

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS  
TALLERES DE CAMPESA S.A. BASADOS EN EL ANALISIS DE CRITICIDAD Y  
ANALISIS DE MODOS DE FALLA (FMEA)**

**IVAN LEONARDO MEDINA CABALLERO  
MARCOS GABRIEL CASTRO VILLAMIZAR**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIA FISICO MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
BUCARAMANGA**

**2016**

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS  
TALLERES DE CAMPESA S.A. BASADOS EN EL ANALISIS DE CRITICIDAD Y  
ANALISIS DE MODOS DE FALLA (FMEA)**

**IVAN LEONARDO MEDINA CABALLERO**

**COD. 2052029**

**MARCOS GABRIEL CASTRO VILLAMIZAR**

**COD. 1991835**

**Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico**

**Director**

**CARLOS BORRAS PINILLA**

**Ingeniero Mecánico, Ph.D**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERIA FISICO MECANICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA  
BUCARAMANGA**

**2016**

## DEDICATORIA

*A Dios por darme la oportunidad de lograr la meta de ser un profesional.*

*A mis padres Marcos Fidel Castro Peña y Nohemy Villamizar Laquado quienes me apoyaron en todo momento.*

*A mi hermana Leidy Johanna Castro Villamizar por todos los consejos y apoyo que me brindo durante todo mi transcurso universitario.*

*A Geili Julieth Mendoza Villamizar quien es mi hermanita menor quien hace parte de la familia y es la alegría del hogar.*

*A todas las personas que siempre estuvieron dispuesta a apoyarme cuando los necesitaba.*

*Marcos Gabriel Castro Villamizar.*

*A Dios primero por guiarme y concederme la oportunidad de ser ingeniero.*

*A mi madre por ser mi compañera en este camino por apoyarme, protegerme y financiarme, por ser mi ejemplo de superación.*

*A mi compañero de proyecto porque me ha acompañado en la etapa final de mi carrera, porque juntos hemos superado muchas dificultades.*

*A CAMPESA S.A. por la oportunidad que me dieron, para desarrollar los conocimientos y habilidades adquiridas durante la carrera.*

*A mi Universidad Industrial de Santander, por ser mi formadora, con sus docentes altamente calificados.*

*A mis compañeros de universidad por hacer de mi estudio la experiencia más importante de mi vida.*

**JUAN LEONARDO MEDINA CABALLERO**

## **AGRADECIMIENTOS**

Los autores expresan sus agradecimientos a:

A la Universidad Industrial de Santander y a la Escuela de Ingeniería Mecánica por la formación dada como profesionales.

A Carlos Borrás Pinilla, Ingeniero Mecánico, director del proyecto, por su apoyo incondicional y confianza en todo el proceso.

A Mary Alejandra Mantilla Cárdenas Coordinadora de SS'T, por darnos la oportunidad de realizar nuestro proyecto en sus instalaciones de CAMPESA S.A.

A todos los Docentes de la Escuela de Ingeniería Mecánica por su ayuda y asesoría en nuestra formación como profesional.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCION.....	23
1.IDENTIFICACION DEL PROBLEMA.....	25
2.JUSTIFICACION.....	27
3.OBJETIVOS.....	28
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	28
3.1.1Objetivo Especifico.....	28
4. CAMPESA S.A. DE BUCARAMANGA.....	30
4.1 RESEÑA HISTORICA.....	30
4.2 UBICACIÓN DE CAMPESA S.A.....	31
4.3 MISION.....	32
4.4 VISION.....	32
4.5 POLITICA DE CALIDAD.....	33

4.6 ORGANIZACIÓN DE CAMPESA S.A. ....	33
4.7 SERVICIO.....	34
5. AUDITORIA DE LA GESTION DEL MANTENIMIENTO ACTUAL PARA LOS TALLERES DE CAMPESA S.A. ....	36
5.1 RESULTADOS Y SU REPRESENTACION GRAFICA .....	44
6. CONCEPTO DE MANTENIMIENTO.....	46
6.1 DEFINICION DE MANTENIMIENTO .....	46
6.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO .....	46
6.2.1 Mantenimiento Preventivo.....	47
6.2.2 Mantenimiento Predictivo.....	49
6.2.3 Mantenimiento Correctivo.....	49
7. INVENTARIO Y CODIFICACION.....	51
7.1 INVENTARIO .....	51
7.2 CODIFICACION .....	54

7.2.1 Forma de la Codificación..	55
8. ANALISIS DE CRITICIDAD .....	62
8.1 MODELO DE CRITICIDAD DE FACTORES PONDERADOS BASADOS EN EL CONCEPTO DEL RIESGO.....	62
8.2 VALORES DE FACTORES PONDERADOS .....	63
8.3 RESULTADOS DEL ANALISIS DE CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS DE CAMPESA S.A.....	65
8.4 CLASIFICACION DE LOS EQUIPOS ORGANIZADA EN LA MATRIZ DE CRITICIDAD .....	69
8.5 MATRIZ DE CRITICIDAD .....	71
9. ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (FMEA).....	73
9.1 ACTIVIDADES PARA REALIZAR UN FMEA.....	75
9.1.1 Gravedad (G).....	76
9.1.2 Ocurrencia (O).....	76

9.1.3 Detección (D).....	77
9.1.4 Número de Prioridad del Riesgo (NPR).....	77
9.2 VALORIZACIÓN DEL RIESGO.....	79
10. CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS TALLERES DE CAMPESA S.A.....	81
11. SISTEMA DE INFORMACION COMPUTARIZADO PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS TALLERES DE CAMPESA S.A. ....	88
11.1 LOGIN.....	88
11.2 BIENVENIDA .....	88
11.3 MODULO DE GESTION DE INVENTARIO Y CODIFICACION .....	91
11.4 MODULO DE EQUIPOS .....	94
11.4.1 Modulo de la Ficha Técnica. ....	94
11.4.2 Modulo de la Hoja de Vida.....	95
11.5 MODULO DE ORDEN DE TRABAJO .....	95

11.5.1 Solicitud de Servicio.....	95
11.6 MODULO DE PLANEACION DE MANTENIMIENTO .....	98
11.7 MODULO DE PROGRAMACION .....	99
11.8 MODULO DE ALARMAS .....	100
11.9 MODULO DE INDICADORES DE GESTION .....	100
11.9.1 Confiabilidad.. .....	101
11.9.2 Mantenibilidad.....	101
11.9.3 Disponibilidad.....	102
12. MANUALES DE SEGURIDAD .....	109
12.1 EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL .....	109
12.2 CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL .....	109
12.3 SELECCIÓN DEL EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL .....	109
12.3.1 Protección de la Cabeza.....	110
12.3.2 Protección de los Ojos y la Cara.....	110

12.3.3 Protección de la Cara.....	111
12.3.4 Protección del Oído. ....	111
12.3.5 Protección de las Vías Respiratorias.. ....	111
12.3.6 Protección de las Manos.....	111
12.3.7 Protección de los Pies.....	111
13. ANALISIS DE COSTO FINANCIERO .....	113
13.1 TASA INTERNA DE RETORNO O RENTABILIDAD .....	113
13.2 CALCULO.....	113
13.3 RESULTADOS DEL CÁLCULO DEL TIR EN EXCEL .....	115
14. CONCLUSIONES .....	116
15.RECOMENDACIONES.....	118
BIBLIOGRAFIA.....	119
ANEXOS.....	121

