente se expresa en valores porcentuales.

Un KPI se diseña para mostrar cómo es el progreso en un proceso o producto en concreto, por lo que es un indicador de rendimiento. Existen KPIs para diversas áreas de una empresa: compras, logística, ventas, servicio al cliente, mantenimiento. Las grandes compañías disponen de KPIs que muestran si las acciones desarrolladas están dando sus frutos o si, por el contrario, no se progresa como se esperaba.

Para el control de los procesos de mantenimiento derivación que es la CMMS Global (MAXIMO) KPIs, que fueron diseñados como indicadores de cumplimiento, su misión es ayudar a las organizaciones de mantenimiento en:

- Mejorar el uso de CMMS (Máximo) en la organización.

- Mantener un enfoque en el mantenimiento proactivo (PM, PDM, PROJ, CM) Vs
- Trabajos reactivos (EM) y mantener una correcta proporción entre ellos.
- Fortalecimiento de GMS en Mantenimiento.
- Mejorar manejo de activos, carga de trabajo suministrado datos para la mejora continua.

Se tiene dos tipos de mediciones, número de órdenes completadas y número de horas registradas, su unidad de Medida está representada en porcentaje. Y la descripción de los KPIs es la siguiente:

- KPI-1 CM Cumplimiento Programado (# OTs).
- KPI-2 Porcentaje de OTs Programadas (Horas).
- KPI-3 PM Cumplimiento Programado (# OTs).
- KPI-4 Porcentaje de OTs No Programadas (Horas).
- KPI-5 OTs Programadas Eficiencia en Horas (Horas).
- KPI-6 Porcentaje de OTs Planeadas Cumplidas (# OTs).
- KPI-7 Porcentaje de OTs de Mantenimiento Preventivas (Horas).
- KPI-8 Porcentaje de OTs de Mantenimiento Predictivo (Horas).
- KPI-9 Porcentaje de Defectos de Mantenimiento Preventivo (# OTs).

### **KPI-1 CM Cumplimiento Programado (# OTs)**

**Definición.** Un porcentaje (relación) de la cantidad de órdenes de trabajo correctivas y de proyecto programadas y ejecutadas y de la cantidad de órdenes de trabajo y de proyecto programadas dentro de un periodo establecido (plazo).

**Propósito.** Es una medida de la efectividad del proceso de programación del trabajo y de indicación de la adhesión al programa de mantenimiento planeado.

**Objetivo.** Cumplimiento de OTs Programadas = 100% (Seguridad / Trabajo Legislativo / Críticas) Cumplimiento de OTs Programadas  $\geq$  80% (Trabajos Generales No Críticos).

## **KPI-2 Porcentaje de OTs Programadas (Horas)**

**Definición.** Un porcentaje del total de horas actuales cargadas a las OTs Planeadas y del total de horas actuales cargadas a las OTs Ejecutadas dentro del periodo del tiempo requerido.

**Propósito.** Este KPI mide la cantidad actual de mano de obra utilizada realizando trabajo programado (Correctivo o Planeado).

**Objetivo.**  $80\% \leq \text{Porcentaje de OTs Programadas} < 90\%$ .

## **KPI-3 PM Cumplimiento Programado (# OTs)**

**Definición.** Una proporción de la cantidad de órdenes de trabajo de preventivo y mantenimiento predictivo programado y ejecutado y la cantidad de órdenes de trabajo preventivo programado dentro de un periodo de tiempo requerido.

**Propósito.** Es medible la efectividad del proceso de trabajo programado y la indicación de la adhesión al programa de mantenimiento planeado y como exitosamente la organización lo adhiere al programa de mantenimiento preventivo.

**Objetivo.** Cumplimiento de las horas de PM = 100% (Seguridad / Críticos). Cumplimiento de horas PM  $\geq 90\%$  (No-Críticos). PM Cumplimiento de horas PM= 0% (Trabajos cancelados).

## **KPI-4 Porcentaje de OTs No Programadas (Horas)**

**Definición.** Relación Total de horas reales cargadas a cualquier orden de trabajo no planificado y total de horas reales cargadas a todos los órdenes de trabajo ejecutadas dentro de un marco de tiempo requerido.

**Propósito.** Este KPI mide la cantidad de trabajo invertido en realizar trabajo no programado (no planificada o de emergencia). Refleja la condición de activos, la atención del operador, y los procesos de control de trabajo.

**Objetivo.** Relación de WO no planeadas < 20%.

#### **KPI-5 OTs Programadas Eficiencia en Horas (Horas)**

**Definición.** Es la relación del Total de Horas Estimadas planeadas Total de Horas Actuales cargadas y Total de horas Actuales cargadas Total de Horas Estimadas planeadas para todas las Ordenes de Trabajo Programadas y ejecutadas dentro del periodo de tiempo requerido.

**Propósito.** Evaluar la habilidad del Planeador para estimar con precisión las horas de trabajo requeridas para mantenimiento y la habilidad de oficio para desarrollar el trabajo en el tiempo asignado.

**Objetivo.** 85% <= Eficiencia de Horas de OTs Programadas <= 100%.

#### **KPI-6 Porcentaje de OTs Planeadas Cumplidas (# OTs)**

**Definición.** El ratio de la cantidad de órdenes de trabajo programada para completar y ejecutar las ordenes de trabajo dentro de un periodo de tiempo programado.

**Propósito.** Para medir la eficiencia de la organización de mantenimiento para controlar y programar la cantidad de trabajo en el área.

**Objetivo.** 80% <= WO Órdenes Completados < 90%.

### **KPI-7 Porcentaje de OTs de Mantenimiento Preventivas (Horas)**

**Definición.** Proporción del total de horas actuales cargadas a órdenes de trabajo preventivo y el total de horas actuales y cargadas a todas las ordenes ejecutadas dentro de la línea de tiempo requerida.

**Propósito.** Este KPI refleja la proporción del trabajo tiempo-base.

**Objetivo.**  $50\% \leq \text{PM WO Ratio} \leq 60\%$ .

### **KPI-8 Porcentaje de OTs de Mantenimiento Predictivo (Horas)**

**Definición.** Relación del total de horas cargadas a las OT's Predictivas entre el total de horas cargadas a todas las órdenes de trabajo ejecutadas dentro de un periodo de tiempo requerido.

**Propósito.** Este KPI refleja el cumplimiento del trabajo.

**Objetivo.**  $15\% \leq \text{PDM WO Ratio} \leq 20\%$ .

### **KPI-9 Porcentaje de Defectos de Mantenimiento Preventivo (# OTs)**

**Definición.** Qué proporción de cantidad de ordenes programadas de trabajo de preventivo y predictivo, se ejecutan y encuentran un defecto o acción correctiva y la cantidad de ordenes programadas de preventivo y predictivo dentro de un periodo de tiempo requerido.

**Propósito.** Este KPI mide la cantidad de defectos o acciones correctivas resultados de la ejecución del trabajo preventivo y correctivo.

**Objetivo.**  $10\% \leq \text{PM Proporción de defectos} \leq 20\%$ .

## **Eficiencia del Indicador Clave de Desempeño del Mantenimiento Preventivo KPI-2**

La eficiencia del mantenimiento preventivo se mide con el indicador clave KPI-2 donde se consideran las variables directas que son, horas planificadas, horas disponibles y carga de trabajo, todo esto se mide en porcentajes de órdenes cerradas, órdenes canceladas, órdenes cerradas fuera de tiempo y órdenes pendientes. Se debe medir la productividad de una empresa siendo estos factores realmente útiles para los resultados ya sean estos disponibilidad, seguridad, tipo de mantenimiento, gestión de órdenes de trabajo, costos, tiempo, equipo y materiales utilizados.

Además de la medición de la productividad en el mantenimiento debe hacerse periódicamente, siendo ideal un cronograma o un programa de medición de la productividad en el mantenimiento y su eficiencia, para comparar resultados para saber el comportamiento del equipo de trabajo, su desempeño, y encontrar áreas de oportunidad que permitan mejorar. La productividad se debe medir en los siguientes indicadores:

- La confiabilidad.
- Tiempo de falla.
- Frecuencia de falla.
- Promedio de tiempo entre falla.
- Impacto del daño.
- Grado de los daños.
- Tipos de daños.
- Tiempo de operación logrado.
- Grado de preparación del personal.
- Grado de responsabilidad.
- Grado de sobretiempo para un mantenimiento.
- Grado de prioridad del mantenimiento.
- Tipo de mantenimiento.

- Órdenes de trabajo.
- Disponibilidad.

### **Gestión del Proceso de Mantenimiento**

El concepto base que da lugar a la ingeniería de mantenimiento es la mejora continua del proceso de gestión del mantenimiento mediante la incorporación de conocimiento, inteligencia y análisis que sirvan de apoyo a la toma de decisiones en el área del mantenimiento, orientadas a favorecer el resultado económico y operacional de la empresa y de sus diferentes áreas.

La ingeniería de mantenimiento permite, a partir del análisis y modelado de los resultados obtenidos en la ejecución de las operaciones de mantenimiento, renovar continua y justificadamente la estrategia y, por consiguiente, la programación y planificación de actividades para garantizar la producción y resultados económicos al mínimo costo. También permite la adecuada selección de nuevos equipos con mínimos costos globales en función de su ciclo de vida y seguridad de funcionamiento, costo de ineficiencia o costo de oportunidad por pérdida de producción.

Un modelo de gestión del mantenimiento debe ser eficaz, eficiente y oportuno, es decir, debe estar alineado con los objetivos impuestos en base a las necesidades de la empresa, minimizando los costos indirectos de mantenimiento, estos costos asociados con las pérdidas de producción. A su vez, debe ser capaz de operar, producir y lograr los objetivos con el mínimo costo, generando a su vez actividades que permitan mejorar los indicadores claves del proceso de mantenimiento, asociados a mantenibilidad y confiabilidad. Además, para generar un modelo de mantenimiento robusto y eficaz se deben considerar factores relacionados con la disponibilidad de recursos y su respectiva gestión.

## Indicadores de Gestión de Mantenimiento

Con el objetivo de implementar las actividades necesarias que soporten y orienten a perfeccionar la administración de mantenimiento basada en planes de mantenimiento óptimos, acorde a los lineamientos establecidos por la empresa. Se utilizan como unidades de medidas que permiten evaluar:

- Comportamiento Operacional,
- Efectividad de los equipos e instalaciones,
- Desempeño de los técnicos.



**Figura N° 13:** Indicadores Clave de Mantenimiento.

**Fuente:** Gestión de Mantenimiento O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.



**Figura N° 14:** Clasificación de los Indicadores de Mantenimiento.

**Fuente:** Gestión de Mantenimiento O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.

### **Indicadores de Desempeño Estratégicos**

Mide el grado de cumplimiento de los planes estratégicos o de desarrollo, los programas y proyectos; monitorean y miden fundamentalmente el desempeño de los macro procesos y los procesos. Y son los siguientes:

- Disponibilidad de sistemas.
- Confiabilidad de sistemas.
- Riesgo.
- Utilización (%).

### **Indicadores de Desempeño Táctico**

Monitorean y miden el cumplimiento de los planes de acción y de desempeño de los procesos. Y son los siguientes:

- Disponibilidad inherente y operativa.
- Índice de paras no programadas IPNP.

- Uptime.
- Confiabilidad de equipos.

### **Indicadores de Desempeño Operativo**

Monitorean y miden las actividades a través de indicadores de economía, eficiencia, eficacia y de desempeño del servidor público. Y son los siguientes:

- Tiempo promedio entre fallas TPEF.
- Tiempo promedio para reparar una falla TPPR.
- Cumplimiento de mantenimiento predictivo MPd.
- Cumplimiento de mantenimiento preventivo MP.
- Esfuerzo de mantenimiento predictivo.
- Esfuerzo de mantenimiento correctivo.
- Esfuerzo de mantenimiento preventivo.

### **Carga de Trabajo del Personal de Mantenimiento**

La principal excusa que comúnmente escuchamos como razón por la cual las organizaciones de mantenimiento no pasan de un ambiente reactivo a uno planificado es el agobiante trabajo que tiene su personal día a día. De hecho, muchas iniciativas de Planificación y Programación de mantenimiento generalmente fracasan por no tener la capacidad ni la voluntad ni el tiempo, de poder balancear efectivamente la carga de trabajo de su personal, convirtiéndose en iniciativas que se dedican a endosar planes y programas de ejecución que nunca se cumplen afectando el desempeño de su gestión.

El manejo adecuado de la carga de trabajo (Works Management) a través del uso eficiente del personal para completar a tiempo las tareas que aportan valor a la organización, es uno de los principales objetivos de un sistema de planificación y programación de mantenimiento preventivo. Mantener un balance perfecto entre la carga de trabajo y los recursos disponibles que eviten que los trabajos diferidos

se incrementen progresivamente y generen situaciones de deterioro, daño permanente, desorden y frustración en el interior de las plantas debe ser su enfoque principal para lograr mejores resultados.

Una eficiente estimación de los recursos como: mano de obra, herramientas, materiales y repuestos, unido a un CMMS que soporte esta actividad debería ser suficiente para dar una respuesta eficaz a la planificación, sin embargo la realidad del manejo de la carga de trabajo va mucho más allá de esto, factores como: capacitación del personal, edad de los equipos, programas de mantenimientos mal diseñados, cambio en los procesos productivos, ineficiente sistema de asignación de prioridades, cultura organizacional y hasta factores ambientales, pueden echar al bote de la basura estas iniciativas.

### **Costos de Mantenimiento Preventivo**

El objetivo principal de la gestión de costos es estimular la optimización del uso de la mano de obra, cantidad de materiales, contratos y minimizar tiempos de paro de producción (Brainly. Lat 2016). Por eso conocer indicadores como: el valor de una hora de producción, el costo de mantenimiento por equipo o por área, mano de obra y materias primas en el producto y el tipo de costo de mantenimiento, entre otros, permiten la comparación con los indicadores de la organización, para facilitar la visualización de las incidencias de las diversas estrategias que se quieran aplicar.

La importancia de los Costos de Mantenimiento y el manejo adecuado de los mismos, puede ayudar a visualizar a muchas empresas la barrera entre la competitividad y la ruina, como ha sido el caso de empresas que han perpetuado equipos obsoletos y las que han innovado tecnológicamente sin estar preparadas para el reto de asimilar los nuevos conocimientos y procesos que el mantenimiento implica para preservarlos en su óptimo funcionamiento.

Los costos, en general, se pueden agrupar en dos categorías:

1) Los costos que tienen relación directa con las operaciones de mantenimiento, como ser: costos administrativos, de mano de obra, de materiales, de repuestos, de subcontratación, de almacenamiento y costos de capital.

2) Costos por pérdidas de producción a causa de las fallas de los equipos, por disminución de la tasa de producción y pérdidas por fallas en la calidad producto al mal funcionamiento de los equipos. El costo global de mantenimiento es la suma de cuatro costos:

- **Costos Fijos:** La característica de este tipo de costos es que estos son independientes del volumen de producción o de ventas de la empresa, estos como su nombre lo dice son fijos, dentro de este tipo de costos podemos destacar la mano de obra directa, los alquileres, seguros y servicios.

Los costos fijos en el mantenimiento están compuestos principalmente por la mano de obra y los materiales necesarios para realizar el mantenimiento preventivo, predictivo, así como todo gasto originado por la lubricación de las máquinas o mantenimiento. Desde el punto de vista del mantenimiento, estos costos son gastos que aseguran el mantenimiento en la empresa y la vida útil de la maquinaria a mediano y largo plazo. La disminución del presupuesto y recursos destinados a este gasto fijo limita la cantidad de inversiones programadas, y al principio representa un ahorro para la empresa que después se traduce en mayor incertidumbre y gastos mayores para mantener a la empresa en su nivel óptimo representados por los indicadores KPI.

- **Costos Variables:** Estos costos tienen la particularidad de ser proporcionales a la producción realizada. Podemos destacar dentro de estos a costos como mano de obra indirecta, materia prima, energía eléctrica, además de los costes variables como repuestos que incluyen el mantenimiento.

En los costos variables de mantenimiento se encuentra básicamente el de la mano de obra y lo materiales necesarios para el mantenimiento correctivo. El

mantenimiento correctivo será consecuencia de las averías imprevistas en la maquinaria, como de las reparaciones programadas por otros tipos de mantenimiento a la maquinaria. Suena imposible reducir este tipo de gasto de mantenimiento, dado que este viene directamente de la necesidad de realizar una reparación para poder seguir produciendo. La manera de reducir este tipo de gasto no pasa por dejar de hacer mantenimiento correctivo, si no por evitar que se produzcan las averías inesperadas mediante el mantenimiento preventivo.

- **Costos Financieros:** Los costos financieros asociados al mantenimiento se deben tanto al valor de los repuestos de almacén como a las amortizaciones de las máquinas duplicadas para asegurar la producción. El costo que supone los recambios de un almacén para realizar reparaciones, es un desembolso para la empresa que limita su liquidez. Si los recambios son utilizados con cierta frecuencia la decisión fue la mejor, dado a que esto es una inversión que hace la empresa para mantener la capacidad productiva de la instalación. Sin embargo, cuando los recambios tardan mucho tiempo en ser utilizados, estamos incurriendo en un gasto que, en principio, no genera ningún beneficio para la empresa.

(<http://es.slideshare.net/rasielalain/determinaciondecostosdelmantenimiento-yreparacion>).

- **Costos De Fallo:** El coste de fallo se refiere al coste o pérdida de beneficio que la empresa soporta por causas relacionadas directamente con el mantenimiento. Normalmente, este concepto no suele tenerse en cuenta cuando se habla de los gastos de mantenimiento, pero su volumen puede ser incluso superior a los gastos tradicionales, costos fijos, costos variables y financieros. Este concepto es aplicable tanto a empresas productivas como a empresas de servicios (<http://www.monografias.com/trabajos94/costos-mantenimiento-y-parada-planta/costos-mantenimiento-y-parada-planta.shtml>).

## **Hipótesis**

**H0:** Las cargas de trabajo del personal de mantenimiento preventivo NO inciden en la eficiencia del indicador clave de desempeño del Mantenimiento preventivo (KPI-2).

**H1:** Las cargas de trabajo del personal de mantenimiento preventivo SI inciden en la eficiencia del indicador clave de desempeño del Mantenimiento preventivo (KPI-2).

## **Señalamiento de las Variables**

### **Variable Independiente**

Las Cargas de Trabajo del Personal de Mantenimiento Preventivo.

### **Variable Dependiente**

Eficiencia del Indicador Clave de Desempeño del Mantenimiento Preventivo (KPI-2).

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **Enfoque de la Modalidad**

Los métodos de estudio están, basados en los Métodos Cualicuantitativos, ya que con estos se pueden, tener métodos de investigación, el cualitativo es un método inductivo, a diferencia del método cuantitativo que se describe como método deductivo de las variables que se suscitan en el planteamiento del problema.

El análisis cuantitativo es aquel en el que se recolectan los datos acerca de las variables, dependiente e independiente, a diferencia de la cualitativa, en donde se realizan registros narrativos que son estudiados mediante técnicas como la observación in situ.

#### **Modalidad y tipo de la investigación**

##### **De campo**

Para esta Investigación se tendrá un desarrollo textual, por esta razón se buscará la información necesaria de las diferentes variables, así como de la propuesta que debe captar todo lo necesario para la realización del proceso de Mantenimiento Preventivo y el análisis de eficiencia del indicador clave de desempeño KPI-2 y la carga de trabajo del personal, enfocado en el área de suelda.

La modalidad de investigación se realiza con la interacción entre el investigador y el personal encargado del área de Mantenimiento Preventivo, para

obtener el número exacto de eficiencia, desempeño, en el campo de productividad como se refleja en el coeficiente KPI-2.