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Ubicación de Campesa S.A. Anillo Vial .....	31
Figura 2. Taller principal de Campesa S.A. ....	32
Figura 3. Organización de Campesa S.A.....	34
Figura 4. Grafica de Auditoria de Mantenimiento.....	45
Figura 5. Esquema de Codificacion de Equipos .....	55
Figura 6. Login .....	88
Figura 7. Bienvenida .....	89
Figura 8. Configuracion del Programa .....	90
Figura 9. Consulta por Medio del Nombre del Equipo .....	91
Figura 10. Consulta por Medio delCodigo de Equipo.....	91
Figura 11. Modulo de Consulta de Inventario y Codificacion .....	92
Figura 12. Modulo de la Ficha Tecnica .....	94
Figura 13. Modulo de la Hoja De Vida .....	95
Figura 14. Solicitud de Servicio.....	96
Figura 15. Modulo de Orden de Trabajo .....	97
Figura 16. Modulo de Planeacion de Mantenimiento .....	98
Figura 17. Modulo de Programacion.....	99
Figura 18. Modulo de Alarmas .....	100
Figura 19. Modulo de Indicadores De Gestion.....	103
Figura 20. Grafica de Disponibilidad de los Equipos en el Area de Latoneria .....	105

Figura 21. Grafica de Disponibilidad de los Equipos del Area de Trabajo .....106

Figura 22. Grafica de Disponibilidad del Area de Pintura .....107

Figura 23. Grafica de Disponibilidad del Area de Diesel.....108

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Auditoria de la Gestion Del Mantenimiento .....	37
Tabla 2. Inventario del Área de Latonería .....	52
Tabla 3. Inventario del Area de Trabajo .....	53
Tabla 4. Inventario del Area de Pintura.....	53
Tabla 5. Inventario del Area de Diesel.....	54
Tabla 6. Codificacion del Area de Latoneria .....	56
Tabla 7. Codificacion del Area de Trabajo .....	57
Tabla 8. Codificacion del Area de Pintura .....	59
Tabla 9. Codificacion del Area de Diesel .....	60
Tabla 10. Valores de Factores Ponderados.....	64
Tabla 11. Analisis de Criticidad del Area de Latoneria.....	66
Tabla 12. Analisis de Criticidad del Area de Trabajo .....	67
Tabla 13. Analisis de Criticidad del Area de Pintura .....	68
Tabla 14. Analisis de Criticidad del Area de Diesel.....	68
Tabla 15. Rango del Analisis de Criticidad .....	69
Tabla 16. Matriz de Criticidad .....	72
Tabla 17. Valoracion de Riesgo.....	79
Tabla 18. Gato Hidraulico .....	81
Tabla 19. Banco Alineador de Chasis.....	81
Tabla 20. Soldador Mig .....	82

Tabla 21. Soldador Oxiacetilenico .....	82
Tabla 22. Martillo de Inercia.....	82
Tabla 23. Elevador Electro Hidraulico de Dos Columnas .....	83
Tabla 24. Elevador de Tijera.....	83
Tabla25. Elevador Electro Mecanico de Dos Columnas .....	83
Tabla 26. Compresor de Tornillo.....	84
Tabla 27. Gato para Transmision.....	84
Tabla 28. Balanceadora de Ruedas.....	84
Tabla 29. Elevador Electro Hidraulico de Cuatro Columnas .....	85
Tabla 30. Grua Hidraulica Movil con Pluma Extensiva .....	85
Tabla 31. Alineador de Direcciones .....	85
Tabla 32. Cabina de Pintura .....	86
Tabla 33. Lampara de Secado Infrarroja .....	86
Tabla 34. Prensa Hidraulica.....	86
Tabla 35. Desmontadora de Llantas.....	87
Tabla 36. Modulo de Inventario y Codificacion .....	93
Tabla 37. Disponibilidad de los Equipos el Area de Latoneria .....	104
Tabla 38. Disponibilidad de los Equipos del Area de Trabajo.....	105
Tabla 39. Disponibilidad de los Equipos del Area de Pintura.....	106
Tabla 40. Disponibilidad de los Equipos del Area de Diesel.....	107
Tabla 41. Norma Internacional para los Equipos de Proteccion Personal .....	110
Tabla 42. Costo de Mantenimiento Correctivo.....	114
Tabla 43. Costo de Mantenimiento Preventivo .....	115
Tabla 44. TIR .....	115

## LISTA DE ECUACIONES

	<b>Pág.</b>
Ecuación 1. Criticidad .....	62
Ecuación 2. Numero de Prioridad del Riesgo .....	77
Ecuación 3. Confiabilidad .....	101
Ecuación 4. Mantenibilidad .....	102
Ecuación 5. Disponibilidad .....	103
Ecuación 6. TIR .....	113

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo A. Codificación de los Equipos de los dos Talleres.....	122
Anexo B. Resultados del Analisis de Criticidad de los Equipos de Campesa S.A.....	136
Anexo C. Grafico del Resultado del Analisis de Criticidad de los Equipos de los Talleres de Campesa S.A. ....	140
Anexo D. Practica de Seguridad Operacional Del Elevador Electro Hidraulico de Cuatro Columnas .....	141
Anexo E. Practica de Seguridad Operacional Del Elevador Electro Hidraulico de Dos Columnas.....	142
Anexo F. Practica de Seguridad Operacional Del Elevador Electro Mecanico de Dos Columnas.....	143
Anexo G. Practica de Seguridad Operacional del Elevador Electro Hidraulico De Tijera.....	144
Anexo H. Practica de Seguridad Operacional del Banco Alineador de Chasis....	145
Anexo I. Practica de Seguridad Operacional para el Compresor de Tornillo. ....	146
Anexo J. Analisis de Modo de Falla en el Elevador Electro Mecanico de Dos Columnas.....	147
Anexo K. Analisis de Modo de Falla en el Compresor de Tornillo .....	150
Anexo L. Analisis de Modo de Falla en el Elevador de Tijera .....	153

## RESUMEN

**TITULO:** DISEÑO DE UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS TALLERES DE CAMPESA S.A. BASADOS EN EL ANALISIS DE CRITICIDAD Y ANALISIS DE MODO DE FALLA (FMEA). \*

**AUTORES:** IVAN LEONARDO MEDINA CABALLERO  
MARCOS GABRIEL CASTRO VILLAMIZAR\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Mantenimiento preventivo, Análisis de criticidad, Análisis de modo de falla.

### DESCRIPCION:

El presente proyecto tiene como principal objetivo mejorar el servicio en los dos talleres de CAMPESA S.A ubicados en la ciudad de Bucaramanga por medio de la implementación de un plan de mantenimiento preventivo a las máquinas y herramientas usadas en dichos talleres con el fin de aumentar su disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad.

El proyecto se inicia aplicando una auditoria del área de mantenimiento en la empresa, con el fin de diagnosticar el estado actual del mantenimiento en la empresa. A continuación se hace el levantamiento del inventario de todas las máquinas y herramientas que posee la empresa para la prestación del servicio.

El siguiente paso fue desarrollar el análisis de criticidad (CA) en todas las máquinas de los equipos con resultados más críticos elaboramos el análisis de modos y efectos de falla (FMEA).

El desarrollo del software se elabora con toda la información recogida teniendo como resultado un programa acorde con las necesidades de la empresa y que permite hacer cambios de manera fácil y rápida.

Se realizaron manuales de seguridad para las maquinas más robustas y que representan un grado de peligro alto para los operadores con el fin de prevenir accidentes y concientizar a los técnicos de la importancia de los elementos de seguridad y el uso adecuado de las máquinas de los talleres de Campesa, de la Avenida La Rosita y Anillo vial en la ciudad de Bucaramanga y Floridablanca, respectivamente.

---

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Mecánica, Director: Carlos Borrás Pinilla.