Para realizar el estudio de campo, la mejor forma obtener los datos, y la revisión de los procesos in situ, se toma los datos y tiempos de todos los trabajadores, para la elaboración del presente proyecto.

### **Niveles o Tipo de Investigación**

El presente informe tiene la toma de datos directo por el número de mantenimientos preventivos realizados según el programa, por el investigador, como es la indagación del personal técnico que labora en el área de suelda y lograr completar con los resultados obtenidos procedentes de la investigación realizada en campo.

#### **Exploratoria**

Se recolecta el número de mantenimientos realizados y el tiempo empleado para su ejecución, esto se lo realiza en el área de suelda y se llevará anotaciones de acuerdo a las pruebas de ejecución en un check list.

### **Población y Muestra**

**Población:** 40 Equipos y su Planes de Trabajo.

**Muestra:** No es necesario realizar el cálculo manual de la muestra ya que se utilizó el programa MAXIMO de la empresa O.B.B. que nos facilita los datos de manera estadística, se utilizó todos los datos obtenidos del cumplimiento de los producción de mantenimientos preventivos, y además luego con el método que es implementando como mejora del proceso, para observar los nuevos resultados a tabular.

### Operacionalización de variables

**Tabla N° 1:** Variable Independiente. Las Cargas de Trabajo del Personal de Mantenimiento Preventivo

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores de productividad	Puntos básicos	Formas de medición
Las cargas de trabajo del personal de mantenimiento preventivo son determinadas por el tiempo de cada plan de mantenimiento y por el recurso del que se dispone para realizarlo.	Tiempos del Mantenimiento  Recursos Empleados	Desempeño Eficiencia  Herramientas y Equipos	¿Analizar los tiempos, para determinar el tiempo estándar para el proceso de Mantenimiento?  ¿Conoce el uso de Equipos y herramientas usadas en el mantenimiento Preventivo?	Toma de datos y verificación visual  Realizar un check list para anotaciones y verificaciones el cumplimiento de lo Programado

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.

**Tabla N° 2:** Variable Dependiente: Eficiencia del Indicador Clave de Desempeño del Mantenimiento Preventivo (KPI-2).

<b>Conceptualización</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores de productividad</b>	<b>Puntos básicos</b>	<b>Formas de medición</b>
La eficiencia del indicador KPI-2 del mantenimiento preventivo se determina por el porcentaje de PM cumplidos según lo planificado y por la productividad que genera al ser bien ejecutado.	Porcentaje de PM cumplidos  Productividad	# de PM programados vs # de PM ejecutados  # de Paras en Línea vs Tiempo de Trabajo diario	¿Se cumplió con el objetivo de PM del KPI-2 programado del mes?  ¿Hubo paras de producción por responsabilidad de mantenimiento?	Revisión del desempeño del KPI-2 en MAXIMO  Revisión registro de base de paras diarias.

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador

**Tabla N° 3:** Directrices Plan de Recolección de Información

<b>Preguntas Básicas</b>	<b>Explicación</b>
¿Para qué?	Para alcanzar los objetivos del Estudio
¿De qué personas u objetos?	Nómina del personal de Mantenimiento suelda (Empresa OBB)
¿Sobre qué aspectos?	Indicador KPI-2 de mantenimiento preventivo
¿Quiénes?	El Investigador
¿Cuándo?	Junio 2016
¿Dónde?	Empresa OBB
¿De qué técnicas?	Sistema MÁXIMO
¿Con qué?	Datos del Software MÁXIMO
¿En qué situación?	Lugar de trabajo (OBB)

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.

Mediante las directrices planificadas en la tabla 5, se pretende recabar información primaria que soporte la investigación por lo que a continuación se verifica un plan de recolección de información.

### **Plan de Recolección de la Información**

Las mediciones de las paras de producción se las realiza mediante un sistema de registro de hora a hora en una base de datos en Excel donde consta el # de activo y el responsable de las paras de producción ocurrida.

Para la recolección de datos del porcentaje de cumplimiento de mantenimiento preventivo se tomará datos del software MAXIMO, donde consta todos los recursos utilizados como son: horas hombre, repuestos y herramientas utilizadas para la ejecución de PM.

Toda la información recolectada se la analiza mediante el programa MÁXIMO y Excel que conlleva a resultados óptimos, cualitativos-cuantitativos donde se obtienen las gráficas de desempeño de todos los datos y se realiza comparación con los objetivos definidos para esta investigación.

### **Aplicación de instrumentos de recolección de la información**

- Ingresar al sistema MÁXIMO.
- Colocar fechas del periodo del que se necesitan los datos.
- Crear reporte de datos.
- Tomar gráficas del reporte y pasarlas a Excel.
- Analizar gráficas del reporte para informe.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

Con la información que se logró recopilar mediante el análisis de las variables que intervienen en el proceso de Mantenimiento Preventivo del área de Suelda de la empresa O.B.B., y con los datos obtenidos por parte de los sistemas de la empresa en el cumplimiento de los indicadores diarios del mantenimiento relacionados con la producción.

Se elabora la Tabla N° 4 de la producción mensual de versus paras de Mantenimiento en la Línea de Remate Área de Suelda,

En esta tabla se pueden apreciar cuatro columnas que son los días del mes trabajados, el número de horas trabajadas al día, unidades producidas por día y las paras generadas por fallas de mantenimiento.

Todos los datos están relacionados entre sí, es decir cada uno afecta al otro de manera directa o indirectamente,

Por esto es muy importante levantar la mayor cantidad de datos posibles para entender cuál es la afectación de cada variable sobre el desempeño de la productividad de la empresa.

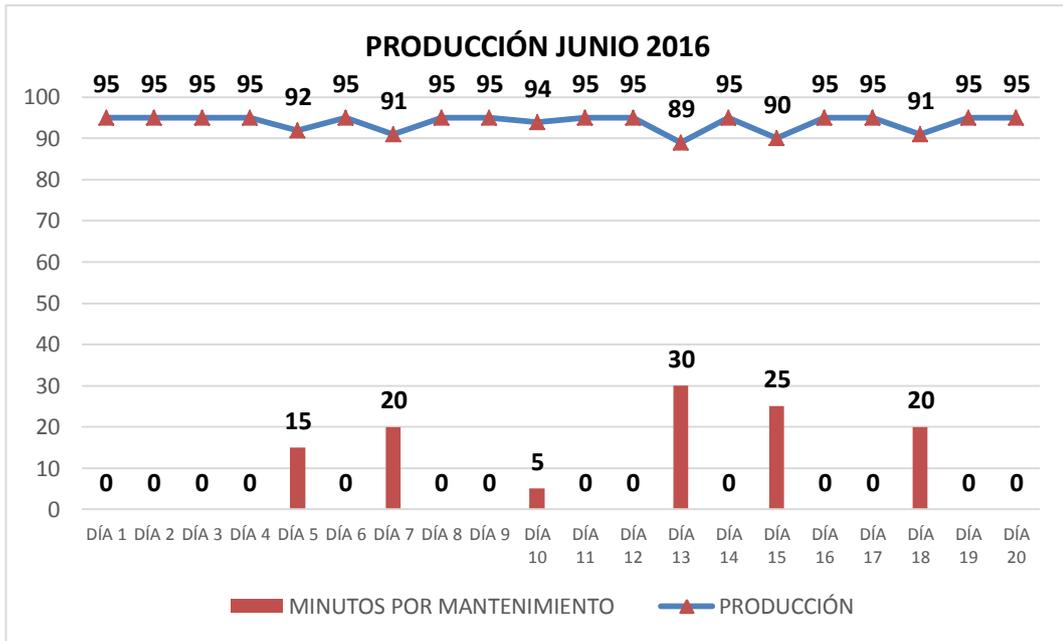
La recolección de datos es una de las fases más importantes ya que con esta información se procede al análisis e interpretación para poder tomar la decisión más adecuada para lograr una mejorar en cualquier proceso.

**Tabla N° 4. Producción Mantenimiento Línea de Remate Área de Suelda.**

<b>PRODUCCIÓN MENSUAL JUNIO 2016</b>			
<b>DÍAS DEL MES</b>	<b>HORAS DE TRABAJO</b>	<b>PRODUCCIÓN</b>	<b>MINUTOS POR MANTENIMIENTO</b>
DÍA 1	8 horas laborables	95	0
DÍA 2	8 horas laborables	95	0
DÍA 3	8 horas laborables	95	0
DÍA 4	8 horas laborables	95	0
DÍA 5	8 horas laborables	92	15
DÍA 6	8 horas laborables	95	0
DÍA 7	8 horas laborables	91	20
DÍA 8	8 horas laborables	95	0
DÍA 9	8 horas laborables	95	0
DÍA 10	8 horas laborables	94	5
DÍA 11	8 horas laborables	95	0
DÍA 12	8 horas laborables	95	0
DÍA 13	8 horas laborables	89	30
DÍA 14	8 horas laborables	95	0
DÍA 15	8 horas laborables	90	25
DÍA 16	8 horas laborables	95	0
DÍA 17	8 horas laborables	95	0
DÍA 18	8 horas laborables	91	20
DÍA 19	8 horas laborables	95	0
DÍA 20	8 horas laborables	95	0
<b>Total</b>	<b>160 horas al mes</b>	<b>1877</b>	<b>115</b>

**Fuente:** Base de datos O.B.B.

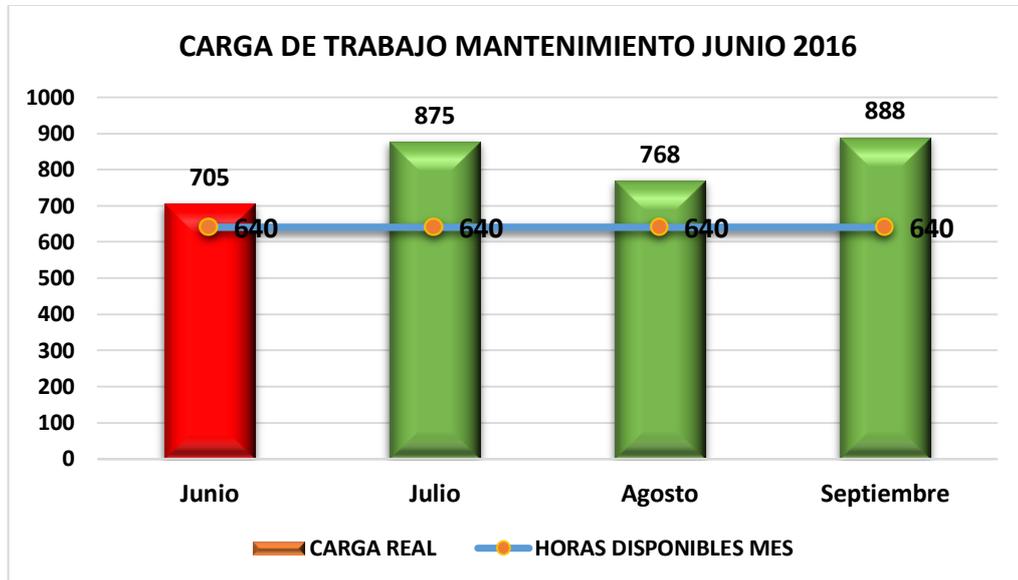
**Elaborado por:** El Investigador.



**Figura N°15:** Producción Mensual Carrocerías.

**Fuente:** O.B.B.

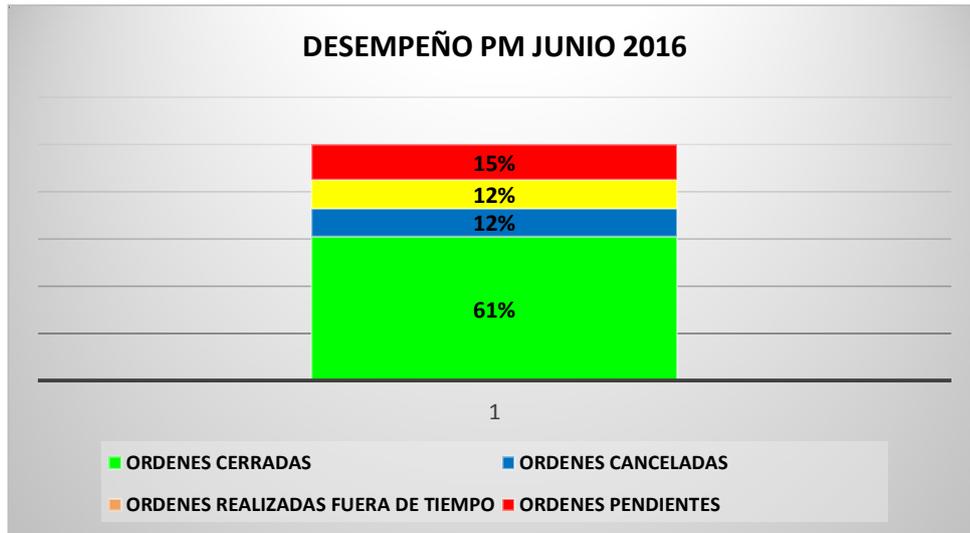
**Elaborado por:** El Investigador.



**Figura N° 16:** Carga de Trabajo Junio Mantenimiento.

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.



**Figura N° 17:** Desempeño Mantenimiento Preventivo Junio.

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.

### **Interpretación de Resultados.**

Los resultados de la tabla N° 4, proyectan resultados que trascienden como son: en la fila del día 13 la producción más baja del mes de 89 carrocerías y en la fila de los días 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 16, 17, 19 y 20 de 95 carrocerías producidas siendo 95 el objetivo diario de producción proyectado y en la cuarta columna nos indica los datos de minutos de para y se ve que cuando no existen paras por daño de equipos de soldadura se cumple la producción.

También se evidencia en la figura N° 15 la relación directa entre los minutos de para por daños de equipo por mantenimiento y el resultado de la producción diaria en donde los días 5, 7, 10, 13,15 y 18 en donde existieron minutos de para reportados por mantenimiento se afecta la producción.

En la figura N° 16 se relaciona la carga de trabajo mensual planificada, versus la carga de trabajo real del equipo del área mantenimiento en el mes de junio que es de 705 horas, quedando en evidencia que la carga de trabajo del mantenimiento

preventivo supera la disponibilidad de 640 horas mensuales, en este caso con 65 horas de sobrecarga.

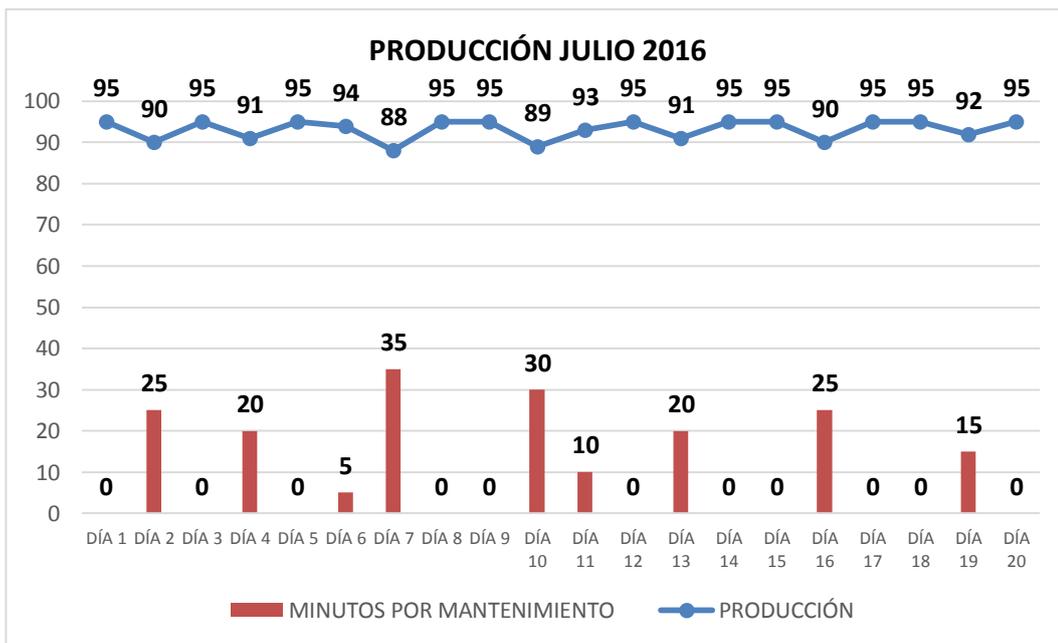
Y la figura N° 17 muestra los resultados porcentuales del desempeño del KPI-2 del cumplimiento de las órdenes de trabajo del Mantenimiento Preventivo programadas para los equipos de soldadura de la línea de remate del área de Suelda, para el mes de junio, en color verde se aprecia el resultado de la órdenes de trabajo de mantenimiento preventivo cumplidas dentro de tiempo y cumplió el 62% de todo lo planificado, en color azul se muestra el resultado de 12% de órdenes de trabajo canceladas, de color amarillo con el 12% de órdenes de trabajo cumplidas fuera de tiempo y de color rojo con el 15% que indica las órdenes de trabajo pendientes o no realizadas.

**Tabla N° 5: Producción Mantenimiento Línea de Remate Área de Suelda.**

<b>PRODUCCIÓN MENSUAL JULIO 2016</b>			
<b>DÍAS DEL MES</b>	<b>HORAS DE TRABAJO</b>	<b>PRODUCCIÓN</b>	<b>MINUTOS POR MANTENIMIENTO</b>
DÍA 1	8 horas laborables	95	0
DÍA 2	8 horas laborables	90	25
DÍA 3	8 horas laborables	95	0
DÍA 4	8 horas laborables	91	20
DÍA 5	8 horas laborables	95	0
DÍA 6	8 horas laborables	94	5
DÍA 7	8 horas laborables	88	35
DÍA 8	8 horas laborables	95	0
DÍA 9	8 horas laborables	95	0
DÍA 10	8 horas laborables	89	30
DÍA 11	8 horas laborables	93	10
DÍA 12	8 horas laborables	95	0
DÍA 13	8 horas laborables	91	20
DÍA 14	8 horas laborables	95	0
DÍA 15	8 horas laborables	95	0
DÍA 16	8 horas laborables	90	25
DÍA 17	8 horas laborables	95	0
DÍA 18	8 horas laborables	95	0
DÍA 19	8 horas laborables	92	15
DÍA 20	8 horas laborables	95	0
<b>Total</b>	<b>160 horas al mes</b>	<b>1863</b>	<b>185</b>

**Fuente:** Base de datos O.B.B.

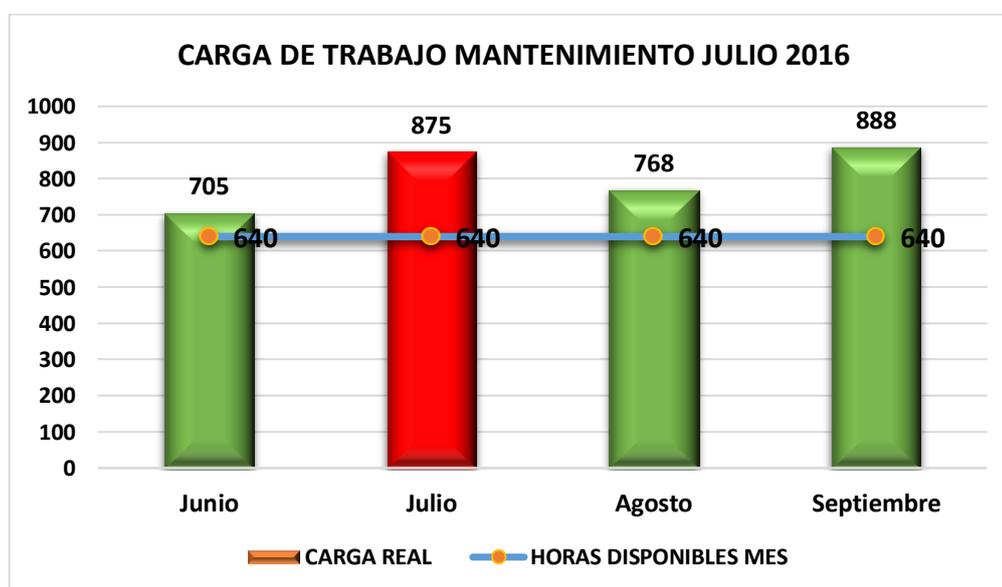
**Elaborado por:** El Investigador.



**Figura N° 18:** Producción Mensual Carrocerías.

**Fuente:** O.B.B.

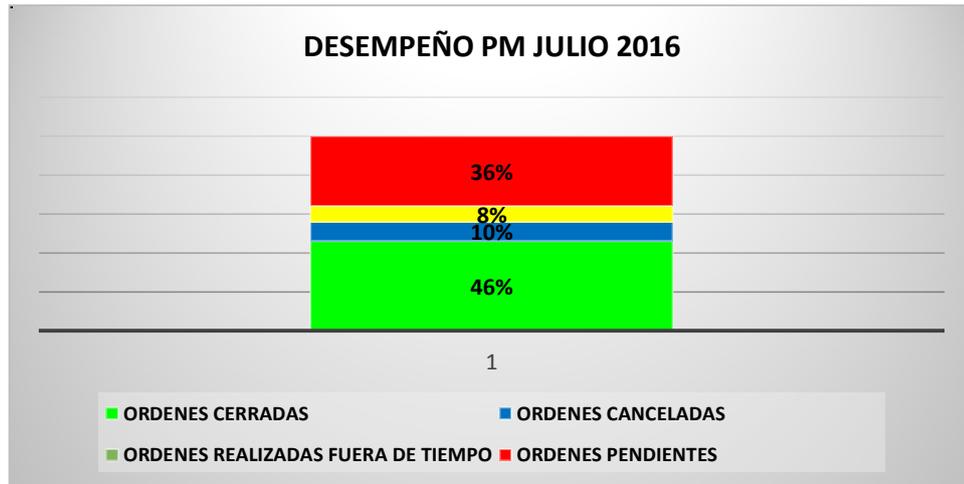
**Elaborado por:** El Investigador.



**Figura N° 19:** Carga de Trabajo Julio Mantenimiento.

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.



**Figura N° 20:** Desempeño Mantenimiento Preventivo Julio.

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.

### Interpretación de Resultados

Los resultados de la tabla N° 5, proyecta distintos resultados que muestran en la fila del día 11 el resultado de 88 carrocería producidas como producción más baja del mes y en las filas de los días 6, 12 y 16 una producción de 95 carrocerías siendo el objetivo diario proyectado de producción 95 unidades, se nota claramente que cuando no existen paras por daño de equipos de soldadura no se afecta la producción, este es un mes donde aumentaron los minutos de para por daño de equipos y donde existieron más días en los que no se cumple el objetivo de producción.

También se evidencia en la figura N° 18 la relación directa entre los minutos de para por daños de equipo por mantenimiento en los días 2, 4, 6, 7, 10, 11, 13, 16 y 19 se registraron paras de producción afectando al resultado de la producción diaria que se muestra en la línea superior, en este caso un aumento considerable de paras por fallas de mantenimiento.

En la figura N° 19 se relaciona la carga de trabajo mensual planificada, versus la carga de trabajo real del equipo del área mantenimiento, quedando en evidencia que la carga de trabajo del mantenimiento preventivo del mes de julio es de 875

horas y esto supera la disponibilidad de 640 horas mensuales, en este caso con 235 horas de sobrecarga.

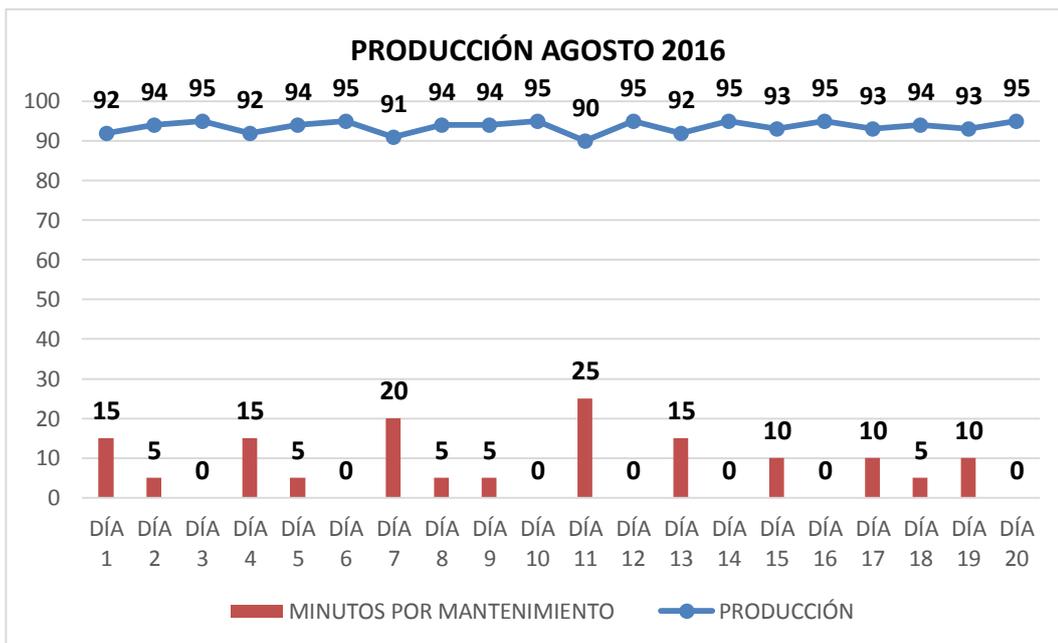
Y la figura N° 20 presenta los resultados porcentuales del desempeño del KPI-2 del cumplimiento de las órdenes de trabajo del Mantenimiento Preventivo programadas para los equipos de soldadura de la línea de remate del área de Suelda, para el mes de julio, siendo el color verde las órdenes cerradas donde solo se cumplió el 46% de todo lo planificado, el color azul indica órdenes canceladas con un 10%, de color amarillo las órdenes cerradas fuera de tiempo con un 8% y con un 36% las órdenes pendientes, esto tiene una incidencia en los resultados de producción mensual, este desempeño hace referencia al aumento de la carga de trabajo en el mes de julio y por ende aumentaron las paras de producción.

**Tabla N° 6: Producción Mantenimiento Línea de Remate Área de Suelda.**

<b>PRODUCCIÓN MENSUAL AGOSTO 2016</b>			
<b>DÍAS DEL MES</b>	<b>HORAS DE TRABAJO</b>	<b>PRODUCCIÓN</b>	<b>MINUTOS POR MANTENIMIENTO</b>
DÍA 1	8 horas laborables	92	15
DÍA 2	8 horas laborables	94	5
DÍA 3	8 horas laborables	95	0
DÍA 4	8 horas laborables	92	15
DÍA 5	8 horas laborables	94	5
DÍA 6	8 horas laborables	95	0
DÍA 7	8 horas laborables	91	20
DÍA 8	8 horas laborables	94	5
DÍA 9	8 horas laborables	94	5
DÍA 10	8 horas laborables	95	0
DÍA 11	8 horas laborables	90	25
DÍA 12	8 horas laborables	95	0
DÍA 13	8 horas laborables	92	15
DÍA 14	8 horas laborables	95	0
DÍA 15	8 horas laborables	93	10
DÍA 16	8 horas laborables	95	0
DÍA 17	8 horas laborables	93	10
DÍA 18	8 horas laborables	94	5
DÍA 19	8 horas laborables	93	10
DÍA 20	8 horas laborables	95	0
<b>Total</b>	<b>160 horas al mes</b>	<b>1871</b>	<b>145</b>

**Fuente:** Base de datos O.B.B.

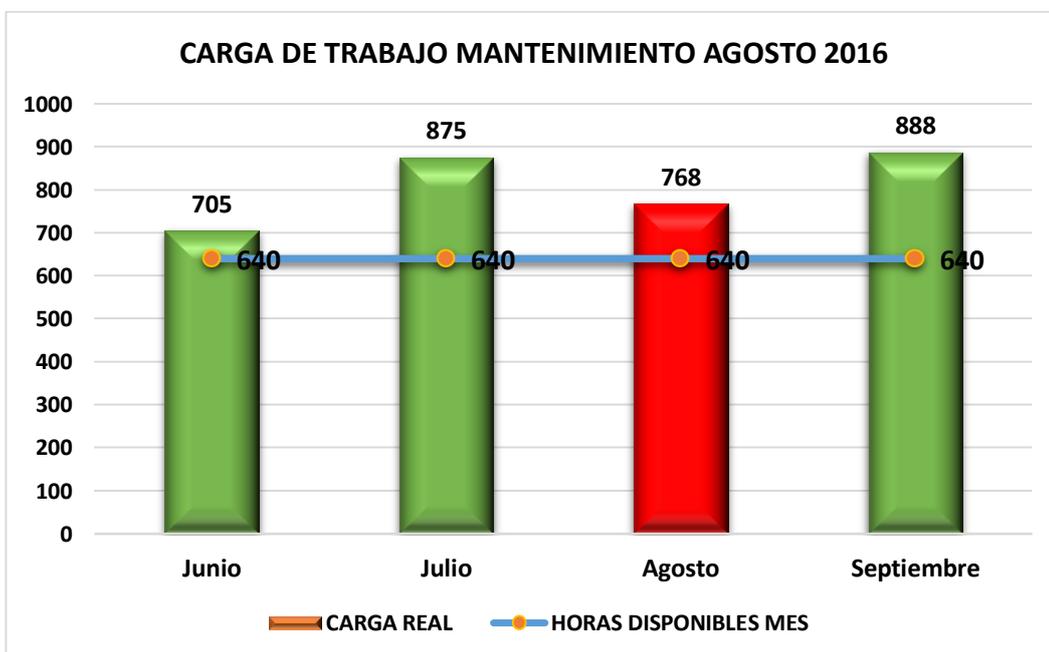
**Elaborado por:** El Investigador.



**Figura N° 21:** Desempeño Mantenimiento Preventivo Agosto.

**Fuente:** O.B.B.

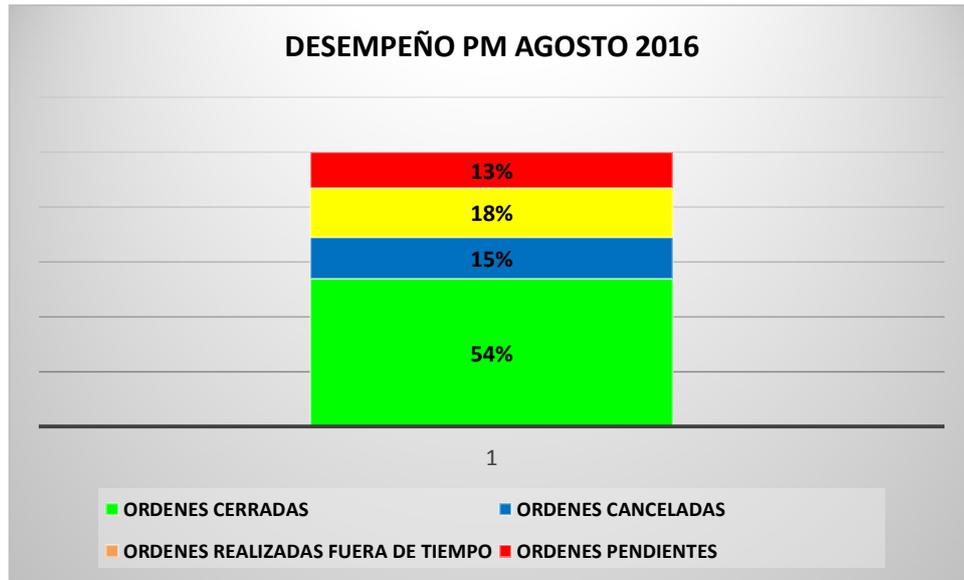
**Elaborado por:** El Investigador.



**Figura N° 22:** Carga de Trabajo Agosto Mantenimiento.

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.



**Figura N° 23:** Desempeño Mantenimiento Preventivo Agosto.  
**Fuente:** O.B.B.  
**Elaborado por:** El Investigador.

### Interpretación de Resultados

Los resultados de la tabla N° 6, proyecta distintos resultados que nos trascienden en la fila del día 11 con una producción de 90 carrocerías como la más baja del mes de agosto y en la fila de los días 3, 6, 10, 12, 14, 16 y 20 con 95 carrocerías producidas teniendo como el objetivo diario proyectado de producción 95 unidades, dejando en evidencia que cuando no existen paras por daño de equipos por mantenimiento la producción se cumple con normalidad, se nota una reducción en el impacto de paras con respecto al mes de julio.

También se evidencia en la figura N° 21 la relación directa entre los minutos de para por daños de equipo por mantenimiento y el resultado de la producción diaria, esto en los días 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 13, 15, 17, 18 y 19 donde se ve el impacto de paras en la producción indicada en la parte superior de la figura, existió una disminución respecto al mes de julio.

En la figura N° 22 se relaciona la carga de trabajo mensual planificada versus la carga de trabajo ejecutada por el equipo del mantenimiento, quedando en evidencia que la carga de trabajo del mantenimiento preventivo supera la

disponibilidad del objetivo de 640 horas mensuales, en este caso con 128 horas por encima ya que para el mes de agosto fue de 768 horas.

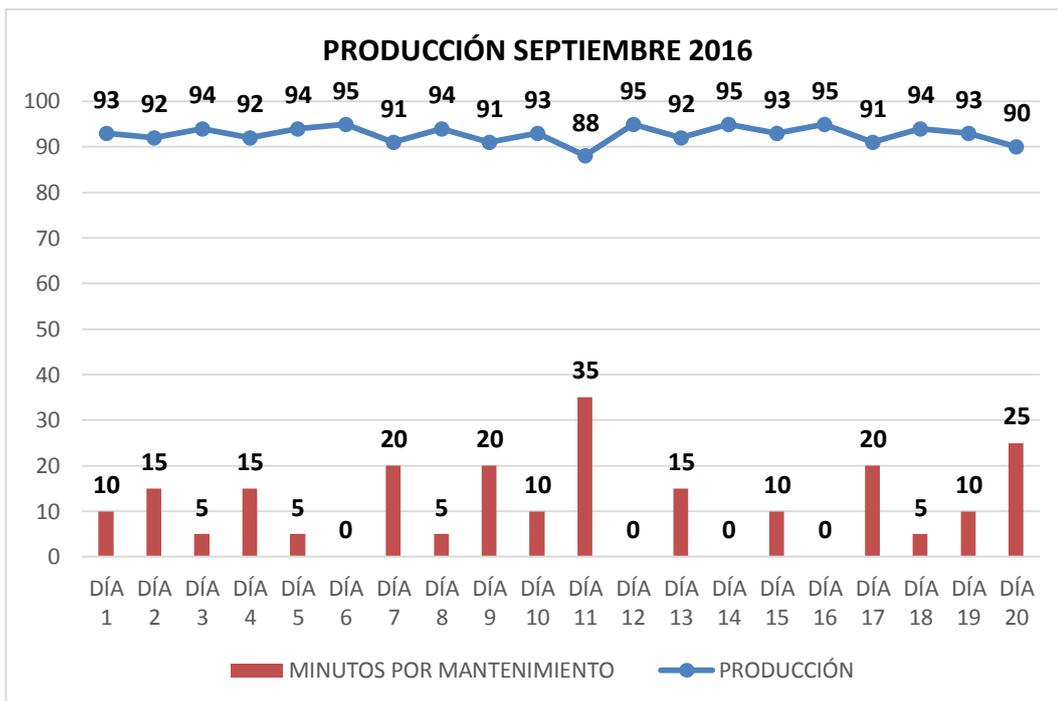
Y la figura N° 23 muestra los resultados porcentuales del desempeño del KPI-2 por cumplimiento de las órdenes de trabajo del Mantenimiento Preventivo programadas para los equipos del área de Suelda para el mes de agosto, donde se cumplió el 54% de órdenes cerradas, 15% de órdenes canceladas, 18% de órdenes realizadas fuera de tiempo y 13% de órdenes pendientes, esto tiene una incidencia en los resultados de producción mensual, tomando en cuenta el aumento de paras por daños de equipo con respecto al mes de junio y disminución con respecto al mes de julio.

**Tabla N° 7: Producción Mantenimiento Línea de Remate Área de Suelda.**

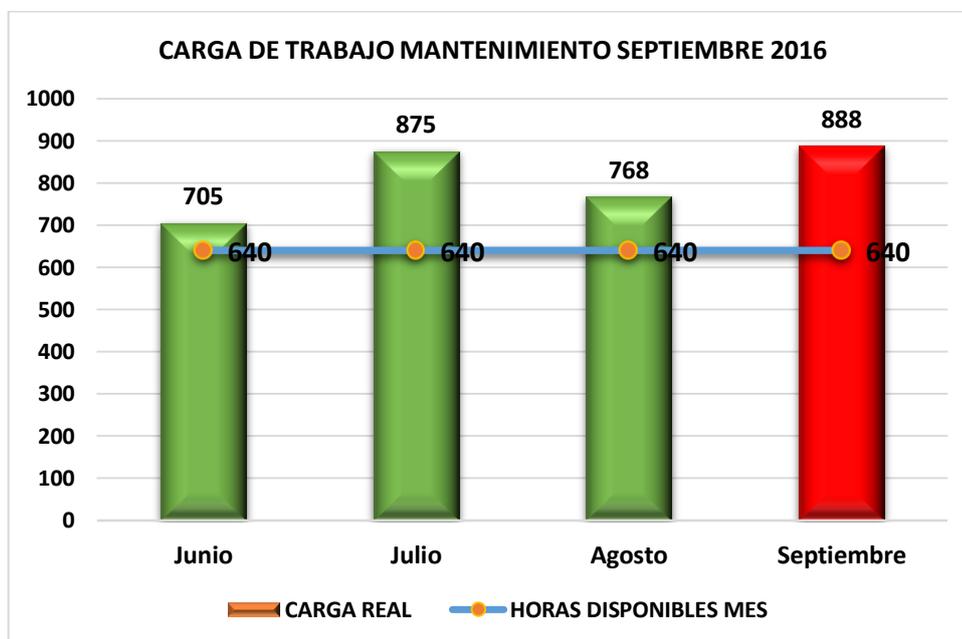
<b>PRODUCCIÓN MENSUAL SEPTIEMBRE 2016</b>			
<b>DÍAS DEL MES</b>	<b>HORAS DE TRABAJO</b>	<b>PRODUCCIÓN</b>	<b>MINUTOS POR MANTENIMIENTO</b>
DÍA 1	8 horas laborables	93	10
DÍA 2	8 horas laborables	92	15
DÍA 3	8 horas laborables	94	5
DÍA 4	8 horas laborables	92	15
DÍA 5	8 horas laborables	94	5
DÍA 6	8 horas laborables	95	0
DÍA 7	8 horas laborables	91	20
DÍA 8	8 horas laborables	94	5
DÍA 9	8 horas laborables	91	20
DÍA 10	8 horas laborables	93	10
DÍA 11	8 horas laborables	88	35
DÍA 12	8 horas laborables	95	0
DÍA 13	8 horas laborables	92	15
DÍA 14	8 horas laborables	95	0
DÍA 15	8 horas laborables	93	10
DÍA 16	8 horas laborables	95	0
DÍA 17	8 horas laborables	91	20
DÍA 18	8 horas laborables	94	5
DÍA 19	8 horas laborables	93	10
DÍA 20	8 horas laborables	90	25
<b>Total</b>	<b>160 horas al mes</b>	<b>1855</b>	<b>225</b>

**Fuente:** Base de datos O.B.B.

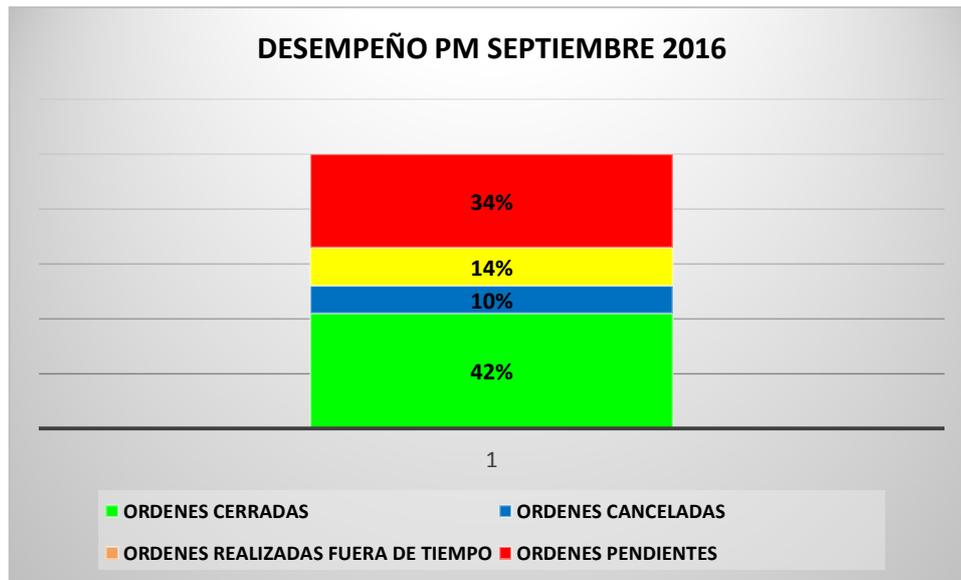
**Elaborado por:** El Investigador.