## ABSTRACT

**TITLE:** DESIGN SYSTEM PREVENTIVE MAINTENANCE WORKSHOPS FOR CAMPESA S.A. BASED IN CRITICALITY ANALYSIS AND FAILURE MODE ANALYSIS (FMEA)\*

**AUTHOR:** IVAN LEONARDO MEDINA CABALLERO  
MARCOS GABRIEL CASTRO VILLAMIZAR\*\*

**KEY WORDS:** PREVENTIVE MAINTENANCE, CAMPESA S.A, AUDIT, CRITICALITY ANALYSIS, FMEA, SOFTWARE.

### DESCRIPTION

This project's main objective improve service in the two workshops CAMPESA SA located in the city of Bucaramanga through the implementation of a preventive maintenance plan to the machines and tools used in these workshops in order to increase the availability , reliability and maintainability.

The project is initiated by applying an audit to the maintenance area in the company in order to diagnose the state of the maintenance inside the company. Following the lifting of the inventory of all equipment and tools owned by the company for the service it is made. The next step was to develop the criticality analysis (CA ) on all machines. Of the teams with the most critical results elaborate analysis of failure modes and effects ( FMEA ) .

Software development is made with all the information collected resulting in a program according to the needs of the company and allows changes easily and quickly.

They are carried out safety manuals for more robust machines that represent a high degree of hazard to operators in order to prevent accidents and raise awareness among technicians importance of the security and proper use of the machines in the workshops of Campesa, Avenida La Rosita and ring road in the city of Bucaramanga and Floridablanca, respectively.

---

\* Degree Work

\*\* Faculty of Phisico-Mechanical Engineering. School of Mechanical Engineering. Director Carlos Borrás Pinilla.

## INTRODUCCION

Actualmente es importancia para la mayoría de las empresas contar con un plan de mantenimiento que garantice el buen funcionamiento y la disponibilidad de herramientas y equipos. Tener un programa para la gestión en el área de mantenimiento es una ventaja para todas las compañías, en principio se puede tener la percepción errónea de considerarlo como gasto extra, sin embargo a largo plazo genera ganancias para la compañía las cuales pueden verse reflejados en una mayor vida útil de los equipos, reducción de las paradas inesperadas aumentando la producción y mayor seguridad para los operarios de las máquinas.

El presente trabajo de grado está encaminado a mejorar la productividad de la empresa CAMPESA S.A. por medio de la creación de un sistema que facilite la realización de mantenimiento de tipo preventivo y así garantizar su competitividad en el mercado.

Para poder identificar como se encuentra la empresa CAMPESA S.A. es necesario realizar un diagnóstico por medio de la auditoria de la gestión de mantenimiento, una vez identificados los problemas se busca la creación de la mejor herramienta que facilite la implementación de mantenimiento de tipo preventivo y de ese modo mejorar los procesos que se dan en la empresa. Una de las áreas a mejorar es el departamento de mantenimiento, el cual afecta directamente la calidad y los costos del servicio automotriz, ya que los equipos en mal estado generan disminución en la producción.

El diseño de este sistema se basa en aplicar un análisis de criticidad a todos los equipos y herramientas de los talleres de CAMPESA S.A. y saber cuáles son los equipos que necesitan mantenimiento preventivo, ya sabiendo los equipos que necesitan mantenimiento a estos se les hace un análisis de modo de falla (FMEA)

y así podemos identificar las fallas que tiene cada uno de los equipos críticos y por medio de un cronograma de mantenimiento se lograra mejorar el estado de cada equipo y herramienta de la empresa.

Así, teniendo en cuenta que la implementación de este programa para la gestión del mantenimiento en la empresa CAMPESA S.A permitirá la planificación, programación y el registro de las actividades de mantenimiento en los equipos de área de producción. También se podrá llevar un control en los tiempos y los costos de operación de cada máquina con el fin de aportar herramientas útiles para la toma de decisiones en dicha área.

## 1. IDENTIFICACION DEL PROBLEMA

El mantenimiento es de vital importancia para una empresa, y por ello debe gestionarse de manera adecuada, para el cumplimiento de los objetivos y metas de la organización, minimizando paradas imprevistas de sus equipos y atrasos en sus operaciones; garantizando de esta manera un buen desenvolvimiento de las actividades.

CAMPESA S.A es una empresa dedicada a la concesión venta y mantenimiento de vehículos marca Chevrolet, en ella solo se realiza mantenimiento correctivo a los equipos y herramientas cuando fallan, lo que constituye en sí misma una demora en el servicio de calidad de la empresa; sumado a lo anterior no se cuenta con soportes adecuados para realizar seguimientos adecuados a los equipos.

Debido a los constantes problemas de fallas en los equipos esto afecta la productividad en la empresa, incrementando costos en el departamento de mantenimiento, que a su vez no se garantiza la calidad ni la entrega puntual del producto. Las fallas frecuentes de los equipos, aparecen debido a que el personal operativo no tiene cuidado en el manejo de los equipos y herramientas.

El procedimiento que hace la empresa para la realizar el mantenimiento es el siguiente: Una vez se presenta la falla se informa a los jefes de talleres quienes a su vez son los que toman la decisión de realizar o no acciones de primera mano dependiendo de la magnitud del daño y el posible costo del mantenimiento; a veces

Por diversos motivos se deben recurrir a empresas externas para realizar estos tipos de mantenimiento, lo que a su vez genera sobre costos a la empresa además de

que no se maneja ningún documento o programa para llevar un registro de las actividades de mantenimiento, que les permita medir y tomar decisiones acertadas para el buen funcionamiento de los talleres.

Como las actividades de mantenimiento no son controladas, los costos no son específicos y los soportes no son claros, la calidad en estos procesos no se puede medir tampoco.

Con el sistema de información que se propone en este proyecto de grado se busca optimizar los procesos y mejorar la calidad del servicio conociendo que equipos requieren mantenimiento de tipo preventivo el cual garantice su correcto funcionamiento durante todo el periodo de garantía y así disminuir costos y alcanzar un índice óptimo de fiabilidad.

## 2. JUSTIFICACION

Este proyecto de grado desarrollado por los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Mecánica de Universidad Industrial de Santander pretende brindar a la empresa CAMPESA. S.A. una herramienta que mejore las actividades de mantenimiento dentro de la misma.

En la empresa actualmente se realiza mantenimiento correctivo cuando se evidencian fallas, lo cual en muchas ocasiones crea ambientes poco favorables en la relación cliente-empresa, ya que con equipos en mal estado generan incremento de costos en el mantenimiento en el área de producción; con el fin de mejorar los procesos administrativos se propone desarrollar un programa de mantenimiento preventivo a los equipos y herramientas de cada área de los talleres de CAMPESA S.A. de Bucaramanga, disminuyendo así los costos de mantenimiento que favorezca el mejoramiento del servicio haciéndolo más eficaz y oportuno.

Se pretende alcanzar con el sistema de información programada una oportuna y eficaz planeación del mantenimiento preventivo dentro de la empresa y su respectiva evaluación de gestión para mejorar día a día este aspecto importante en la organización. Además de esto se quieren reforzar las tareas de mantenimiento para unificar la empresa con una mejora en la comunicación entre las diferentes dependencias para hacer más sencilla la obtención de metas propuestas por la empresa.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Contribuir al compromiso misional de la Universidad Industrial de Santander realizando una participación activa a través del fortalecimiento de las relaciones con la industria, mediante la realización de tareas o actividades que la empresa requiere para aumentar los niveles de disponibilidad de la maquinaria en el desarrollo de los procesos productivos y minimización de costos.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un inventario y codificación de las máquinas y herramientas en los talleres de CAMPESA S.A.
- Efectuar un análisis de criticidad basado en el concepto de riesgo, usando el método de valores de factores ponderados a todos los equipos de cada área de producción de los talleres de CAMPESA S.A., para la toma de decisiones sobre los equipos y la programación de las actividades preventivas.
- Implementar un plan de mantenimiento preventivo para los talleres de CAMPESA S.A. de los equipos más críticos basados en el análisis de criticidad y análisis de modos y efectos de falla (FMEA).

- Implementar un sistema computarizado para el mantenimiento preventivo de los talleres de CAMPESA S.A. que permita la organización de la información que maneja el departamento de mantenimiento, mediante las herramientas de Microsoft Excel y Microsoft Access en el diseño y elaboración de un programa de mantenimiento con los siguientes módulos:
  - Inventarios.
  - Equipos.
  - Planeación del mantenimiento.
  - Programación.
  - Alarmas.
  - Indicadores de gestión.
  
- Crear manuales y guías para el proceso de aprendizaje del personal con sus respectivos niveles de seguridad en los diferentes entornos del mantenimiento.

## 4. CAMPESA S.A. DE BUCARAMANGA

### 4.1 RESEÑA HISTORICA<sup>1</sup>

CAMPESA S.A., fue creada el 18 de junio de 1988, mediante escritura No. 2496 registrada en la notaria 31 de Bogotá, y con domicilio en la ciudad de Bucaramanga. En este mismo año, CHEVROLET lanza el Campero Trooper, iniciando la Red de Concesionarios especializada en Camperos.

Tres años más tarde, CAMPESA S.A., inicia la comercialización de las líneas adicionales de vehículos 4X4 como Silverado, Blazer y Samurai; y a finales del año 1992, consigue la aprobación por parte de GENERAL MOTORS COLMOTORES para la venta de toda la línea de vehículos a gasolina de la marca CHEVROLET.

El nombre comercial del concesionario es Camperos de Santander S.A. (CAMPESA S.A.) y su representante legal es el Dr. Alberto Alarcón French. La compañía está conformada como una sociedad anónima encargada de la realización de actividades de comercialización de vehículos nuevos y usados.

Es un Concesionario Automotriz ubicado en la ciudad de Bucaramanga y dedicado a la venta de las diferentes líneas de vehículos de la marca CHEVROLET, tiene un departamento de posventa dedicado a prestar el servicio de mecánica automotriz y pintura.

---

<sup>1</sup> [En línea]. [15 sept de 2015]. Disponible en:<<http://www.campesa.com.co/contenido.html>>.

## 4.2 UBICACIÓN DE CAMPESA S.A.

Los servicios de posventa de CAMPESA S.A. de la figura 1. Está ubicado en el anillo Vial Km 2,3 vía a Girón y el taller principal de la figura 2. Está ubicado en la Cra.16 No. 45-64 de Bucaramanga; dándole a los clientes Confort, Comodidad, Tecnología, Amplitud y Agilidad para que disfruten la mejor experiencia de servicio automotriz los cuales cuenta la compañía con profesionales, técnicos y tecnólogos con excelente conocimiento en el cargo que cada uno desempeña.

**Figura 1. Ubicación de Campesa S.A. Anillo Vial**



Fuente: <http://www.campesa.com.co/page?id=24>

**Figura 2. Taller Principal de Campesa S.A.**



Fuente: <http://www.campesa.com.co/page?id=2>

#### **4.3 MISION**

Son un concesionario automotriz orientado al logro de la satisfacción total y fidelidad de los clientes a las marcas CAMPESA y CHEVROLET, ofreciendo asesoría integral de alta calidad para la compra de vehículos nuevos, usados, repuestos y servicio de posventa, soportado en talento humano especializado y tecnología adecuada, trabajando con responsabilidad social y respeto al medio ambiente.

#### **4.4 VISION**

Ser el Concesionario líder en gestión integral de la red de GENERAL MOTORS en Santander a diciembre 31 de 2012, desarrollando estrategias efectivas para mejorar continuamente la calidad de los procesos y servicios, alcanzando la fidelidad de nuestros clientes y la satisfacción de todos los grupos de interés.

Valores corporativos:

- Confiabilidad
- Crecimiento
- Trabajo en equipo

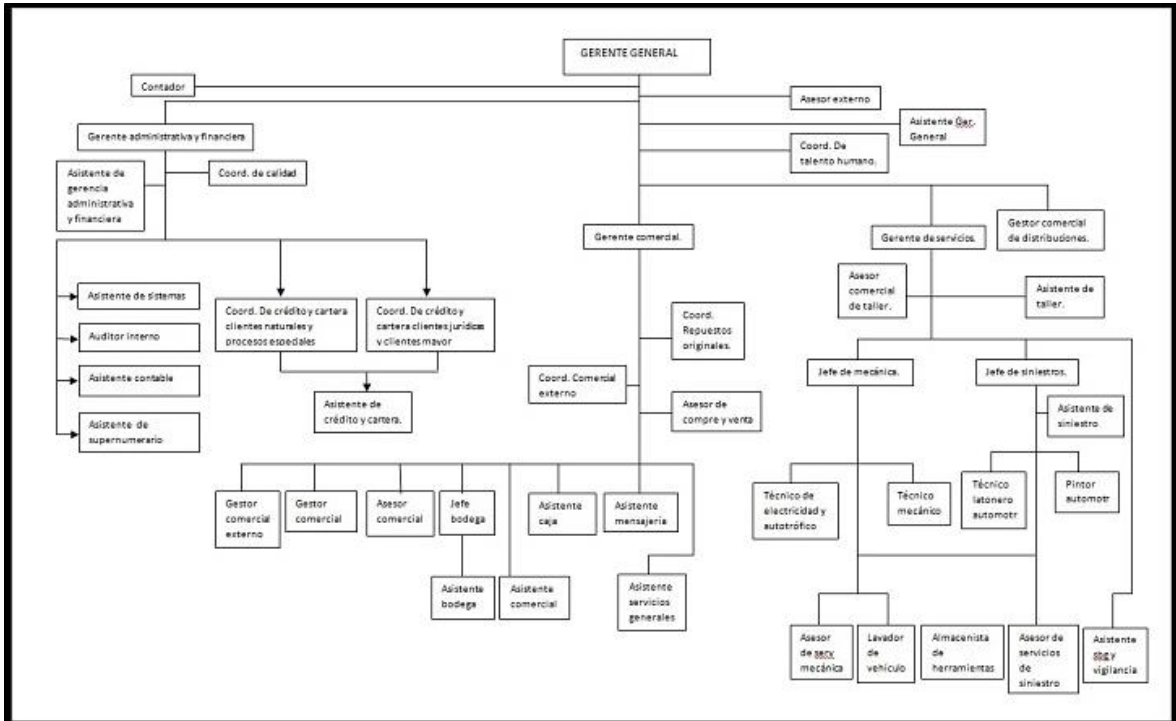
#### **4.5 POLITICA DE CALIDAD**

Prestar servicios de calidad, con excelente fiabilidad acorde a las exigencias de CAMPESA S.A. a los estándares globales de GENERAL MOTORS y basados en el mejoramiento continuo para alcanzar la satisfacción total de nuestros clientes.

#### **4.6 ORGANIZACIÓN DE CAMPESA S.A.**

En la figura 3. Se muestra la organización formal de CAMPESA S.A., ya que comprende estructura organizacional, directrices, normas y reglamentos de la organización, rutinas y procedimientos que le sirven para determinar los estándares de interrelación entre los cargos y para alcanzar eficientemente sus objetivos.