**Figura N° 24:** Desempeño Mantenimiento Preventivo Septiembre.  
**Fuente:** O.B.B.  
**Elaborado por:** El Investigador.



**Figura N° 25:** Carga de Trabajo Septiembre Mantenimiento.  
**Fuente:** O.B.B.  
**Elaborado por:** El Investigador.



**Figura N° 26:** Desempeño Mantenimiento Preventivo Septiembre.

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.

### Interpretación de Resultados

Los resultados de la tabla N° 7, proyecta distintos resultados que nos trascienden en la fila del día 11 como producción más baja con 88 carrocerías y los días 6, 12, 14 y 16 con 95 carrocerías producidas teniendo como objetivo diario de producción 95 unidades, se nota que cuando no existen paras por daño de equipos por mantenimiento se cumple con este objetivo, este mes de septiembre evidencia un mayor impacto de paras respecto a los demás meses.

También se evidencia en la figura N° 24 la relación directa entre los minutos de para ocasionado por daños de equipos por mantenimiento y el resultado de la producción diaria, los días 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 17, 18, 19 y 20 donde existieron reportados minutos de paras de producción afectando la producción de carrocería indicada en la parte superior de la figura, este fue el mes con mayor paras de línea con un total de 225 minutos y menos carrocerías producidas.

En la figura N° 25 se relaciona la carga de trabajo mensual planificada, versus la carga de trabajo real del equipo del área mantenimiento, quedando en evidencia

que la carga de trabajo del mantenimiento preventivo supera la disponibilidad del objetivo de 640 horas mensuales, en este caso con 248 horas por encima, siendo el mes con la carga de trabajo más alta con 888 horas al mes.

Y la figura N° 26 representa los resultados porcentuales del desempeño del KPI-2 por el cumplimiento de las órdenes de trabajo del Mantenimiento preventivo programadas para el mes de agosto en el área de Suelda, donde se cumplió el 42% de órdenes cerradas de todo lo planificado, 10% de órdenes fueron canceladas en color azul, en color amarillo un 14% de órdenes realizadas fuera de tiempo y un 34% de órdenes pendientes, esto tiene una incidencia en los resultados de producción de este mes ya que fue el mes con más órdenes de mantenimiento no ejecutadas y esto hizo que las paras aumenten con respecto a los meses tres anteriores.

**Tabla N° 8: Flexibilidad del Equipo de Mantenimiento.**

<b>TIEMPOS</b>	<b>Trabajador</b>	<b>EXPERIENCIA</b>	<b>Tiempo de trabajo</b>	<b>% de Flexibilidad</b>
<b>DATOS</b>	Trabajador 1	8	8	84%
	Trabajador 2	9	8	88%
	Trabajador 3	7	8	91%
	Trabajador 4	10	8	75%

**Fuente:** Base de datos O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.

En la tabla N° 8 se especifica la flexibilidad de los trabajadores del equipo de mantenimiento preventivo, donde se aprecia que el entrenamiento previo para desempeñarse en sus funciones tiene un porcentaje aceptable, además que su entrenamiento es multidisciplinario y sus destrezas son valoradas dentro de su desempeño individual y de equipo.

**Tabla N° 9: Matriz de Versatilidad del Equipo de Mantenimiento.**

FLEXIBILIDAD DEL EQUIPO DE MANTENIMIENTO										
Ítem	Nombre	SOLDADORAS DE ELECTROPUNTO	COMPRESORES	SECADORES	NEUMÁTICA	GENERADORES	TORRE DE ENFRIAMIENTO	SOLDADORAS MIG-MAG	PLC	% DE FLEXIBILIDAD
1	Trabajador 1 (Mecánico)									84%
2	Trabajador 2 (Mecánico)									88%
3	Trabajador 3 (Eléctrico)									91%
4	Trabajador 4 (Programador)									75%

**Fuente:** Base de datos O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.

En la tabla N° 9 matriz de versatilidad se evidencia el entrenamiento recibido por cada uno de los operadores en las especialidades de mecánica, electricidad y programación.

Adicionalmente se puede notar el equilibrio de conocimientos, habilidades y destrezas que tiene el equipo para realizar las tareas de mantenimiento preventivo del área.

**Tabla N° 10: Correlación del KPI-2 y la Carga de Trabajo.**

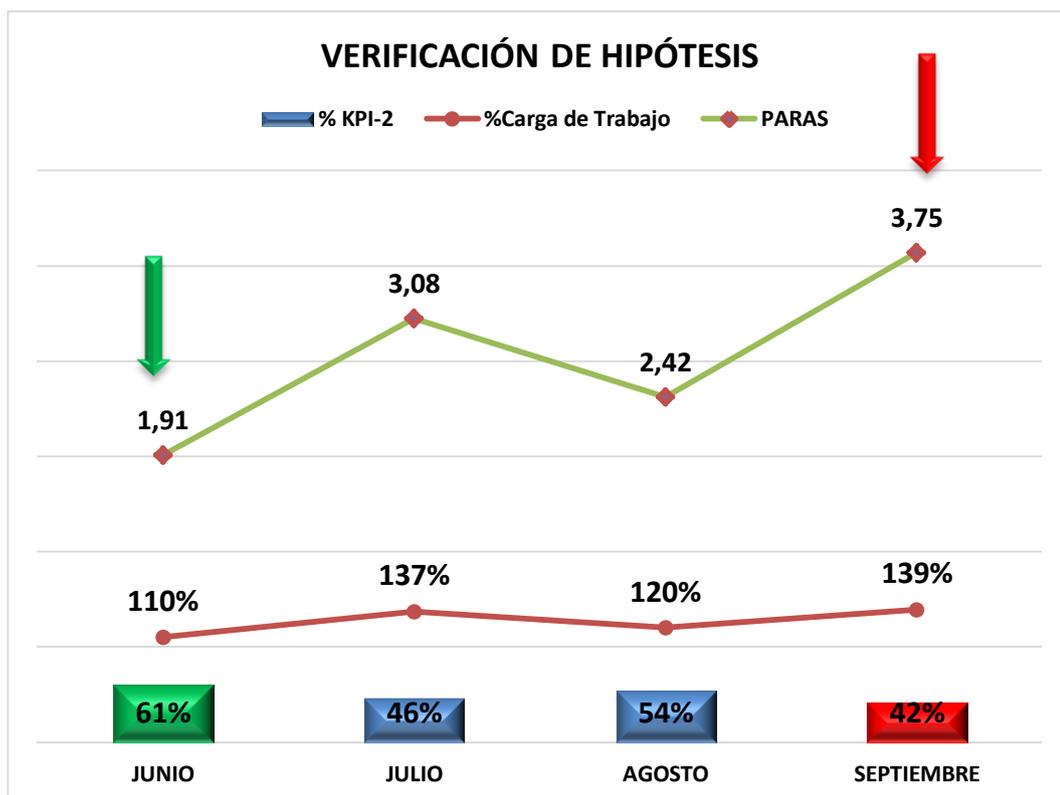
CORRELACIÓN						
# Semanas	X (%)	X2 x fl	Y (%)	Y2 x fl	X x Y	X2 x Y
1	63	126	110	12100	6930	436590
2	58	116	110	12100	6380	370040
3	60	120	110	12100	6600	396000
4	62	124	110	12100	6820	422840
5	42	84	137	18769	5754	241668
6	50	100	137	18769	6850	342500
7	45	90	137	18769	6165	277425
8	47	94	137	18769	6439	302633
9	58	116	120	14400	6960	403680
10	53	106	120	14400	6360	337080
11	55	110	120	14400	6600	363000
12	50	100	120	14400	6000	300000
13	45	90	139	19321	6255	281475
14	38	76	139	19321	5282	200716
15	41	82	139	19321	5699	233659
16	44	88	139	19321	6116	269104
<b>Σ</b>	811	1622	2024	258360	101210	5178410
MEDIA	51	101	127	16148	6326	323651
DISPERSION (X)	-2366	49				
DISPERSION (Y)	3911126344	63				
COVARIANCIA	-86					
<b>CORRELACION (r)</b>	<b>-0,8</b>					

**Fuente:** Base de datos O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.

### Verificación de la Hipótesis

Con el resultado del análisis para la verificación de la hipótesis en la tabla N° 10, indica que el porcentaje de incidencia de la carga de trabajo es del 80% sobre el resultado del desempeño del KPI-2 de mantenimiento preventivo.



**Figura N° 27:** Verificación de la Hipótesis.

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.

Recopilando la información en el área de mantenimiento y con los resultados de la figura N° 27 evidenciamos que el desempeño del coeficiente KPI-2 del mantenimiento preventivo se ve directamente afectado por la alta carga de trabajo del equipo.

En el mes de septiembre la carga de trabajo fue de 139% y el resultado del KPI-2 fue de solo el 42% esto generó daño de equipos y paras de producción no programadas de 3,75 horas en el mes dejando de producir una cantidad considerable de carrocerías terminadas sabiendo que la producción es de 12 unidades por hora.

## Planteamiento de la Hipótesis

**H0:** Las cargas de trabajo del personal de mantenimiento preventivo NO inciden en la eficiencia del indicador clave de desempeño del Mantenimiento preventivo (KPI-2).

**H1:** Las cargas de trabajo del personal de mantenimiento preventivo SI inciden en la eficiencia del indicador clave de desempeño del Mantenimiento preventivo (KPI-2).

### Selección del nivel de significación

Se utiliza el nivel  $\alpha = 0,05$  y la confiabilidad del 95%.

### Descripción de la Población

Se trabajó con los resultados correspondientes a los meses de Junio, Julio, agosto y septiembre del 2016 del departamento de Mantenimiento Preventivo, del Equipamiento del área de suelda O.B.B.

**Tabla N° 11:** Tabla de Contingencia

VARIABLES	Jun	Jul	Ago	Sep	Total
Carga de Trabajo	110	137	120	139	506
% KPI-2	61	46	54	42	203
Total	171	183	174	181	709

**Fuente:** Base de datos O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.

## Especificación del Estadístico

De acuerdo a la tabla de contingencia 2 x 4, se utiliza la fórmula:

$$X^2 : \sum \frac{(f-ft)^2}{ft}$$

**donde:**

f = Frecuencia.

ft = Frecuencia teórica.

$\sum$  = Sumatoria.

$X^2$  = Estadístico Chi-cuadrado.

## Especificación de las regiones de aceptación y rechazo

Para decidir sobre estas regiones primeramente se determinan los grados de libertad conociendo que el cuadro está formado por 2 filas y 4 columnas.

$$gl = (f-1).(c-1)$$

$$gl = (2-1).(4-1)$$

$$gl = 1 \times 3 = 3$$

Entonces con 3 gl y un nivel de  $\alpha = 0,05$  se tiene en la tabla de  $X^2$  el valor de 7,8147 por consiguiente se acepta la hipótesis nula para todo valor de Chi-cuadrado que se encuentre hasta el valor 7,8147 y se rechaza la hipótesis nula cuando los valores calculados son mayores a 7,8147.

Con esto demostramos la incidencia de una variable sobre la otra.

## Cálculo del estadístico Chi-Cuadrado

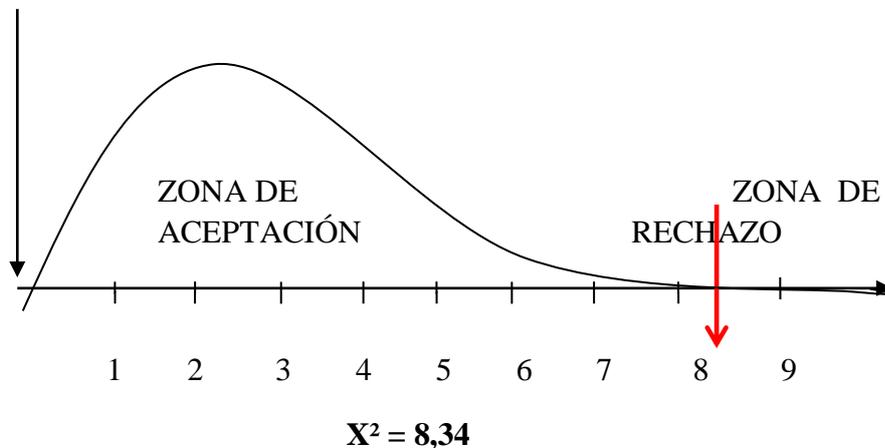
Tabla N° 12: Cálculo del Estadístico Chi-Cuadrado.

Frecuencia Teórica (ft)	(fxc)/n°	(f-ft)² / ft
ft 110	122,04	1,19
ft 61	48,96	2,96
ft 137	130,60	0,31
ft 46	52,40	0,78
ft 120	124,18	0,14
ft 54	49,82	0,35
ft 139	129,18	0,75
ft 42	51,82	1,86
<b>X<sup>2</sup> = Σ (f - ft)² / ft</b>		<b>8,34</b>

Fuente: Base de datos O.B.B.

Elaborado por: El Investigador.

### Representación Gráfica



### Decisión Final

Para 3 grados de libertad a un nivel de  $\alpha = 0,05$  se obtiene en la tabla 7,8147 y como valor de Chi-cuadrado calculado es de 8,34 se encuentra fuera de la región de aceptación, entonces se rechaza la hipótesis nula por lo que se acepta la hipótesis alternativa que dice: “Las cargas de trabajo del personal de mantenimiento preventivo **SI** inciden en la eficiencia del indicador clave de desempeño del Mantenimiento preventivo (KPI-2)”.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **Conclusiones**

- Luego de analizar las cargas de trabajo del personal de mantenimiento preventivo se concluye que cuando existe carga de trabajo muy alta afecta negativamente a la eficiencia del indicador clave KPI-2.
- Después de ver los resultados del análisis de la eficiencia del indicador de desempeño y su impacto en la producción se concluye que el KPI debe tener un desempeño de mínimo el 98% de acuerdo al estándar de la empresa para que exista un resultado óptimo.
- Se debe plantear una propuesta con el enfoque en redistribuir las cargas de trabajo del equipo de mantenimiento y de esta forma mejorar el la eficiencia y el desempeño del indicador clave KPI-2.

### **Recomendaciones**

- Se recomienda revisar cada uno de los planes de trabajo definidos actualmente con el fin de encontrar una mejora de los tiempos y frecuencias de mantenimiento preventivo para lograr disminuir la carga de trabajo actual.
- Una vez mejorada la carga de trabajo se recomienda realizar una buena distribución de las mismas mes a mes, con el fin de que todos los mantenimientos preventivos sean cumplidos al 100% y que de esta forma no impacte al desempeño del KPI-2 logrando así mejorar su eficiencia.
- Por último se recomienda realizar la redistribución de las cargas de trabajo para el personal del equipo de mantenimiento, con el indicador clave KPI-2 del mantenimiento preventivo, y el desempeño eficiente en el equipamiento del área de suelda de la empresa O.B.B.

## **CAPÍTULO V**

### **PROPUESTA**

#### **Título de la propuesta**

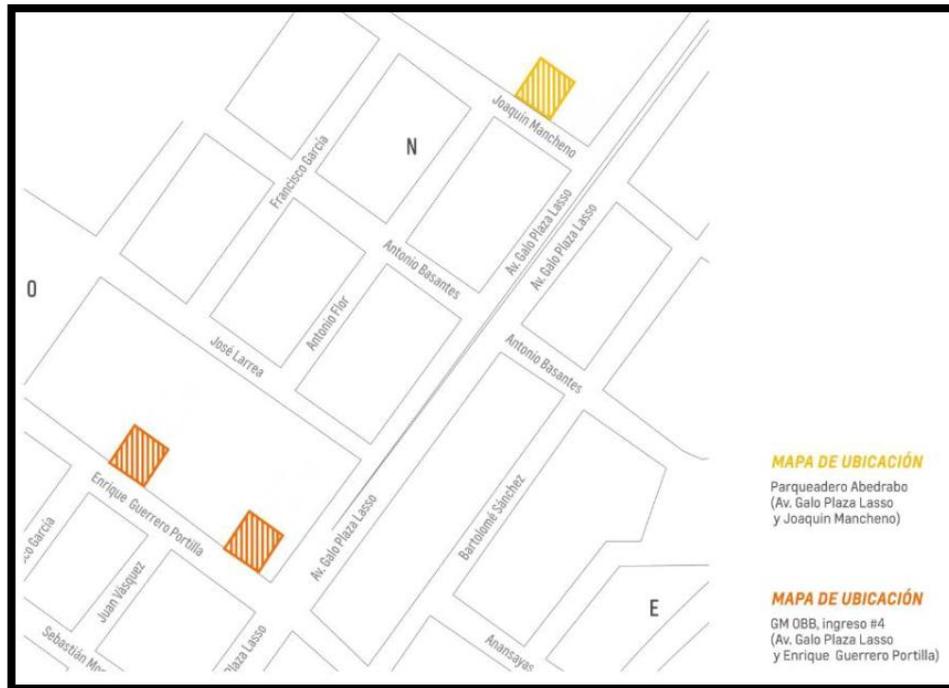
“REDISTRIBUCIÓN DE LAS CARGA DE TRABAJO PARA EL PERSONAL DEL EQUIPO DE MANTENIMIENTO, CON EL INDICADOR CLAVE KPI-2 DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO, Y EL DESEMPEÑO EFICIENTE EN EL EQUIPAMIENTO DEL ÁREA DE SUELDA DE LA EMPRESA O.B.B.”

#### **Datos Informativos**

**Institución Ejecutora:** Empresa O.B.B.

**Beneficiarios:** Los directivos y trabajadores que intervienen en este proceso productivo de Mantenimiento Preventivo del área de remate de suelda de la empresa OBB.

**Ubicación:** La redistribución de cargas de trabajo quedará implementado en el área remate de Empresa O.B.B. que se localiza en la Provincia de Pichincha, cantón Quito, del Distrito Metropolitano de Quito parroquia Carcelén en la Av. Galo Plaza Lasso #OE1-34 y Enrique Guerrero Portilla.



**Figura N° 28:** Ubicación de la Empresa O.B.B.

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** Página Web O.B.B.

**Tiempo estipulado para la ejecución:** Se estimará un tiempo determinado para el diseño de los nuevos procesos, aproximadamente de 16 semanas, empezando el día lunes 01 de Octubre del 2016.

**Equipo técnico responsable:** Líder de Grupo y Líder de Equipo de Mantenimiento de área de suelda carrocerías.

**Costo aproximado:** USD \$2.200,00

## Objetivos

### Objetivo general

Redistribuir las carga de trabajo para el personal del equipo de mantenimiento, con el indicador clave KPI-2 del Mantenimiento Preventivo, y el desempeño eficiente en el equipamiento del área de suelda de la empresa O.B.B.”.

## **Objetivos Específicos**

- Analizar las frecuencias actuales de mantenimiento preventivo que inciden en la carga de trabajo de los operadores.
- Redistribución de la carga de trabajo para optimizar tiempos y recursos y mejorar el desempeño y eficiencia del mantenimiento preventivo.
- Implementar, monitorear y evaluar los procesos con la nueva carga de trabajo y comparar los resultados del indicador clave KPI-2 anteriores, con los resultados actuales. Corrección de procesos si fuese necesario.

## **Justificación**

Conviene partir del análisis del entorno actual de la Gestión del Mantenimiento Preventivo y de la evaluación de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que están presentes al momento, y que generan la información necesaria para redireccionar el enfoque del Mantenimiento Preventivo.

Es necesario implementar una nueva carga de trabajo, optimizando los recursos y mejorando los tiempos de ejecución de los planes de trabajo del mantenimiento preventivo, con desempeños eficientes para no afectar la producción del área de suelda carrocerías.

Considerando los resultados obtenidos de la etapa de investigación y análisis de la situación por la que atraviesa el área de suelda de la empresa O.B.B., el autor de la presente investigación propone la realización de un rediseño de los planes de trabajo de mantenimiento preventivos actuales establecidos, a partir de la información cargada en el sistema “MÁXIMO” de gestión del Mantenimiento basado en la Norma ISO 9001 2008.

Esta redistribución debe ser práctico y simple, partiendo del hecho que quienes serán responsables de su ejecución, es el Liderazgo Mantenimiento. Una buena

planificación y la práctica de la mejora continua deben ser la base para que los procedimientos y actividades a cumplir se mantengan y se optimicen en el tiempo.

Luego conviene establecer un mapa con los macro procesos más importantes para luego enfocar los Procesos Operativos y desplegar cada uno de ellos con sus procedimientos y la definición de los cargos del personal que estará relacionado con éstos procesos.

Además es importante establecer un plan de capacitación interno para nivelar los conocimientos técnicos, especialmente del personal de Mantenimiento Preventivo teniendo como objetivo la reducción de errores que generan reprocesos y elevando el nivel de calidad de los trabajos que se ejecuten.

El resultado final de éste trabajo será una estructura organizativa ligera, simplificada y flexible, con una baja carga de costos indirectos, encaminada a ser altamente productiva, eficiente y rentable, garantizando así la producción de la planta al prevenir daños en los equipos y cumpliendo con el objetivo del KPI-2 de mantenimiento preventivo.

### **Selección de alternativa**

**Eficiencia del KPI-2:** Es un indicador de mantenimiento que se mide en base al desempeño por el cierre de las órdenes de trabajo planificadas, esto es, órdenes de trabajo cerradas, ordenes de trabajo canceladas, órdenes de trabajo cerradas fuera de tiempo y órdenes de trabajo pendientes. Esta mejora en el indicador KPI-2 solo se evidenciará si se ejecuta la propuesta expuesta anteriormente, todo este beneficio afectará de manera directa y positiva al resultado de la producción diaria del área de suelda carrocerías.

**Costos de mantenimiento:** Los costos de mantenimiento se relacionan directamente con mano de obra, repuestos y producción, al ejecutar la propuesta realizada el costo mejora ya que el exceso de la carga de trabajo en el equipo no se

resolverá con la contratación de un recurso técnico, sino se lo hará con la optimización de los procesos actuales, mejorando la producción con los mismos recursos.

## **Factibilidad**

La empresa O.B.B., ha respondido favorablemente a todo el proceso de investigación y captación de la información necesaria para determinar los resultados obtenidos y su análisis e interpretación tratados en el Capítulo III, y está dispuesta a brindar todo el soporte y facilitar los recursos necesarios para la implementación de las recomendaciones planteadas lo antes posible. Se ha determinado la factibilidad de la propuesta a partir de las siguientes expectativas: organizacional, financiera.

### **Análisis de la factibilidad organizacional.**

En cuanto a la estructura organizacional del equipo de mantenimiento es necesario una simplificación de su organigrama y la asignación balanceada de funciones para cada cargo de tal forma que se optimicen los recursos y las personas, aunque esto pueda implicar la reducción de algunos cargos que no aportan con un valor agregado justificable.

### **Análisis de la factibilidad económica.**

La propuesta realizada tiene un gran impacto en la parte económica financiera ya que la inversión que se necesita es baja en comparación al ahorro que se va a obtener en la mano de obra indirecta y en la productividad de la línea de remate en suelda.

Otra factibilidad económica es el tiempo de retorno de la inversión ya que prácticamente los resultados se evidenciarán a corto plazo en los indicadores.

## Metodología

### Cronograma de actividades

**Tabla N° 13:** Cronograma de actividades.

ACTIVIDADES	oct-16				nov-16				dic-16				ene-17			
	Semanas				Semanas				Semanas				Semanas			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Recolección y análisis de datos históricos de paras, carga de trabajo v desempeño del KPI-2															
2	Desarrollo parcial de la propuesta															
3	Valoración de los resultados parciales															
4	Presentación y aprobación de la propuesta															
5	Implementación de la propuesta															
6	Seguimiento de ejecución de la propuesta															
7	Comparación de resultados actuales con históricos															
8	Comparación de resultados finales															
9	Evaluación de impacto financiero															

**Fuente:** O.B.B.

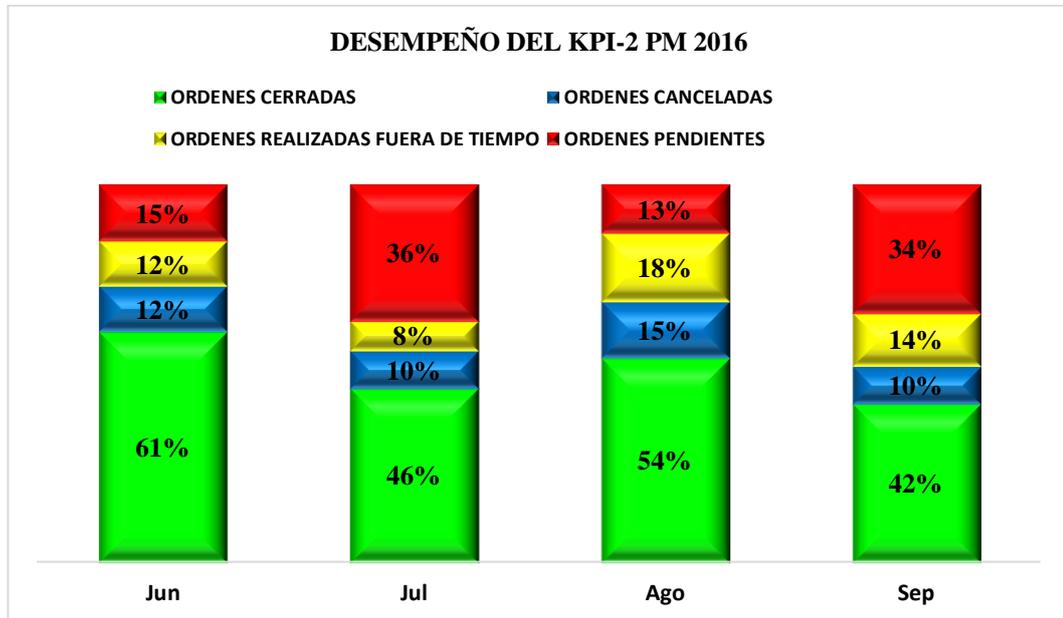
**Elaborado por:** El Investigador.

### Desarrollo de la Propuesta.

#### Recolección y análisis de datos históricos de paras, carga de trabajo y desempeño de KPI-2

Para la recolección de datos se acudió al sistema MAXIMO de donde se tomó información de cuatro meses críticos consecutivos para el análisis en conjunto con el equipo de mantenimiento y su jefatura del área de suelda.

Los datos tomados fueron Eficiencia del KPI-2 del mantenimiento preventivo, para de producción y carga de trabajo según la planificación mensual para cada miembro del equipo.



**Figura N° 29:** Datos de Desempeño del KPI-2.

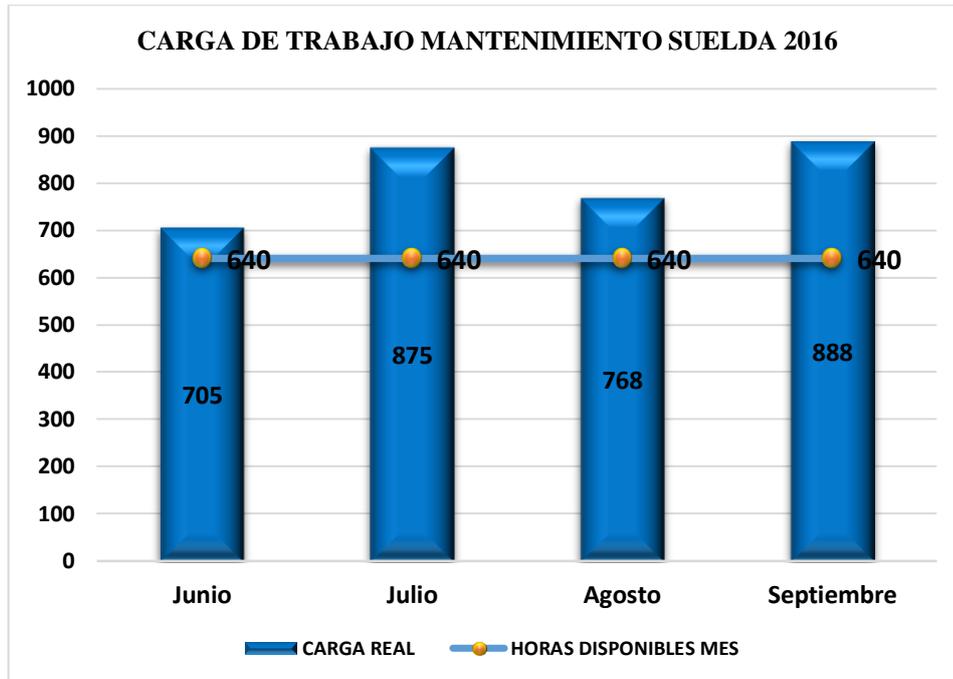
**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.

### **Análisis de datos de la eficiencia del desempeño del KPI-2**

En la figura N° 29 se grafican los datos de los cuatro últimos meses del desempeño del KPI-2 donde se puede evidenciar que la programación del mantenimiento preventivo no se ha cumplido según lo planificado ya que los porcentajes de desempeño de los meses son los siguientes: mes de junio: órdenes de trabajo cerradas 61%, órdenes de trabajo canceladas 12%, órdenes de trabajo realizadas fuera de tiempo 12% y órdenes pendientes 15%. Mes de julio: órdenes cerradas 46%, órdenes canceladas 10%, órdenes de trabajo realizadas fuera de tiempo 8% y órdenes pendientes 36%. Mes de agosto: órdenes cerradas 54%, órdenes canceladas 15%, órdenes realizadas fuera de tiempo 18% y órdenes pendientes 13%.

Mes de septiembre: órdenes cerradas 42%, órdenes canceladas 10%, órdenes realizadas fuera de tiempo 14% y órdenes pendientes 34%. Considerando que el objetivo es el 100% de cumplimiento del mantenimiento preventivo, los resultados están muy lejos de cumplirlo.



**Figura N° 30:** Datos de Carga de Trabajo Mantenimiento Suelda.

**Fuente:** O.B.B.

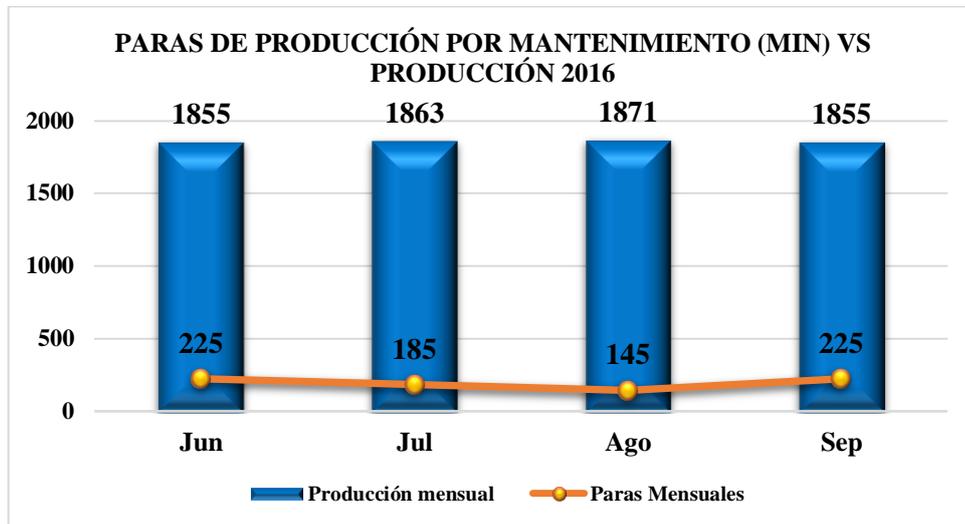
**Elaborado por:** El Investigador.

### **Análisis de Datos de la Carga de Trabajo Actual del Equipo de Mantenimiento**

En la figura N° 30 se observa que la carga de trabajo del equipo de mantenimiento está sobredimensionada con respecto a las horas de trabajo disponibles mensuales que son 640.

Esto indica de antemano que el cumplimiento de los planes de trabajo del mantenimiento preventivo no se va a realizar y no va a ser óptimo ya que los datos de exceso de carga de trabajo en horas son los siguientes: mes de junio 65 horas,

mes de julio 235 horas, mes de agosto 128 horas y en el mes de septiembre 248 horas de exceso de carga de trabajo.



**Figura N° 31:** Datos de Paras por Mantenimiento vs Producción.

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El investigador

### **Análisis de Datos de Paras por Mantenimiento versus Unidades Producidas**

En la figura N° 31 se puede evidenciar que las paras por mantenimiento generadas a la línea de producción por daño de equipos afectan directamente al desempeño del objetivo de unidades producidas mensualmente (1900 unidades) e indica los minutos generados en cada mes por este motivo: mes de junio 225 min, mes de julio 185 min, mes de agosto 145 min y en el mes de septiembre 225 min afectando a la pérdida de unidades producidas de la siguiente manera: mes de junio 1855 unid, mes de julio 1863, mes de agosto 1871 unid y en el mes septiembre 1855 unid, sumando una pérdida total en los cuatro meses de 156 unidades contra un objetivo 1900 unidades, viéndose afectados 2 meses en particular, junio y septiembre.

Después de haber analizado cada una de las variables expuestas en las figuras anteriores se llegó a la conclusión que se deben tomar medidas inmediatas correctivas en la definición y planificación del mantenimiento preventivo ya que

la sobrecarga de trabajo actual afecta directamente al desempeño del KPI-2 y esto está ocasionando pérdidas de producción que afectan a la productividad y por consiguiente no se cumplen las metas proyectadas para cada mes.

Para confirmar los datos expuestos en las figuras se realizó una intervención de campo donde se pudo evidenciar que efectivamente las tareas asignadas a cada técnico de mantenimiento no se realizaban en su totalidad dentro del tiempo disponible, pasando por alto muchos procesos importantes del preventivo que están fuera de control por parte de la persona encargada de esta tarea.

### **Desarrollo parcial de la propuesta**

Después de evidenciar el problema se realiza la intervención por parte de los líderes de mantenimiento en uno de los procedimientos para hacer una prueba real de la mejora a implementar en el resto del sistema, con esto se tiene la seguridad que al desarrollar la implementación total dará un buen resultado.

El ejercicio consiste en revisar y mejorar uno de los estandarizados más críticos del proceso de mantenimiento preventivo en los cuales se hacían actividades que no generaban un valor agregado a la operación sobre el equipo.

Nombre Planta: GM Ecuador		MAINTENANCE TASK SHEET (HOJA DE TAREAS DE MTT)			
Departamento/Área		Tiempo Disponible de Operación	Realizada por:	PAUL MAÑAY	
SUELDA / MANTENIMIENTO		190	Fecha:	20/07/2012	
Nombre de la Operación		Equipo	Página:	1 de 1	
Mantenimiento de Pistolas P2 BSMC0000000000005208		Sueldas de Punto			
<b>MTS Base de Conocimientos/Formación( Entrenamiento) - _____</b>					
<b>BASE DE CONOCIMIENTOS</b>			<b>CAPACITACION / ENTRENAMIENTO</b>		
Neumática			Seminario de Seguridad de Mantenimiento		
Hidráulica			Certificación de Trabajos Especiales		
Procesos de Soldadura			TPM Assessment Tool Elemento 32		
Electricidad Industrial			Máximo Nivel 1		
Control Electromecánico			GMS (Sistema Global de Manufactura)		
Electrónica Básica			GMAS (Safety Programs Squilled Trade Focus Program)		
Mantenimiento Industrial			Certificación Hoja de Versatilidad		
Control de Procesos			MAAC (Manufacturing Automation Automotive Control)		
Instrumentación			Cursos Especiales (CICE, SERCA)		
Máquinas Herramientas			MTS - TIS de Procedimientos Correctivos, Preventivos, Predictivos		
Seguridad Industrial					
Manejo de Microsoft Office (excel, word, power point)					
Inglés Básico					
<input checked="" type="checkbox"/>	#	Tarea	TIS	Otros	Tiempo de ciclo de la tarea (min) Frecuencia D= día, S= semana, M= mes, A= año, O= Otros Total de tiempo de ciclo (Dario)
	1	Colocar EPP	TISEPP		5,0 D 5,0
	2	Realizar Toma Dos	TISBE		5,0 D 5,0
	3	Bloquear y etiquetar equipo	TISBE		5,0 D 5,0
	4	Desarmar pistola, reemplazar partes con desgaste	TIS-MP2-1		20,0 D 20,0
	5	Limpiar contactos de la pistola	TIS-MP2-2		10,0 D 10,0
	6	Revisar/Cambiar pernos de sujecion anillos y arcos sueldas de punto	TIS-MP2-3		10,0 D 10,0
	7	Limpiar la mirilla	TIS-MP2-4		10,0 D 10,0
	8	Limpiar y baquetear la flauta	TIS-MP2-5		15,0 D 15,0
	9	Retrolavar circuito de refrigeracion	TIS-MP2-6		10,0 D 10,0
	10	Limpiar y sopletear los filtros	TIS-MP2-7		10,0 D 10,0
	11	<b>Limpiar scr del controlador</b>	TIS-MP2-8		20,0 D 20,0
	12	Revisar y reajustar las uniones de mangueras de acometidas	TIS-MP2-9		15,0 D 15,0
	13	Verificar funcionamiento Dense Pack CRS	TIS-MP2-10		10,0 D 10,0
	14	Revisar cables de electrovalvulas	TIS-MP2-11		10,0 D 10,0
	15	Limpiar externamente al equipo	TIS-MP2-12		10,0 D 10,0
	16	Probar al Equipo	TIS-MP2-13		5,0 D 5,0
	17	<b>Cerrar orden de trabajo en máximo</b>	<b>TIS-MAX01</b>		<b>5,0 D 5,0</b>
TIEMPO TOTAL					<b>175,0</b>
<b>Bloque de firmas</b>			<b>Historial de cambios en el trabajo</b>		
Turno	Lider de Equipo	Lider de Grupo	Fecha	Nombre	Cambio
1	Firma		06/03/2012	J. Guallich	MTS-Creada
	Fecha		13/10/2015	P. Mañay	Eliminación de ítem 11 sopleteo de

**Figura N° 32:** Hoja de Tareas de Mantenimiento Anterior.

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.