**Figura 3. Organización de Campesa S.A.**



Fuente: <http://ingindustrial-admon.blogspot.com.co/2010/11/proceso-administrativo-autochevrolet.html>

#### 4.7 SERVICIO

Con objetivo de superar las expectativas de nuestros clientes, en el Almacén Éxito principal, hemos inaugurado un Chevy Espresso Campesa, que ofrece una moderna área de taller y servicios con tres estaciones de trabajo individuales, operadas por un Técnico y un asistente cada una, con herramientas y equipos propios, donde los vehículos pueden ser atendidos en un tiempo promedio de 30 a 60 minutos, dependiendo de la asistencia solicitada, principalmente cambio de aceite y filtros, mecánica ligera, cambios de bujías, cambio de cables de bujías o cambio de correas.

Asimismo, “Chevy Express Campesa Éxito” cuenta con área de exhibición de accesorios y repuestos, estacionamiento y una cómoda sala de espera, con amplios ventanales que ofrecen una vista permanente al área de servicios para los clientes que deseen esperar mientras se lleva a cabo el servicio a su vehículo.

## **5. AUDITORIA DE LA GESTION DEL MANTENIMIENTO ACTUAL PARA LOS TALLERES DE CAMPESA S.A.<sup>2</sup>**

La auditoría consta de catorce bloques de autoanálisis que contemplan 132 preguntas claves, con las que pensamos diagnosticar con suficiente certeza la situación del departamento de mantenimiento de CAMPESA S.A. En caso de dar una puntuación negativa debe ser objeto de reflexión y quizás de mayor número de preguntas planteadas sobre debilidades y propuestas de mejora que, a ser posible, sean aportadas por su equipo técnico o predirectivo.

La encuesta tiene los siguientes ítems de autoanálisis:

- A. Organización General.
- B. Métodos y Sistemas de Trabajo.
- C. Control Técnico de instalaciones y Equipos.
- D. Gestión de la Carga de Trabajo.
- E. Compra y logística de Repuestos y Equipos.
- F. Sistemas Informáticos.
- G. Organización del Taller de Mantenimiento.
- H. Herramientas y Medios de Prueba.
- I. Documentación Técnica.
- J. Personal y Formación.
- K. Contratación.
- L. Documentación.

---

<sup>2</sup> GONZALEZ, Francisco Javier. Auditoria del mantenimiento e indicadores de gestión. Artegraf S.A. Pág. 101.

M. Capacitación.

N. Control de la Actividad.

En la tabla 1. Se muestra la auditoria de la gestión de mantenimiento. Cada pregunta se valora con un puntaje de 5 cuando la respuesta se implementa en la empresa, con un puntaje de 3 cuando la respuesta está en el intermedio y con un puntaje de 1 cuando es mala o desfavorable.

**Tabla 1. Auditoria de la Gestión del Mantenimiento**

<b>A. ORGANIZACIÓN GENERAL</b>	<b>Si</b>	<b>INTERMEDIO</b>	<b>No</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>PUNTOS</b>
1. ¿Está definida por escrito y aprobada, la organización y responsabilidades del departamento del mantenimiento (Organigrama)?		X			3
2. ¿Existe un encargado de mantenimiento?		X			3
3. ¿El personal encargado de mantenimiento conoce las responsabilidades, limitaciones y obligaciones de su cargo?		X			3
4. ¿Está suficientemente dimensionada la estructura de la dirección de mantenimiento y su equipo técnico para abordar nuevos procesos de mejora?		X			3
5. ¿El taller cuenta con personal certificado y calificado para realizar los mantenimientos?	X				5
6. ¿Tiene cada sección y o actividad un presupuesto de funcionamiento y hay seguimientos periódicos de su adecuación a la realidad?		X			3
7. ¿Existe un área de planificación y coordinación de trabajos para realizar estudios de mejora y formación?	X				5
8. ¿Existe descripciones de las funciones (En el terreno de responsabilidad y en el de iniciativa) para cada uno de los puestos de ejecución?	X				5
9. ¿El personal de producción tiene instrucciones para llevar a cabo operaciones de mantenimiento de primer nivel y las ejecutan?		X			3
10. ¿Todas operaciones preventivas y correctivas se ejecutan con órdenes de trabajo y aplican adecuadamente las actividades y repuestos?		X			3
11. ¿Tiene objetivos claros e indicadores de funcionamiento que sirvan de pauta como resultados del servicio prestado?			X		1
12. ¿Hay reuniones periódicas y se realizan seguimientos de niveles de calidad de servicios percibidos por nuestros clientes?	X				5

**Tabla 1. Continuación**

<b>B. METODOS Y SISTEMA DE TRABAJO</b>	<b>Si</b>	<b>INTERMEDIO</b>	<b>No</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>PUNTOS</b>
1. ¿Disponen de sistema de planificación y preparación de trabajo para intervenciones importantes (cronogramas de actividades y actividades a realizar)?	X				5
2. ¿Tiene procedimientos para preparar trabajos, establecer presupuesto y justificar nuevas adquisiciones o proponer nuevas actividades?		X			3
3. ¿Disponen ustedes de métodos operativos escritos para los trabajos complejos o delicados?		X			3
4. ¿Tienen ustedes un procedimiento por escrito (y aplicado) que defina las autorizaciones de trabajo (consignación, des consignación) para los trabajos que conlleven riesgos?		X			3
5. ¿se archivan en los expedientes o historiales de equipos y sistemas los trabajos de preparación y planificación de grandes intervenciones?			X		1
6. ¿Hay acciones que lleven a organizar las máquinas y unidades?	X				5
7. ¿Tiene ustedes métodos para estimación de tiempos distintos de la estimación global?		X			3
8. ¿utilizan ustedes el método de gratt, para la preparación de trabajos largos, importantes o que necesiten mucha coordinación?			X		1
9. Tiene métodos formalizados para hacer las reparaciones y protocolos de pruebas	X				5
10. ¿Guardan ustedes la unidades en almacén, hacen que preparar kits (piezas o herramientas) antes de sus intervenciones?			X		1
11. Esta el conjunto de la documentación debidamente clasificada y fácil mente accesible		X			3
12. ¿Tiene sistemas de priorización de actividades con base en su criticidad, repercusión necesaria etc.?			X		1
<b>C. CONTROL TECNICO DE INSTALACIONES Y EQUIPOS</b>	<b>Si</b>	<b>Intermedio</b>	<b>No</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>PUNTOS</b>
1. ¿Disponen ustedes de una lista recapitulada (inventario) de ubicación de los equipamientos de su unidad?		X			3
2. ¿La empresa cuenta con planos de ubicación y/o disposición de cada máquina?	X				5
3. ¿Tienen cada equipamiento un número de identificación cronológico de inmovilización?	X				5
4. ¿En su instalación tiene todo el equipamiento un número de identificación claramente señalado?		X			3