Nombre Planta: GM Ecuador		MAINTENANCE TASK SHEET (HOJA DE TAREAS DE MTO)					
Departamento/Área		Tiempo Disponible de Operación	Realizada por:	PAUL MAÑAY			
SUELDA / MANTENIMIENTO		125	Fecha:	20/06/2016			
Nombre de la Operación		Equipo	Página:	1 de 1			
Mantenimiento de Pistolas P2 BSMC00000000000005208		Sueldas de Punto					
<b>MTS Base de Conocimientos/Formación( Entrenamiento) -</b>							
<b>BASE DE CONOCIMIENTOS</b>			<b>CAPACITACION / ENTRENAMIENTO</b>				
Neumática			Seminario de Seguridad de Mantenimiento				
Hidráulica			Certificación de Trabajos Especiales				
Procesos de Soldadura			TPM Assessment Tool Elemento 29				
Electricidad Industrial			Máximo Nivel 1				
Control Electromecánico			GMS (Sistema Global de Manufactura)				
Electrónica Básica			GMAS (Safety Programas Squilled Trade Focus Program)				
Mantenimiento Industrial			Certificación Hoja de Versatilidad				
Control de Procesos			MAAC (Manufacturing Automation Automotive Control)				
Instrumentación			Cursos Especiales (CICE. SERCA-RIESGO COSTRUCCIÓN)				
Máquinas Herramientas			MTS - TIS de Procedimientos Correctivos, Preventivos				
Seguridad Industrial							
Manejo de Microsoft Office (excel, word, power point)							
Inglés Básico							
<input checked="" type="checkbox"/>	#	Tarea	TIS	Otros	Tiempo de ciclo de la tarea (min)	Frecuencia D= día, S= semana, M= mes, A= año.	Total de tiempo de ciclo(Daño)
	1	Colocar EPP	TISEPP		3,0	D	3,0
	2	Realizar Toma Dos	TISBE		2,0	D	2,0
	3	Bloquear y etiquetar equipo	TISBE		5,0	D	5,0
	4	Verificar y/o reemplazar partes con desgaste o fisuras del vástago del cilindro.	TIS-MP2-1		30,0	D	30,0
	5	Revisar / Cambiar pernos de sujeción anillos y arcos sueldas de punto	TIS-MP2-2		10,0	D	10,0
	6	Limpiar minilla y filtro Yee	TIS-MP2-3		10,0	D	10,0
	7	Retrolavar circuito de refrigeración	TIS-MP2-4		20,0	D	20,0
	8	Revisar FRL, Limpiar, sopletear y cambiar cartuchos	TIS-MP2-5		5,0	D	5,0
	9	Revisar sesteo de rangos de operación de caudal de agua Max-Min	TIS-MP2-6		5,0	D	5,0
	10	Revisar el estado de acometida colgante con la estructura	TIS-MP2-7		10,0	D	10,0
	11	Verificar funcionamiento Dense Pack	TIS-MP2-8		10,0	D	10,0
	12	Limpiar externamente el equipo	TIS-MP2-9		5,0	D	5,0
	13	Probar el equipo y limpieza del lugar de trabajo	TIS-MP2-10		5,0	D	5,0
	14	Reportar, Completar OT en Maximos/Generar OT de seguimiento	(TIS-MAX01)		5,0	D	5,0
TIEMPO TOTAL							125,0
<b>Bloque de firmas</b>				<b>Historial de cambios en el trabajo</b>			
Turno		Líder de Equipo	Superintendente	Fecha	Nombre	Cambio	
1	Firma			06/03/2012	J. Gualichico	MTS-Creada	
	Fecha			13/10/2015	P. Mañay	Eliminación de item 11 sopleteo de scr	
2	Firma			06/06/2016	P. Mañay	Implentación de item 9 sensor	
	Fecha			14/11/2016	P. Mañay	Implentación de item 10 acometida	
3	Firma			24/10/2016	P. Mañay	modificación de item 04 acometida	
	Fecha						

**Figura N° 33:** Hoja de Tareas de Mantenimiento Actual.

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.

## Valoración de resultados parciales

Si se compara los datos de la hoja de tareas de mantenimiento en la figura N° 32 donde se encontraron 17 tareas con un tiempo de 175 minutos para este procedimiento, documento actualizado por última vez en el año 2015, luego se procedió a la intervención de este procedimiento modificando las tareas según su importancia conjuntamente con los técnicos, quedando la nueva hoja con 14 tareas y un tiempo de 125 minutos, logrando así una muy buena mejora de 50 minutos en este procedimiento evidenciada en la figura N° 33.

### Se trabajó en los siguientes ítems:

Desarmar pistola y reemplazar parte con desgaste, se tomó la decisión de eliminar este pasa debido a que el 80% de las pistolas a desarmarlas según el histórico de los datos obtenidos de un levantamiento realizado como parte del trabajo de investigación muestra que no se cambian repuestos porque no se desgastan siempre, con esto optimiza 20 minutos a la tarea de mantenimiento en 40 planes de trabajo activos.

4	Desarmar pistola, reemplazar partes con desgaste	TIS-MP2-1		20,0	D		20,0
---	--	-----------	--	------	---	--	------

Limpiar contactos de la pistola, en base a los datos obtenidos del sistema máximo de las paras generadas por este ítem, se concluye que no existe reportes de paras generados por este ítem, dando la pauta para poder eliminarlos del plan de trabajo sin que afecte al desempeño del equipo, esto nos ayuda a optimizar 10 minutos.

5	Limpiar contactos de la pistola	TIS-MP2-2		10,0	D		10,0
---	---------------------------------	-----------	--	------	---	--	------

### TOP MTBF

Clasificación	Activo	Descripción	Cantidad de OT	Costo Total	Tiempo de paro	Cantidad de fallos / fallas
1	<a href="#">BS1107</a>	Jig Molde Maestro SGM308 (MB20) ( Poka Yoke.)	4	0.00	00:42	4
1	<a href="#">BS0023</a>	Cargobus Suelta-Elpo	4	0.00	00:21	4
2	<a href="#">BS0516</a>	Transportador principal sueldas (Crítico MTTO)	2	0.00	00:09	2
2	<a href="#">BS0853</a>	Jig Neumático Molde Maestro J3 (Jig con Poka yoke) (Crítico MTTO)	2	0.00	00:08	2
2	<a href="#">BS0770</a>	Sp. Pistola Izquierda NOC-C0420 (Equipo J47) J3	2	0.00	00:08	2

## TOP MTTR

Clasificación	Activo	Descripción	Cantidad de OT	Costo Total	Tiempo de paro	Cantidad de fallos / fallas
1	<a href="#">BS1107</a>	Jig Molde Maestro SGM308 (MB20) ( Poka Yoke.)	4	0.00	00:42	4
2	<a href="#">BS0166</a>	Sp. Pistola Izquierda NOC-K1661 ( Equipo RT-25)	1	0.00	00:25	1
3	<a href="#">BS0023</a>	Cargobus Suelta-Elpo	4	0.00	00:21	4
4	<a href="#">BS0327</a>	SP. Pistola Izquierda (Equipo163)	1	0.00	00:20	1
5	<a href="#">BS0725</a>	Sp. Pistola Derecha NOC-C0418 (Equipo 115) 13	1	0.00	00:13	1

Adicionalmente se trabajó en la optimización de tiempos de los demás ítems debido a que con el entrenamiento recibido por el personal y la experiencia adquirida las operaciones se realizan en menor tiempo del propuesto inicialmente en los planes de trabajo, así como también el expertiz para que los técnicos de mantenimiento mejoren el desempeño en la ejecución de cada uno de ellos. Todo esto aporta a una gran mejora en los tiempos de los 40 planes de trabajo y por ende a la productividad del equipo de mantenimiento.

Esto da el indicio de que en los planes de trabajo descritos en las hojas de tareas de mantenimiento actuales hay una gran oportunidad de mejora y es donde se enfoca toda la atención para el análisis y mejoramiento de cada uno de ellos. Se presentará un cuadro con el listado de todos los procedimientos intervenidos y mejorados.

### **Presentación y aprobación de la propuesta**

Después de evidenciar la mejora obtenida por la intervención anterior se pone en conocimiento del liderazgo del área de suelda que lo conforman el Superintendente, Controlador de Seguridad y Salud Ocupacional, Administrador del Centro de Costos y Líder de Grupo de Mantenimiento.

Esto con el fin de garantizar el cumplimiento de todos los procedimientos requeridos para la ejecución e implementación de esta propuesta con el fin de no impactar a la seguridad del personal y costos indirectos de la empresa.

Minuta de Reunión						
Implementación Prpuesta Mejora de Carga de Trabajo Mantanimiento						
TITULO: Decisión Proyecto Mejora Carga de Trabajo PM			REUNIÓN NUMERO: 01			
TIPO:	INFORMATIVA / CLARIFICACION	X	PLANIFICACION	X	SOLUCION PROBLEMAS	
					SEGUIMIENTO	
PROPOSTO: Presentar Propuesta de mejora de cargas de trabajo de mantenimiento preventivo						
FECHA: 20/10/2016		DIA: Jueves		LUGAR: Sala de Reunión Suelda		
HORA INICIO PROG: 11:30			HORA FINAL PROG: 12:30			
HORA INICIO REAL: 11:35			HORA FINAL REAL: 12:25			
FACILITADOR: Oscar Tashiguano						
PARTICIPANTES	ASISTIÓ SÍ / NO	PARTICIPANTES	ASISTIÓ SÍ / NO	PARTICIPANTES	ASISTIÓ SÍ / NO	
Diego Saenz (Superintendente)	SI					
Jorge Coveña (LG Mantenimiento y ADM del Centro de Costo)	SI					
Cristian Montalvo (Seguridad y Salud Ocupacional)	SI					
Paul Mañay (LET de Mantenimiento)	SI					
N°	PUNTOS MENCIONADOS/ DECISIONES TOMADAS			ST	RESPONSABLE(S)	PLAZO
1	Presentación de la propuesta			●	Jorge Coveña	20-oct-2016
2	Se aprueba la propuesta presentada para la mejora de cargas de trabajo de mantenimiento			●	Todos	20-oct-2016

**Figura N° 34:** Minuta de Reunión y Decisiones Tomadas.

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.

### Implementación de la propuesta

Una vez obtenida la aprobación del equipo de liderazgo del área que lo conforman el Superintendente, Administrador del Centro de Costos, Líder de Grupo de Mantenimiento y Controlador de Salud Ocupacional e Higiene Industrial y asignado los recursos necesario para la implementación de la propuesta. Se realiza un levantamiento de todos los procedimientos a intervenir y se resumen en el cuadro de la figura N° 35, considerando que la intervención y mejora de cada procedimiento debe ser supervisada continuamente por el Líder del proyecto y aprobada cualquier modificación de principio a fin con la finalidad de garantizar que se cumplan con todos los requerimientos de seguridad, calidad y documentación respectiva, en caso de que se necesite una decisión mayor se escalará al superintendente del área para su aprobación final, todos estos procedimientos suman un total de 40 con una carga total de 37 horas.

Todos estos procedimientos afectan directamente a la carga de trabajo mensual del mantenimiento preventivo ya que son los que se aplican diaria y mensualmente a los equipos según la frecuencia establecida previamente.

PLAN ACTUALIZACIÓN DE MÁXIMO 7 BODY SHOP			
MTS-TIS			
ITEI	Plan de Trabajo	Descripción	Duración
1	BSMC0000000000001704	17.1 Lubricación de cadena Transportadora.	8:00
2	BSMC0000000000001006	Tableros Eléctricos Andon	1:30
3	BSEL0000000000001002	Mtto Eléctrico de Cargobuses	2:20
5	BSMC0000000000001004	Mtto Electromecánico de Cargobuses	2:50
6	BSMC0000000000001702	Revisión General Mecánica Transportador.	1:45
7	BSMC0000000000001001	10.1 LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN CARGO BUSES	2:50
8	BSMC0000000000004101	P 1 Suedas Mig	1:09
9	BSEL0000000000005401	Mtto de Tableros Eléctricos Control y Fuerza	1:50
10	BSEL0000000000004801	P 1 Sueda Tucker.	1:15
11	BSMC0000000000005204	P3 Sueda de Punto	3:00
12	BSMC0000000000005201	P1 Sueda de Punto	3:00
13	BSMC0000000000005202	P2 Sueda de Punto	3:00
14	BSMC0000000000004102	P 2 Sueda Mig Vario Star	0:45
15	BSMC0000000000004802	P 2 Sueda Tucker.	2:30
16	BSMC0000000000007301	P 10 Sueda Kimura	2:15
17	BSMC0000000000009064	Mantenimiento Electromecánico Mesa Hidráulica	2:00
18	BSEL0000000000009059	Revisión General Eléctrica Automatismos	3:50
19	BSSP0000000000009060	Revisión Electrónica Automatismos	2:20
20	BSSP0000000000009061	Revisión General Mexa Indexada SGM308	4:00
21	BSMC0000000000009062	Electromecánico SP1 Moldes Maestros.	1:50
22	BSMC0000000000009063	Electromecánico SP2	3:50
23	BSEL0000000000001101	Mtto Eléctrico de Aerovias.	1:15
24	BSEL0000000000009065	Electromecánico de Tecles	1:25
25	BSMC0000000000005404	Reparación de Mesas Elevadora Hidráulica.	3:30
27	BSELMC0000000000001006	MP10.1 Revisión Cargobus General.	3:00
28	BSMC0000000000009065	Electromecánico de moldes maestros.	1:50
29	BSEL0000000000009067	MP Electromecánico de Tecles.	1:40
30	BSEL0000000000005210	Revisión de botoneras Suedas de punto.	0:40
31	BSEM0000000000009066	Mnto- Electromecánico de Mesa giratoria	2:20
33	BSMC0000000000005208	MP2 Suedas de punto	3:00
34	BSMC0000000000005209	MP1 Suedas de punto.	1:50
35	BSEL0000000000009066	Mantenimiento Electrónico Molde Maestro T-200 y T-250	2:40
36	BSEL0000000000001703	Revisión eléctrica Transportador	2:15
37	BSMC0000000000005203	Limpieza del sistema de refrigeración de controladores equinos de soldadura	0:40
38	BSM0000000000001007	Mecánico de Cadenas de Cargobuses.	1:55
39	BSMC0000000000005203	Limpieza del sistema de refrigeración de controladores equinos de soldadura	0:40
40	BSM0000000000001007	Mecánico de Cadenas de Cargobuses.	1:55

**Figura N° 35:** Listado de Procesos a Intervenir.

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.

PLAN ACTUALIZACIÓN DE MÁXIMO 7 BODY SHOP				
MTS-TIS				
ITE <sup>M</sup>	Plan de Trabajo	Descripción	Duración Anterior	Status
1	BSMC0000000000001704	17.1 Lubricación de cadena Transportadora.	8	✓ 100
2	BSMC0000000000001006	Tableros Eléctricos Andon	1,3	✓ 100
3	BSEL0000000000001002	Mtto Eléctrico de Cargobuses	2,2	✓ 100
5	BSMC0000000000001004	Mtto Electromecánico de Cargobuses	2,5	✓ 100
6	BSMC0000000000001702	Revisión General Mecánica Transportador.	1,45	✓ 100
7	BSMC0000000000001001	10.1 LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN CARGO BUSES	2,5	✓ 100
8	BSMC0000000000004101	P 1 Soldas Mig	1,09	✓ 100
9	BSEL0000000000005401	Mtto de Tableros Eléctricos Control y Fuerza	1,5	✓ 100
10	BSEL0000000000004801	P 1 Solda Tucker.	1,15	✓ 100
11	BSMC0000000000005204	P3 Solda de Punto	3	✓ 100
12	BSMC0000000000005201	P1 Solda de Punto	3	✓ 100
13	BSMC0000000000005202	P2 Solda de Punto	3	✓ 100
14	BSMC0000000000004102	P 2 Solda Mig Vario Star	0,45	✓ 100
15	BSMC0000000000004802	P 2 Solda Tucker.	2,3	✓ 100
16	BSMC0000000000007301	P 10 Solda Kimura	2,15	✓ 100
17	BSMC0000000000009064	Mantenimiento Electromecánico Mesa Hidráulica	2	✓ 100
18	BSEL0000000000009059	Revisión General Eléctrica Automatismos	3,5	✓ 100
19	BSSP0000000000009060	Revisión Electrónica Automatismos	2,2	✓ 100
20	BSSP0000000000009061	Revisión General Mexa Indexada SGM308	4	✓ 100
21	BSMC0000000000009062	Electromecánico SP1 Moldes Maestros.	1,5	✓ 100
22	BSMC0000000000009063	Electromecánico SP2	3,5	✓ 100
23	BSEL0000000000001101	Mtto Eléctrico de Aerovías.	1,15	✓ 100
24	BSEL0000000000009065	Electromecánico de Tecles	1,25	✓ 100
25	BSMC0000000000005404	Reparación de Mesas Elevadora Hidráulica.	3,3	✓ 100
27	BSELMC0000000000001006	MP10.1 Revisión Cargobus General.	3	✓ 100
28	BSMC0000000000009065	Electromecánico de moldes maestros.	1,5	✓ 100
29	BSEL0000000000009067	MP Electromecánico de Tecles.	1,4	✓ 100
30	BSEL0000000000005210	Revisión de botoneras Soldas de punto.	0,4	✓ 100
31	BSEM0000000000009066	Mnto- Electromecánico de Mesa giratoria	2,2	✓ 100
33	BSMC0000000000005208	MP2 Soldas de punto	3	✓ 100
34	BSMC0000000000005209	MP1 Soldas de punto.	1,5	✓ 100
35	BSEL0000000000009066	Mantenimiento Electrónico Molde Maestro T-200 y T-250	2,4	✓ 100
36	BSEL0000000000001703	Revisión eléctrica Transportador	2,15	✓ 100
37	BSMC0000000000005203	Limpieza del sistema de refrigeración de controladores equipos de soldadura	0,4	✓ 100
38	BSM0000000000001007	Mecánico de Cadenas de Cargobuses.	1,55	✓ 100
39	BSMC0000000000005203	Limpieza del sistema de refrigeración de controladores equipos de soldadura	0,4	✓ 100
40	BSM0000000000001007	Mecánico de Cadenas de Cargobuses.	1,55	✓ 100

**Figura N° 36:** Listado de Procesos a Intervenido.

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.

### Seguimiento de ejecución de la propuesta

En la figura N° 36 se evidencia el seguimiento a la intervención de los 40 principales procesos de mantenimiento del área de solda, de esta manera se

asegura de que todos hayan sido revisados minuciosamente para garantizar la efectividad de la propuesta inicial. Se debe anotar también que en el transcurso de la implementación se tuvieron que modificar tanto procesos como procedimientos donde se tomó decisiones in situ por el equipo asignado a realizar esta tarea.