**Tabla 1. Continuación**

5. ¿Se registran sistemáticamente las modificaciones, instalaciones nuevas o la supresión de equipamientos?			X		1
6. ¿Hay un archivo informático o en papel de cada equipo o instalación, y de sus subgrupos funcionales, con reseñas históricas de todos los trabajos llevados a cabo y su costo?			X		1
7. ¿Tiene efectuados análisis de criticidad de equipos y estudio de averías y modos de fallo (MFE, RCM, etc.)?			X		1
8. ¿Disponen ustedes de información sobre las horas pasadas las piezas consumidas y los costes, equipamiento por equipamiento?		X			3
9. ¿Hay uno (o varios) responsables del cuidado de las reseñas históricas de los trabajos?			X		1
10. ¿Está asegurado el seguimiento y control formal de las operaciones reglamentarias y de seguridad llevadas a cabo?	X				5
11. ¿Se audita periódicamente la situación de inventario y su documentación?			X		1
12. ¿Tiene posibilidad de analizar sistema a sistema el coste real de los ciclos de vida LCC?			X		1
13. ¿Posee la empresa algún método de estimación de costos por mantenimiento de las diferentes máquinas y herramientas?			X		1
<b>D. GESTION DE LA CARGA DE TRABAJO</b>	<b>Si</b>	<b>INTERMEDIO</b>	<b>No</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>PUNTOS</b>
1. ¿Tienen ustedes, un programa establecido de mantenimiento preventivo? (Acciones preventivas, periodicidad, carga de trabajo)			X		1
2. ¿Disponen ustedes de fichas (o check-lists) escritas de mantenimiento preventivo?		X			3
3. ¿Existe algún responsable del conjunto de las acciones de mantenimiento preventivo (en términos de control y de actualización)?			X		1
4. ¿Tiene los usuarios (u operadores) de los equipos responsabilidades en materia de ajuste y mantenimiento de rutina?		X			3
5. ¿Tienen ustedes un sistema de registro de las demandas o solicitudes de trabajo?			X		1
6. ¿Hay alguna persona más específicamente responsable de la planificación de los trabajos?		X			3
7. ¿Tienen ustedes reglas definidas que permitan asignar los trabajos según las prioridades?	X				5
8. ¿Existe algún documento (o solicitud de trabajo) que permita informar o seguir toda intervención que se utilice sistemáticamente para cada trabajo?		X			3
9. ¿Disponen ustedes de una planeación semanal (o periódica) de distribución de los trabajos?	X				5
10. Cuando un trabajo no puede ser abordado con la celeridad que les exige producción, ¿tiene un procedimiento para informar de ello y poner medidas correctivas y preventivas?		X			3

Tabla 1. Continuación

<b>E. COMPRA Y LOGISTICA DE REPUESTOS Y EQUIPOS</b>	<b>Si</b>	<b>INTERMEDIO</b>	<b>No</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>PUNTOS</b>
1. Cuando se realiza un mantenimiento, ¿existe registro de materiales utilizados?			X		1
2. ¿Existe un registro de repuestos o piezas de la maquinaria que se reemplazan durante el mantenimiento?			X		1
3. ¿Tienen un almacén específico o diferenciado para mantenimiento y un sistema de lanzamiento y seguimiento de pedidos a su medida?		X			3
4. ¿Disponen de un sistema de libre servicio para artículos y piezas de consumo habitual?		X			3
5. ¿El stock de repuestos está al día, accesible a su personal de forma informatizada y disponible el valor, número de artículos, plazo, etc.?		X			3
6. ¿Esta todas las piezas de repuesto Identificadas y codificadas?		X			3
7. ¿Hay un procedimiento formalizado de solicitud de ofertas con pliegos adaptados a sus necesidades y adjudicación de pedidos?	X				5
8. ¿Los procedimientos de aprovisionamiento son rápidos y flexibles?		X			3
9. ¿Tiene proveedores concertados que almacenan en sus dependencias los materiales y repuestos de su suministro?	X				5
10. ¿Tiene facilidad y homologados suministradores distintos al propio fabricante del equipamiento o instalación?	X				5
11. ¿Tienen un sistema rápido y eficaz de reparación de equipos y sistemas de inventario?		X			3
12. ¿Hay gran conexión entre el servicio de compras y de mantenimiento para las decisiones de compra y negociación con los suministros?	X				5
13. ¿Los procedimientos administrativos y operativos para solicitar un repuesto o un traslado son ágiles y amigables?		X			3
<b>F. SISTEMAS INFORMATICOS</b>	<b>Si</b>	<b>INTERMEDIO</b>	<b>No</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>PUNTOS</b>
1. ¿Cuentan con un software especializado para administrar el mantenimiento preventivo de los equipos?			X		1
2. ¿La empresa tiene un programa informático para llevar un control de gastos de mantenimiento?		X			3
3. ¿Se dispone de una herramienta informática con las especificaciones y pasos a seguir para el mantenimiento?			X		1
4. ¿Existe un software o inventario de los repuestos que se pueden encontrar en la bodega o una base de datos de empresas que los pueda suministrar?			X		1

**Tabla 1. Continuación**

<b>G. ORGANIZACIÓN DEL TALLER DE MANTENIMIENTO</b>	<b>Si</b>	<b>Intermedio</b>	<b>No</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>PUNTOS</b>
1. ¿El espacio que tiene asignado a su Departamento para actividades de banco, oficina, de planificación e ingeniería, almacén, etc., es suficiente?		X			3
2. ¿Dispone a pie de obra de las instrucciones operativas y protocolos para ser consultados por sus Mandos y operarios directamente?	X				5
3. ¿Se encuentra bien ubicado el almacén de herramientas y respuestas?	X				5
4. ¿disponen de suficiente utillaje y medio de manutención y transporte adecuados a sus trabajos preventivos y correctivos?		X			3
5. ¿Las órdenes de trabajo se abren y cierran a pie de obra, con terminales ubicados en la planta o con terminales portátiles?	X				5
6. ¿Las zonas destinadas a materiales útiles, a averiados y de envío o recepción exterior están correctamente identificadas y delimitadas?		X			3
7. ¿Hay un responsable de logística de la custodia de herramientas y útiles de la verificación y calibración periódica de ellas?	X				5
<b>H. HERRAMIENTAS Y MEDIOS DE PRUEBA</b>	<b>Si</b>	<b>INTERMEDIO</b>	<b>No</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>PUNTOS</b>
1. ¿Dispone de un inventario documentado y actualizado de herramientas y equipos de pruebas?			X		1
2. ¿Dispone de Departamento, en propiedad o con accesibilidad inmediata, de las herramientas especiales y equipamientos que precisan?		X			3
3. ¿Está correctamente definido el procedimiento de verificación y calibración de herramientas especiales y útiles?			X		1
4. ¿Dispone de proceso de puesta a disposición o bono de responsabilización de herramientas para el caso de que estas se utilicen por contratistas?	X				5
5. ¿Cada operario dispone de una caja de herramientas personal?	X				5
6. ¿Existen verificaciones periódicas de puesta en conformidad de máquinas y herramientas, nuevas, usadas, o modificadas por Ustedes?		X			3
7. Cuando necesitan un medio extraordinario de manutención o transporte, ¿Lo disponen con las características y celeridad precisa?	X				5
8. ¿La logística, contratación y gestión de nuevas herramientas y medios, es realizada directamente por Uds.?	X				5