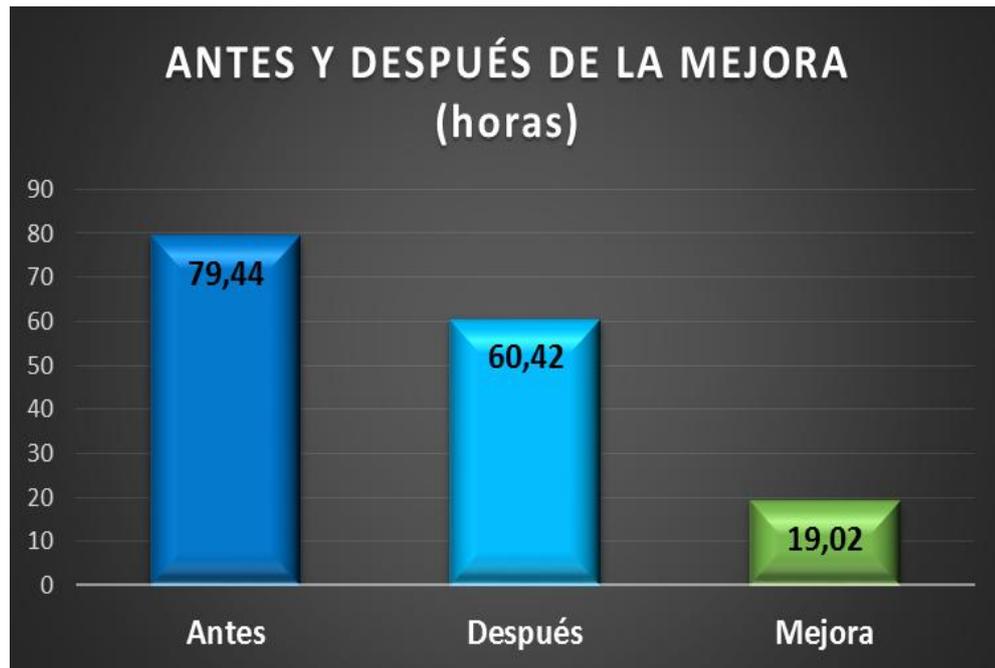
### Comparación de resultados actuales con históricos

PLAN ACTUALIZACIÓN DE MÁXIMO 7 BODY SHOP					
MTS-TIS					
ITEM	Plan de Trabajo	Descripción	Duración Anterior	Duración Actual	Status
1	BSMC0000000000001704	17.1 Lubricación de cadena Transportadora.	8	6,3	✓ 100
2	BSMC0000000000001006	Tableros Eléctricos Andon	1,3	1,1	✓ 100
3	BSEL0000000000001002	Mtto Eléctrico de Cargobuses	2,2	1,8	✓ 100
5	BSMC0000000000001004	Mtto Electromecánico de Cargobuses	2,5	1,6	✓ 100
6	BSMC0000000000001702	Revisión General Mecánica Transportador.	1,45	1	✓ 100
7	BSMC0000000000001001	10.1 LIMPIEZA Y LUBRICACIÓN CARGO BUSES	2,5	2,2	✓ 100
8	BSMC0000000000004101	P 1 Suedas Mig	1,09	0,5	✓ 100
9	BSEL0000000000005401	Mtto de Tableros Eléctricos Control y Fuerza	1,5	1,5	✓ 100
10	BSEL0000000000004801	P 1 Sueda Tucker.	1,15	1	✓ 100
11	BSMC0000000000005204	P3 Sueda de Punto	3	2	✓ 100
12	BSMC0000000000005201	P1 Sueda de Punto	3	2,35	✓ 100
13	BSMC0000000000005202	P2 Sueda de Punto	3	2,15	✓ 100
14	BSMC0000000000004102	P 2 Sueda Mig Vario Star	0,45	0,38	✓ 100
15	BSMC0000000000004802	P 2 Sueda Tucker.	2,3	1,65	✓ 100
16	BSMC0000000000007301	P 10 Sueda Kimura	2,15	1,8	✓ 100
17	BSMC0000000000009064	Mantenimiento Electromecánico Mesa Hidráulica	2	1,3	✓ 100
18	BSEL0000000000009059	Revisión General Eléctrica Automatismos	3,5	2,85	✓ 100
19	BSSP0000000000009060	Revisión Electrónica Automatismos	2,2	2,02	✓ 100
20	BSSP0000000000009061	Revisión General Mexa Indexada SGM308	4	2,7	✓ 100
21	BSMC0000000000009062	Electromecánico SP1 Moldes Maestros.	1,5	1,1	✓ 100
22	BSMC0000000000009063	Electromecánico SP2	3,5	2,5	✓ 100
23	BSEL0000000000001101	Mtto Eléctrico de Aerovías.	1,15	1,1	✓ 100
24	BSEL0000000000009065	Electromecánico de Teclcs	1,25	1,05	✓ 100
25	BSMC0000000000005404	Reparación de Mesas Elevadora Hidráulica.	3,3	2	✓ 100
27	BSELMC00000000001006	MP10.1 Revisión Cargobus General.	3	2,5	✓ 100
28	BSMC0000000000009065	Electromecánico de moldes maestros.	1,5	0,8	✓ 100
29	BSEL0000000000009067	MP Electromecánico de Teclcs.	1,4	1	✓ 100
30	BSEL0000000000005210	Revisión de botoneras Suedas de punto.	0,4	0,3	✓ 100
31	BSEM0000000000009066	Mnto- Electromecánico de Mesa giratoria	2,2	2	✓ 100
33	BSMC0000000000005208	MP2 Suedas de punto	3	2,09	✓ 100
34	BSMC0000000000005209	MP1 Suedas de punto.	1,5	1,5	✓ 100
35	BSEL0000000000009066	Mantenimiento Electrónico Molde Maestro T-200 y T-250	2,4	2,01	✓ 100
36	BSEL0000000000001703	Revisión eléctrica Transportador	2,15	1,5	✓ 100
37	BSMC0000000000005203	Limpieza del sistema de refrigeración de controladores equipos de soldadura	0,4	0,35	✓ 100
38	BSM0000000000001007	Mecánico de Cadenas de Cargobuses.	1,55	1	✓ 100
39	BSMC0000000000005203	Limpieza del sistema de refrigeración de controladores equipos de soldadura	0,4	0,4	✓ 100
40	BSM0000000000001007	Mecánico de Cadenas de Cargobuses.	1,55	1,02	✓ 100
			<b>79,44</b>	<b>60,42</b>	
				<b>19,02</b>	

Figura N° 37: Cuadro de procesos Mejorados.

Fuente: O.B.B.

Elaborado por: El Investigador.

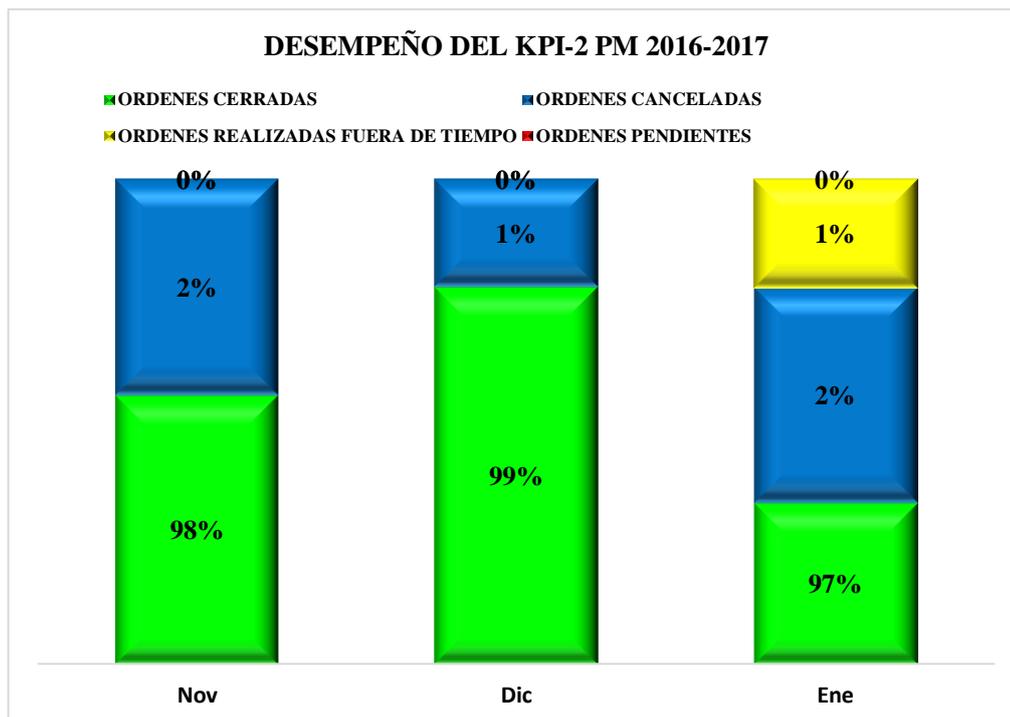


**Figura N° 38:** Cuadro de Datos Comparativos Antes y Después.

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.

Después de la intervención y mejora de los planes de trabajo de los cuarenta procesos de mantenimiento preventivo como se muestra en la figura N° 38 se obtuvieron excelentes resultados, ya que realizaron ajustes en base a operaciones que no agregaban valor al mantenimiento o porque no se detectaban fallas en los equipos de ese tipo, bajo estos parámetros se mejoraron todos los procedimientos y se obtuvo una mejora de 19,02 horas en cada frecuencia de mantenimiento, estas horas de mejora van a aportar para que la carga de trabajo mensual de todo el equipo baje considerablemente logrando ajustarse a las 640 horas disponibles en cada mes, todo esto sin afectar la calidad del mantenimiento preventivo que se va a realizar ya que se cumplieron todos los parámetros establecidos antes de tomar la decisión de modificarlos, esto se implementará de inmediato para empezar a obtener los datos de desempeño KPI-2, carga de trabajo y parámetros de producción de noviembre a enero de manera que puedan ser evaluados y comparados con los datos de estos indicadores de los meses en los que se hizo el estudio que fueron junio, julio, agosto y septiembre y así evidenciar la mejora que se busca con la implementación de esta propuesta.



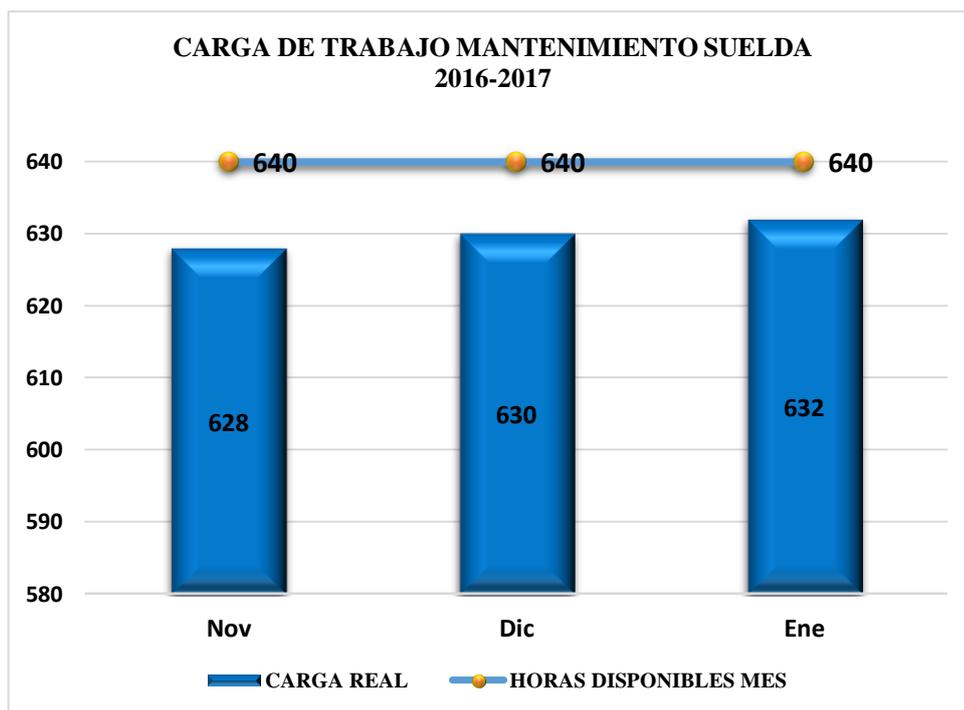
**Figura N° 39:** Resultado del Desempeño del KPI-2.

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.

### Comparación de Resultados Finales

Luego de la mejora implementada en la figura N° 39 se evidencia que en la eficiencia del KPI-2 se ha logrado una mejora sustancial tanto cualitativa como cuantitativa, cumpliéndose un promedio del 98% de los mantenimientos preventivos de la programación realizada al inicio de cada mes y los valores son los siguientes: mes de noviembre 98% de órdenes cerradas, 2% de órdenes canceladas y con 0% de órdenes realizadas fuera de tiempo y de órdenes pendientes, mes de diciembre 99% de órdenes cerradas, 1% de órdenes canceladas y 0% de órdenes realizadas fuera de tiempo y de órdenes pendientes y en el mes de enero 97% de órdenes cerradas, 2% de órdenes canceladas y 0% de órdenes realizadas fuera de tiempo y órdenes pendientes, confirmando con este desempeño que la planificación de mantenimiento preventivo considerando la disponibilidad de tiempo es posible y que de esa manera se cumple con el requerimiento del sistema.



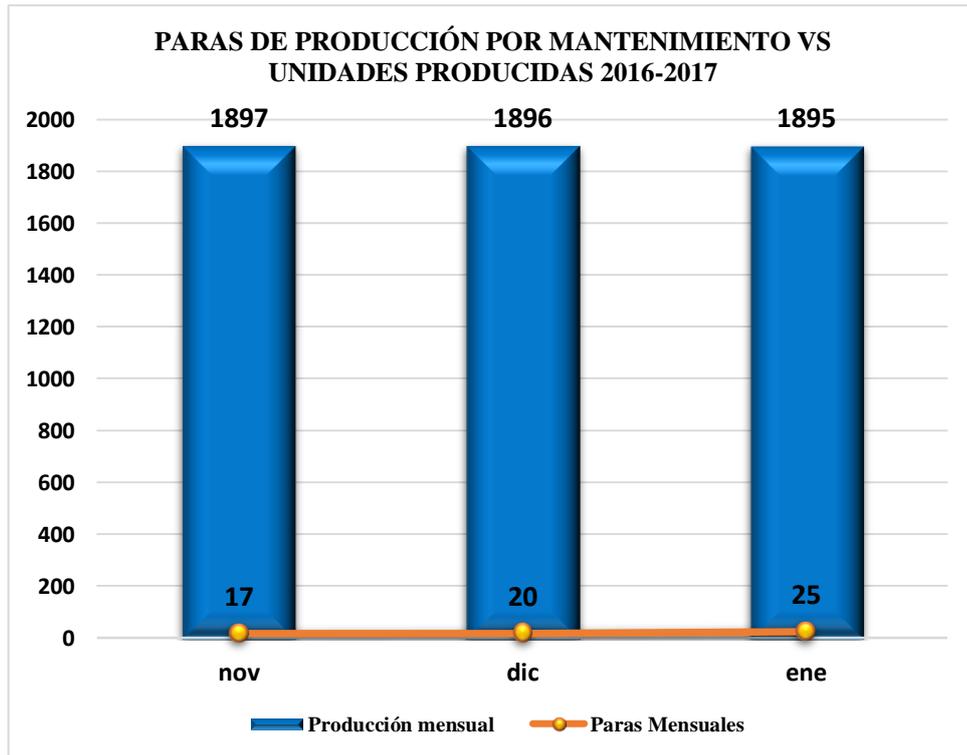
**Figura N° 40:** Resultado Nueva Cargas de Trabajo.

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.

En la figura N° 40 se representa la carga de trabajo actual luego de la redistribución ejecutada en la propuesta implementada, con todo esta mejora se logró que las cargas distribuidas para estos tres meses estén por debajo de la disponibilidad del equipo que son 640 horas al mes, adicionalmente existe un porcentaje de seguridad en caso de eventualidades que aparecen en la línea productiva que se vuelven trabajos extraordinarios no programados.

La carga trabajo versus la disponibilidad de los meses analizados quedó de la siguiente manera: mes de noviembre 628 horas, diciembre 630 horas y enero 632 horas, esto equivale al 98%, 98.5% y 98.8% respectivamente versus la disponibilidad determinada logrando un equilibrio entre la planificación y la ejecución de todos los mantenimientos preventivos.



**Figura N° 41:** Resultado de Paras vs Producción.

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.

Y por último la figura N° 41 representa las paras de producción generadas por el equipo de mantenimiento en los meses en los que se realizó este seguimiento y la cantidad de unidades producidas y la cantidad de unidades pérdidas por este motivo, donde se evidencia una gran mejora en el impacto de fallas ya que se minimizaron los minutos de para de la siguiente manera:

Mes de noviembre 17 min, mes de diciembre 20 min y en el mes enero 25 minutos, todos estos datos tomados del sistema de paras mediante MAXIMO.

Con esta paras generadas se perdieron 12 unidades versus las 156 unidades que se perdieron en los meses antecesores a la implementación de la mejora, aún existe un porcentaje pequeño de fallas que se puede disminuir mediante mejoramiento continuo para llegar a una eficiencia del 100%.

## Evaluación de Impacto financiero

**Tabla N° 14: Costo por Paras de Línea Antes de la Propuesta.**

COSTO POR PARO DE LÍNEA ANTES					
Descripción	Jun	Jul	Ago	Sep	Total
Tiempo de para mensual (min)	225	185	145	225	780
Costo de la para (\$)	\$ 3.000,00	\$ 2.466,67	\$ 1.933,33	\$ 3.000,00	\$ 10.400,00
Costo indirecto 5% (\$)	\$ 150,00	\$ 123,33	\$ 96,67	\$ 150,00	\$ 520,00
<b>Total Costos</b>					<b>\$ 10.920,00</b>

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.

### Análisis

En la tabla N° 14 se evidencian los costos que se generan por las paras de línea por temas de mantenimiento. Este costo se calcula con el tiempo de para y el valor de cada hora de producción más los costos indirectos que son el 5% del costo total lo que haciende a la suma de \$ 10.920 por 780 minutos de para en el periodo de 4 meses, esto es una suma considerable para el total de producción.

**Tabla N° 15: Costo por Paras de Línea Antes de la Propuesta.**

INVERSIÓN PROPUESTA	
# horas extras invertidas	245
Valor H/H (\$)	\$ 9,00
Total Inversión (\$)	\$ 2.205,00

**Fuente:** O.B.B.

**Elaborado por:** El Investigador.

## Análisis

En la tabla N° 15 se aprecia el costo de la inversión realizada en la propuesta para la intervención y redistribución de la carga de trabajo de mantenimiento preventivo donde se invirtieron 245 horas extras para el análisis, implementación y seguimiento de las mejoras realizadas con un valor de \$ 2.205 en 3 meses de trabajo, este costo es relativamente bajo para el trabajo ejecutado por el equipo.

**Tabla N° 16:** Costo por Paras de Línea Después de la Propuesta.

COSTO POR PARO DE LÍNEA DESPUÉS				
Descripción	Nov	Dic	Ene	Total
Tiempo de para mensual (min)	17	20	25	62
Costo de la para (\$)	\$ 226,67	\$ 266,67	\$ 333,33	\$ 827
Costo indirecto 5% (\$)	\$ 11,33	\$ 13,33	\$ 16,67	\$ 41
Total Costos				\$ 868,00

**Elaborado por:** El Investigador.

**Fuente:** O.B.B.

## Análisis

En la tabla N° 16 se aprecian los valores obtenidos después de la implementación de propuesta en un periodo de tres meses, donde se evidencia un gasto total de \$ 868 lo que implica un ahorro aproximado de \$ 10.000 en el periodo analizado.