**Tabla 1. Continuación**

<b>I. DOCUMENTACION TECNICA</b>	<b>Si</b>	<b>INTERMEDIO</b>	<b>No</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>PUNTOS</b>
1. ¿Disponen Uds. de documentación técnica general suficiente: mecánica de construcción, electricidad, código de entorno y nocividad, regulaciones?		X			3
2. ¿Disponen Uds. de planos de conjunto y los esquemas necesarios?		X			3
3. ¿Están disponibles las instrucciones técnicas de utilización y mantenimiento, así como las listas de las piezas sueltas para equipamientos de mayor envergadura?		X			3
4. ¿Son fácilmente obtenibles y utilizables (en español) los planos de las instalaciones?			X		1
5. ¿Se ponen al día los planos y los esquemas a medida que se aportan las modificaciones?		X			3
6. ¿Se registran los trabajos de modificaciones de los equipamientos y se archivan los expedientes de preparación correspondientes (preparación, puesta al día de la documentación)?	X				5
7. ¿Son fácilmente obtenibles los contratos de mantenimiento de constructores, contratistas?	X				5
8. ¿Son suficientes los medios de fotocopiado e impresión?		X			3
<b>J. PERSONAL Y FORMACION</b>	<b>Si</b>	<b>Intermedio</b>	<b>No</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>PUNTOS</b>
1. ¿El ambiente de trabajo es en general positivo?	X				5
2. ¿Dirigen y supervisan correctamente los manejos intermedios los trabajos efectuados por los operarios bajo su responsabilidad?		X			3
3. ¿Se examinan en grupo los problemas a menudo, incluyendo también a los operarios (círculos de calidad, grupos de progreso)?		X			3
4. ¿Se llevan a cabo encuentro periódicos de apreciación entre personal directivo y el operario?	X				5
5. ¿Los mandos intermedios y los operarios están lo suficientemente disponibles? (Alargamiento de jornada laboral para acabar un trabajo trabajar los domingos)			X		1
6. ¿Consideran Uds. en general que la formación técnica de su personal es satisfactoria?	X				5
7. En el trabajo diario, ¿estiman Uds. que el personal tiene la iniciativa necesaria?	X				5
8. ¿Sus mandos intermedios aseguran de forma regular el perfeccionamiento del personal en materias técnicas?		X			3
9. ¿Reciben sus mandos intermedios formación en nuevas tecnologías gracias a estancias, visitas a constructores, a exposiciones, etc.?		X			3
10. ¿Recibe su personal en seguridad y prevención de accidentes de forma regular?	X				5

**Tabla 1. Continuación**

11. ¿Programa y domina la formación del personal el servicio de mantenimiento?			X		1
12. ¿Se sigue rigurosamente las cualificaciones y la habilitación del personal?	X				5
13. ¿Tienen Uds. pérdidas importantes de tiempo productivo debido a retrasos, ausencias?	X				5
14. ¿Son buenas las relaciones de su personal con los agentes de Producción?	X				5
<b>K. CONTRATACION</b>	<b>Si</b>	<b>Intermedio</b>	<b>No</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>PUNTOS</b>
1. ¿Tiene Uds. Un proceso de evaluación formas de los contratistas?			X		1
2. Se elaboran cuidadosamente los documentos descriptivos de los trabajos y los pliegos de condiciones?			X		1
3. La selección de los contratistas se llevan a cabo según criterios de técnica y competencia?		X			3
4. Cuando el mantenimiento no se realiza por personal de la empresa, ¿se tiene base de datos de personas o empresas que realicen el trabajo?	X				5
5. ¿Contratan Uds. las tareas para las que se consideran no disponen de suficientes técnicos?	X				5
6. ¿Incluyen en sus contratos con las empresas contratistas de cláusulas de resultados?			X		1
7. ¿Desarrollan Uds. una garantía de calidad y la colaboración con los contratistas?		X			3
8. ¿Crean Uds. y ponen al día un expediente por asunto, según un procedimiento de constitución predeterminado?			X		1
9. El control de los trabajos de los contratistas y la recepción de estos ¿las lleva a cabo una persona de su servicio, especialmente designada y según procedimientos rigurosos?	X				5
10. ¿Disponen Uds. de documentación específica para que empresas externas lleven a cabo el mantenimiento de sus equipamientos?			X		1
<b>L. DOCUMENTACION</b>	<b>Si</b>	<b>INTERMEDIO</b>	<b>No</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>PUNTOS</b>
1. ¿poseen inventario de equipos?		X			3
2. ¿los inventarios de los equipos se encuentra actualizados?			X		1
3. ¿Poseen hoja de vida de los equipos?	X				5
4. ¿la hoja de vida de los equipos se encuentra actualizadas?			X		1
5. ¿La hoja de vida maquinas cuenta con la información necesaria para realizar los mantenimientos y su respectivo historial (herramientas, piezas)?		X			3
6. ¿tienen órdenes de trabajo para un mantenimiento preventivo?			X		1
7. ¿Tienen órdenes de trabajo para un mantenimiento correctivo?			X		1

**Tabla 1. Continuación**

8. ¿Las órdenes de trabajo contienen la información necesaria?			X		1
9. ¿La empresa posee los programas de mantenimientos para todas sus máquinas herramientas?		X			3
10. ¿La empresa posee instructivo de cada máquina herramienta?		X			3
11. ¿La empresa realiza permisos de trabajo?			X		1
12. ¿La empresa posee Manual de procedimientos?			X		1
13. ¿Tienen cronograma de trabajos de mantenimiento?			X		1
14. ¿Los documentos anteriormente nombrados se encuentra sistematizado en un software?			X		1
<b>M. CAPACITACION</b>	<b>Si</b>	<b>INTERMEDIO</b>	<b>No</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>PUNTOS</b>
1. ¿Se realiza capacitación los operadores sobre los planes de mantenimiento de la empresa?		X			3
2. ¿Se le evalúa lo visto en la capacitación?		X			3
<b>N. CONTROL DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>Si</b>	<b>INTERMEDIO</b>	<b>No</b>	<b>OBSERVACIONES</b>	<b>PUNTOS</b>
1. ¿Se dan informes regulares del control de las horas, los costos de mano de obra y repuestos?			X		1
2. ¿Se controla la eficacia, grado de saturación y tiempos muertos del potencial de mantenimiento?			X		1
3. ¿Dominan ustedes su carga de trabajo?	X				5
4. ¿Posee la empresa algún método de estimación de costos por mantenimiento de las diferentes máquinas y herramientas?		X			3
5. ¿Emiten ustedes de forma regular un informe de las actividades a desarrollar (todos los meses y anualmente)?	X				5

FUENTE: Auditoria del mantenimiento e indicadores de gestión. Pág. 101.

## 5.1 RESULTADOS Y SU REPRESENTACION GRAFICA

Es conveniente representar los resultados obtenidos de una forma gráfica y pedagógica; tanto para nuestros propios colaboradores técnicos más directos, como para elevar las conclusiones y propuestas a la alta dirección.

Proponemos realizar un mallado o trama como el representado en la figura 4. En ella se simboliza mediante ejes separados de 30 grados, los catorce bloques temáticos abordados, se indican en cada malla, a escala las puntuaciones máximas que potencialmente se podrían obtener para cada bloque y, de forma concéntrica.

**Figura 4. Gráfica de Auditoria de Mantenimiento**



Podemos ver en la gráfica de la figura 4 que los puntos más bajos son de capacitación, documentación y sistemas informáticos en el desarrollo del proyecto está incluido el sistema de información del mantenimiento con lo cual se aumenta este punto y el de documentación que son de gran utilidad para el buen funcionamiento de los talleres.

## 6. CONCEPTO DE MANTENIMIENTO

### 6.1 DEFINICION DE MANTENIMIENTO

Es el trabajo emprendido para cuidar y restaurar hasta un nivel económico, todos y cada uno de los medios de producción existentes en la empresa. El mantenimiento preventivo se efectúa periódicamente. De igual manera, el mantenimiento preventivo tiene como objetivo detectar fallas que puedan llevar al mal funcionamiento del objeto en mantenimiento y, de esta manera se evita los altos costos de reparación y se distribuye la probabilidad de paros imprevistos, asimismo, permite una mayor duración de los equipos e instalaciones y mayor seguridad para los trabajadores sobre todo en el caso de aquellos empleados que laboran en industrias con grandes máquinas.<sup>3</sup>

Mayormente, todos los aparatos, maquinas, maquinarias, dispositivos, entre otros, necesitan en algún momento de su existencia recibir un mantenimiento, ya sea como indicamos para garantizar que sigan funcionando de modo satisfactorio, o bien para aquel desperfecto que haya surgido de pronto. Como los equipos no pueden mantenerse en buen funcionamiento por si solos, se debe contar con un grupo de personas que se encarguen de ello, conformando así el departamento de mantenimiento de la empresa. <sup>4</sup>

### 6.2 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Existen fundamentalmente tres tipos de mantenimiento:

---

<sup>3</sup> [En línea]. [26 de enero de 2016]. Disponible en:<<http://www.significados.com/mantenimiento-preventivo/>>.