Con estos resultados podemos decir que el costo de la propuesta se justifica ampliamente ya que el ahorro es progresivo en el futuro.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- Una vez concluida la implementación de la propuesta de redistribución de las carga de trabajo para el personal del equipo de mantenimiento, con el indicador clave KPI-2 del Mantenimiento Preventivo, y el desempeño eficiente en el equipamiento del área de suelda de la empresa O.B.B.” durante el periodo de tres meses se concluye que es factible desarrollar una propuesta de mejora de los procesos y procedimientos sin realizar una inversión alta.
- La redistribución de las frecuencias actuales de mantenimiento preventivo que inciden positivamente en la carga de trabajo de los operadores ha significado un gran ahorro de tiempo y recursos muy valiosos para el área de mantenimiento.
- La redistribución adecuada y equitativa de la carga de trabajo optimiza los recursos disponibles y mejorará notablemente el desempeño y eficiencia del mantenimiento preventivo.
- Por último el conjunto de factores mencionados anteriormente inciden de manera positiva en el resultado de la producción final ya que están estrechamente ligados con los factores que afectan a la productividad siempre y cuando estén monitoreados y evaluados continuamente por el liderazgo de mantenimiento.

### Recomendaciones

- Para la gestión de mantenimiento se debe contar con un equipo multidisciplinario para la planeación, ejecución, evaluación y seguimiento respectivo de todos los procesos con la finalidad de que exista un buen

seguimiento, información en tiempo real y toma de decisiones adecuadas y oportunas.

- Se recomienda realizar una revisión de frecuencias y cargas de trabajo cada 6 meses o en aumento o disminución de volumen de producción para mantener el enfoque en el mantenimiento preventivo y la eficiencia de su indicador KPI-2.

## Bibliografía

- Alfonso García Cantú (2011). Productividad y Reducción de Costos para la pequeña y mediana industria (primera edición). México: Trillas
- Benjamin Niebel (2014). Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño de trabajo (décima edición). México: Alfaomega.
- Carlos Bello Pérez (2002) Manual de Producción Aplicado a las pequeñas y medianas empresas (primera edición). Colombia: ecoe Ediciones.
- Chase, Jacobs y Alquino (2005). Administración de la Producción y Operaciones para una ventaja competitiva (décima edición). México: Mc Graw Hill.
- Constitución de la República del Ecuador (2008). [en línea]. Quito: Asamblea Constituyente. Disponible en: [http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion\\_de\\_bolsillo.pdf](http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf) [2015, 25 de marzo]
- Dra. Sandra Dávila Zambrano FASE II (2001). Cinco Momentos Estratégicos para hacer Reingeniería de Procesos (primera edición). Quito-Ecuador: Efecto Grafico
- Esteban Fernández, Lucia Avella y Marta Fernández (2003). Estrategia de la Producción (primera edición). España: Mc Graw Hill.
- H.B. Maynard (1988). Manual de Ingeniería y Organización Industrial.(tercera edición). Colombia: REVERTÉ COLOMBIANA, S.A.
- Jay Heizer y Barry Render. (2007). Dirección de la Producción y Operaciones Decisiones estratégicas (octava edición). España: Pearson Educación.

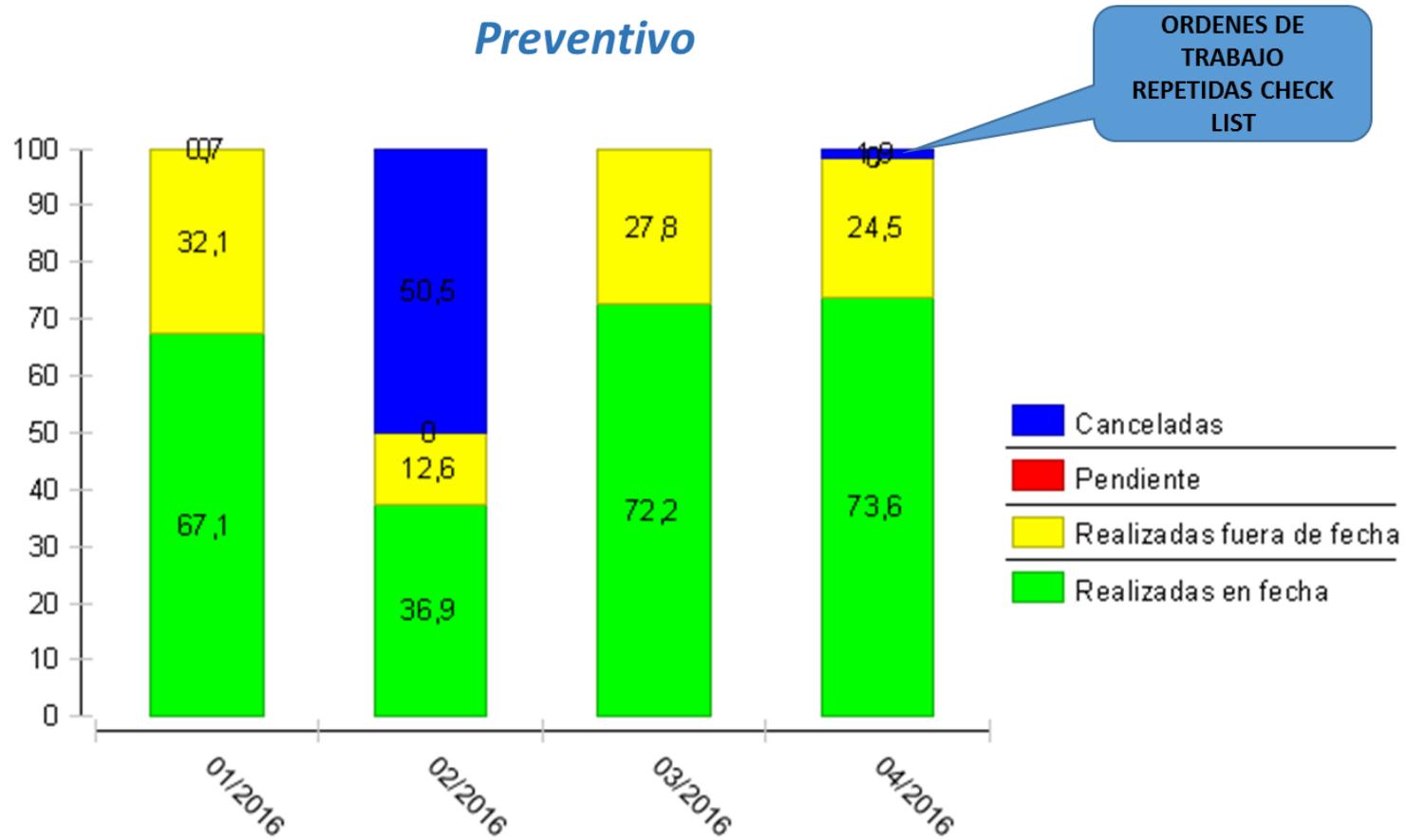
- Jerry L. Harbour (1995). Manual de Trabajo de Reingeniería de Procesos (primera edición). México: Panorama
- Políticas y Líneas de investigación de la Universidad Tecnológica Indoamérica (2011). [base de datos]. Lugar: Quito. Disponible en : [http://www.uti.edu.ec/documents/LINEAS\\_DE\\_INVESTIGACION\\_2011.pdf](http://www.uti.edu.ec/documents/LINEAS_DE_INVESTIGACION_2011.pdf) [2015,25 de marzo].
- Richard C. Vaugh (1981). Introducción a la Ingeniería Industrial (primera edición). España: REVERTÉ, S.A.
- Stephen N. Chapman (2006). Planificación y Control de la Producción. (primera edición). México: Pearson Educación.
- Enciclopedia de Clasificaciones. (2016). Tipos de mantenimiento. Recuperado de: <http://www.tiposde.org/general/127-tipos-de-mantenimiento/>
- Castillo, Y. (2014). Programa de mantenimiento industrial. Obtenido de: <http://www.monografias.com/trabajos101/>
- Programa-Mantenimiento-Industrial/Programa-Mantenimiento-Industrial.shtml
- Apuntes Seminario Planeación y Mantenimiento, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2004
- GARRIDO, Santiago García, Organización y gestión integral de mantenimiento, España, Ed. Díaz de Santos, 2003
- MONTECELOS TRASHORRAS, Jesús, Desarrollo de instalaciones electrotécnicas en los edificios, España, Ed. Thomson Learning Ibero, 2006.

- Manual HES, Operación y Mantenimiento Hidroabánico, Sipetrol, 2008
- PRANDO, Raúl, Manual Gestión de Mantenimiento, Uruguay, Ed. Piedra Santa, 1996
- Resumen conferencia modelo gerencial de mantenimiento- Fundamento filosófico, Monterrey, Junio 5al 9 2006.
- Documentación de mantenimiento Central Hidroeléctrica Abánico, Ecuador, 2007.
- <http://www.monografias.com/trabajos101/el-mantenimiento-industrial/el-mantenimiento-industrial.shtml#ixzz4Yz7gloQ9>
- <http://es.slideshare.net/rasielalain/determinaciondecostosdelmantenimientoyreparacion>
- <http://www.monografias.com/trabajos94/costos-mantenimiento-y-parada-planta/costos-mantenimiento-y-parada-planta.shtml>

# **Anexos**

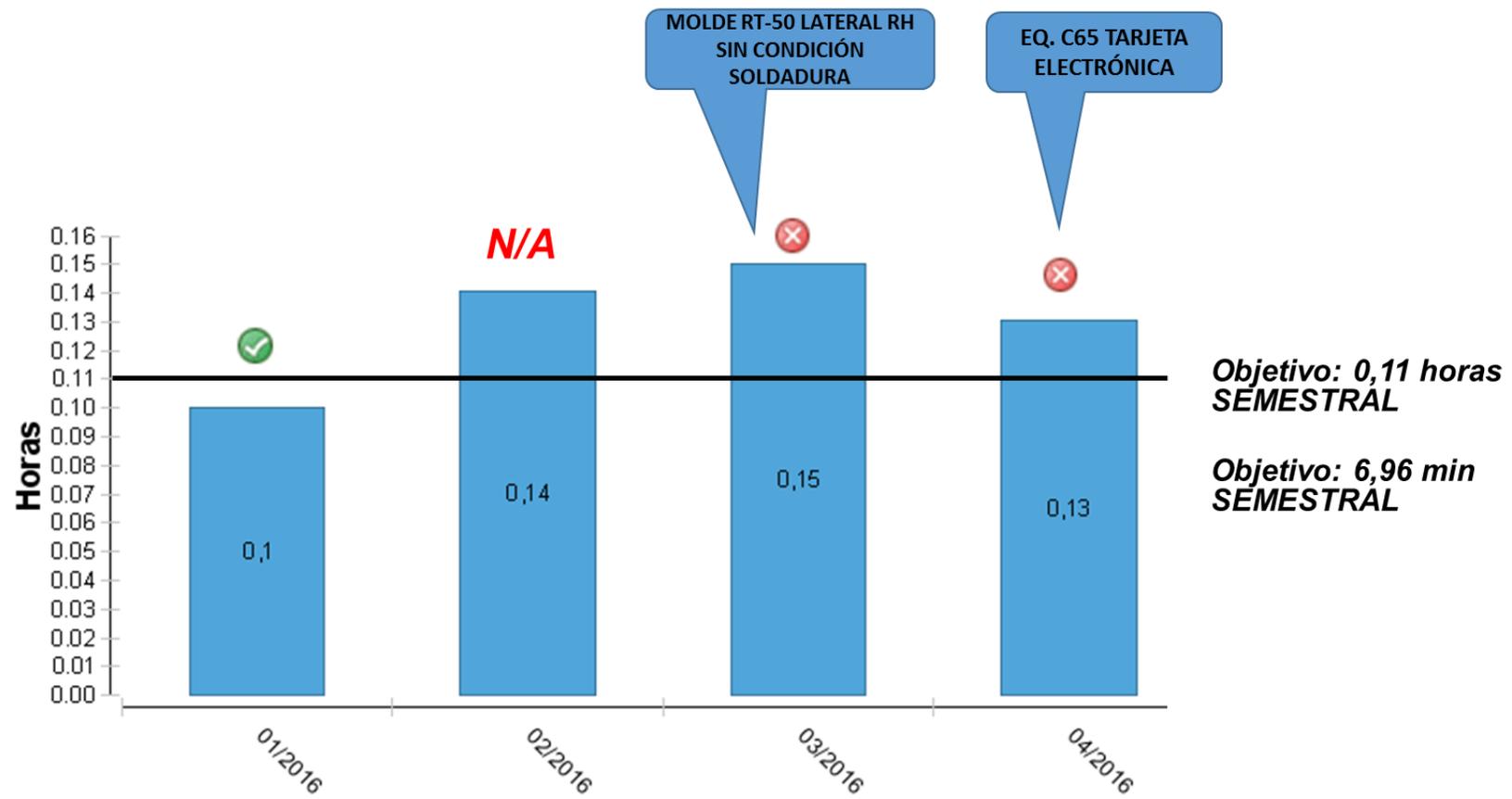
**Anexo 1:** Reporte de desempeño de Mantenimiento Preventivo mes a mes.

## Tendencia Cumplimiento Mantenimiento Preventivo



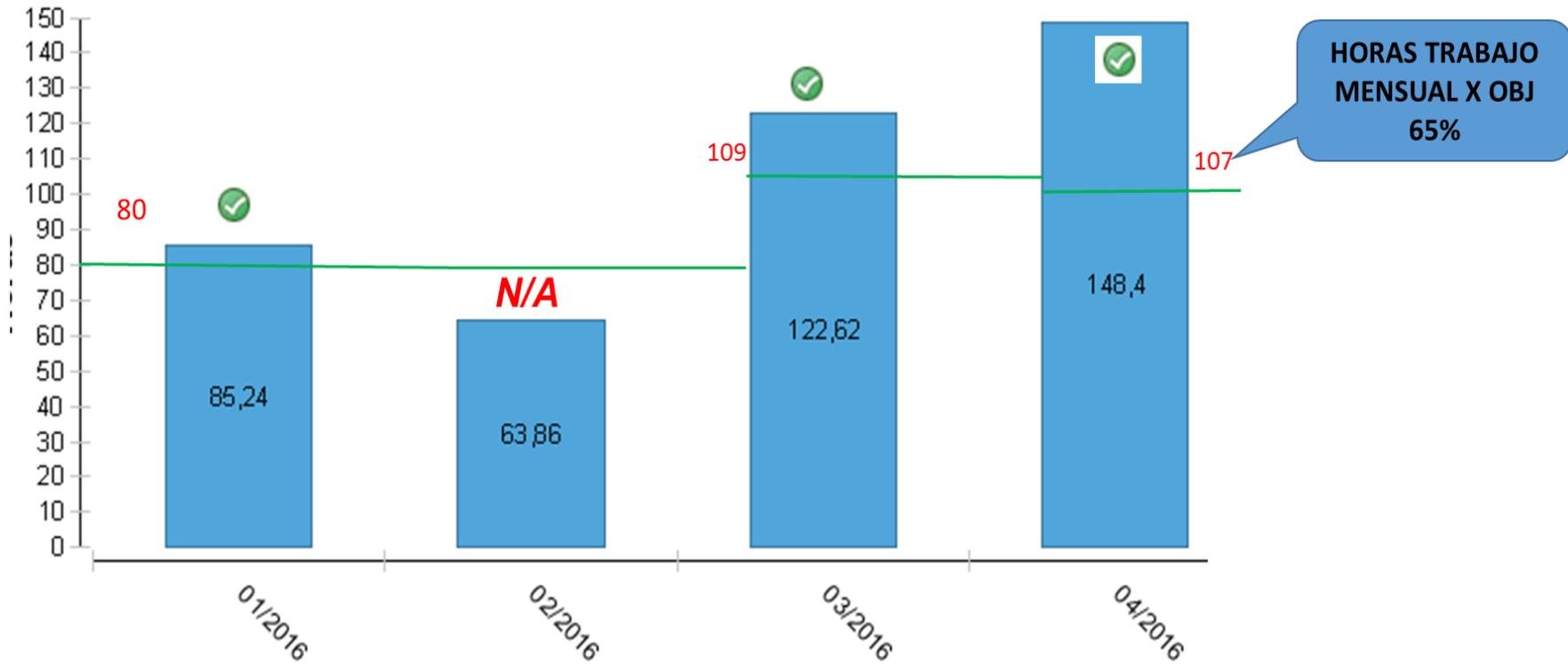
Anexo 2: Reporte MTTR de equipos anual.

# MTTR ANUAL planta



Anexo 3: Reporte MTBF de equipos anual.

## MTBF ANUAL planta



Anexo 4: Reporte con TOP de equipos de MTTR y MTBF mensual.

### TOP 3 MTTR

Activo	Descripción	Cantidad de OT	Costo Total	Tiempo de paro
<a href="#">BS0158</a>	Sp. Pistola Derecha NOC-K0818 (Equipo C23)	2	0.00	00:18
<a href="#">BS0115</a>	Sp. Pistola Derecha NOC-K0885 (Equipo C65)	1	0.00	00:17
<a href="#">BS1023</a>	Cargobus 5 (Critico MTTO)	1	0.00	00:12
<a href="#">BS0928</a>	Bomba de Sellante NXT Laterales LH Aveo	1	0.00	00:10
<a href="#">BS0111</a>	Fast Transfer Status 20	1	0.00	00:08

GM0088 Asset Performance Summary BIRT v1.3

- RES-PSU-99 EQUIPO C23**
- RES-PSU-96 EQUIPO C65**
- RES-PSU-100 CARGO BUS 5**

### TOP 3 MTBF

Activo	Descripción	Cantidad de OT	Costo Total	Tiempo de paro
<a href="#">BS0158</a>	Sp. Pistola Derecha NOC-K0818 (Equipo C23)	2	0.00	00:18
<a href="#">BS0115</a>	Sp. Pistola Derecha NOC-K0885 (Equipo C65)	1	0.00	00:17
<a href="#">BS1023</a>	Cargobus 5 (Critico MTTO)	1	0.00	00:12
<a href="#">BS0928</a>	Bomba de Sellante NXT Laterales LH Aveo	1	0.00	00:10
<a href="#">BS0111</a>	Fast Transfer Status 20	1	0.00	00:08

- RES-PSU-99 EQUIPO C23**
- RES-PSU-96 EQUIPO C65**
- RES-PSU-100 CARGO BUS 5**

**Anexo 5:** Reporte de desempeño mensual de KPIs de Mantenimiento.

Unidades	MIN pro	MAX pro	MIN	MAX	Indice	# KPI	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
hh			50%	60%	Indice PM	KPI-7	38,97%	42,94%	27,53%	35,78%	34,21%	
hh	4%	10%	15%	20%	Indice PDM	KPI-8	5,95%	5,54%	4,89%	4,31%	0,00%	
hh		3%		20%	Indice EM	KPI-4	1,89%	1,62%	0,85%	3,68%	5,16%	
ot				80%	% Cumplimiento MTTO Correctivo CM	KPI-1	98,68%	88,20%	90,76%	99,01%	94,59%	
ot				80%	Indice de MTTO Planificado	KPI-6	98,11%	98,38%	99,15%	96,32%	94,84%	
ot	4%		20%		Indice de MTTO Derivado (PMF PDMF)	KPI-9	1,1%	15,2%	6,4%	0,0%	3,5%	
hh			10%	20%	Indice de Correctivo CM	KPI-10	32,96%	42,61%	52,42%	46,89%	53,00%	
hh			5%	10%	Indice de proyectos (PROJ)	KPI_11	12,49%	6,43%	14,07%	9,16%	6,96%	
ot		98%	98%		Indice de cumplimiento PM+pdm	KPI-3	72,75%	98,27%	87,29%	70,50%	64,96%	
hh					Indice de Planificacion	KPI-2	80,51%	94,13%	88,81%	78,45%	73,97%	
					Tiempo de para x unidad Producida (min)		0,09	0,14	0,06	0,27	0,15	