<sup>4</sup> CUARTAS PEREZ, Luis Alberto. Que es el mantenimiento.2008. pag.1.

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento predictivo.
- Mantenimiento correctivo.

**6.2.1 Mantenimiento Preventivo.** Permite detectar fallas repetitivas, disminuir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil de equipos, disminuir costos de reparaciones, detectar puntos débiles en la instalación y las tareas incluyen acciones como cambio de piezas desgastadas.

El mantenimiento preventivo puede definirse como la programación de actividades de inspección de los equipos, tanto de funcionamiento como cambio de piezas desgastadas, que deben llevarse a cabo en forma periódica con base a una actividad planeada para asegurar la disponibilidad y confiabilidad del equipo. Su propósito es prevenir las fallas, manteniendo los equipos en óptima operación.

La característica principal de este tipo de mantenimiento es conseguir que los equipos se conserven en condiciones óptimas de funcionamiento, previniendo las posibles averías y fallos corregirlas en el momento oportuno. Consiguiendo así que el trabajo se realice con los mayores niveles de calidad y seguridad.

El mantenimiento no debe ser realizado únicamente por el personal encargado, el trabajador también lo puede realizar, teniendo los equipos, herramientas, en buenas condiciones, previniendo así cualquier accidente.

## **Ventajas**

- Bajo costo en realización con el mantenimiento preventivo.
- Reducción importante del riesgo por fallas o fugas.
- Reduce la probabilidad de paros imprevistos.
- Permite llevar un mejor control y planeación sobre el propio mantenimiento a ser aplicado en los equipos.

## **Desventajas**

- Se requiere tanto de experiencia del personal de mantenimiento como de las recomendaciones del fabricante para hacer el programa de mantenimiento a los equipos.
- No permite determinar con exactitud el desgaste o depreciación de las piezas de los equipos.
- Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo del mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.
- Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo produce falta de motivación en el personal, por lo que se deberán crear sistemas imaginativos para convertir un trabajo repetitivo en un trabajo que genere satisfacción y compromiso.

**6.2.2 Mantenimiento Predictivo.** Es cuando se realizan diagnósticos o mediciones que permiten predecir si es necesario realizar correcciones o ajustes antes de que ocurra una falla a diferencia del preventivo, no descansa en acciones programadas en forma rígida. En este caso lo que se programa y se cumple obligatoriamente son las inspecciones, cuyo objetivo es detectar el estado técnico de sistema e indicar la conveniencia de realizar una acción correctiva.

Algunas acciones del mantenimiento preventivo son: ajustes, limpieza, análisis, lubricación, calibración, reparación, cambios de piezas, entre otros. Mayormente, todos los aparatos, maquinas, maquinarias, dispositivos, entre otros, necesitan en algún momento de su existencia recibir un mantenimiento, para garantizar que sigan funcionando de modo satisfactorio, o bien para reparar aquel desperfecto que haya surgido de pronto.

En tanto, quien despliega la actividad de mantener o de corregir las fallas que puedan suscitarse en los equipos o maquinas se conoce popularmente mecánico o como técnico y cabe destacarse que para llevar a cabo su actividad debe disponer de un profundo conocimiento de las piezas que componen el artefacto o aparato en cuestión y también de su funcionamiento.

**6.2.3 Mantenimiento Correctivo.** El mantenimiento correctivo es el proceso mediante el cual se realizan las correcciones de las averías o fallas, cuando estas se presentan. Generalmente estas fallas generan retrasos en la productividad de una organización y por consecuencia pérdidas para la empresa. Por tal motivo siempre se realiza un diagnóstico para detectar el posible daño.

Existen dos formas diferenciadas de mantenimiento correctivo: el programado y no programado. La diferencia entre ambos radica en que mientras el no programado y no programado. La diferencia entre ambos radica en que mientras el no programado supone la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse, el mantenimiento correctivo programado o planificado supone la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios y además el momento de realizar la reparación se adapta a las necesidades de producción. La decisión entre corregir un fallo de forma planificada o de forma inmediata suele marcarla la importancia del equipo en el sistema productivo: Si la avería supone la parada inmediata de un equipo necesario, la reparación comienza sin una planificación previa. Si en cambio, puede mantenerse el equipo o la instalación operativa aun con ese fallo presente, puede posponerse la reparación hasta que llegue el momento más adecuado.<sup>5</sup>

---

<sup>5</sup> GARCIA GARRIDO, Santiago. Mantenimiento correctivo organización y gestión de la reparación de averías. Colección mantenimiento industrial volumen 4. [En línea]. [29 de agosto del 2015]. Disponible en: <<http://www.renovetec.com/mantenimientoindustrial-vol4-correctivo.pdf>>.

## 7. INVENTARIO Y CODIFICACION

### 7.1 INVENTARIO

El inventario es uno de los activos que posee la empresa CAMPESA S.A. donde se registra el conjunto de los bienes que componen el patrimonio de la empresa. La función administrativa asociada al inventario y abastecimiento tiene un alto impacto en la productividad del mantenimiento.

La clasificación eficiente de los productos apoya el establecimiento de los niveles de existencia de seguridad. El correcto nivel de inventario de seguridad de cada producto depende, entre otras cosas, el pronóstico de su demanda, su tiempo de entrega, así como riesgo de la obsolescencia.<sup>6</sup>

La administración de un inventario es un punto determinante en el manejo estratégico de toda organización, tanto de prestación de servicios como de producción de bienes.

Las tareas correspondientes a la administración de un inventario se relaciona con la determinación de los métodos de registro, la determinación de los puntos de rotación, las formas de clasificación y el modelo de del inventario.

---

<sup>6</sup> [En línea]. [10 de enero de 2016]. Disponible en: <<http://campuscurico.otalca.cl/~fespinos/MODELOS%20PARA%20GESTION%20DEL%20INVENTARIO%20DE%20MANTENIMIENTO.pdf>>.

En las siguientes tablas del 2 al 5. Se podrá observar con detalle el inventario de los equipos y herramientas que se realizó en las diferentes áreas de los talleres de CAMPESA S.A.

**Tabla 2. Inventario del Área de Latonería**

ITEM	CANTIDAD	CODIFICACION	EQUIPO
1	6	LAT-GH-01	Gato Hidraulico MEGA T2
2	1	LAT-SN-01	Sierra Neumatica STANLEY-PUMA
3	25	LAT-RN-01	Red Neumatica AIRTAC
4	1	LAT-BAC-01	Banco Alineador de Chasis CHIEF
5	1	LAT-SM-01	Soldador Mig ESAB
6	1	LAT-DPC-01	Diferencial Palanca de Cadena VITAL
7	1	LAT-SO-01	Soldador Oxiacetilenico VICTOR EQUIPO C
8	1	LAT-MI-01	Martillo de Inercia SOLARY
9	1	LAT-MI-02	Martillo de Inercia CAR-O-LINER
10	1	LAT-TE-01	Torre de Estiraje CAR-O-LINER
11	1	LAT-GT-01	Gato para Transmision BEND PAK
12	1	LAT-PB-01	Prensa de Banco #2 URSUS
13	1	LAT-EN-01	Engrasador Neumatico BREMEN
14	1	LAT-TM-01	Taladro Manual DEWALT
15	1	LAT-DB-01	Diagnostico de Bateria MIDTRONICS

**Tabla 3. Inventario del Área de Trabajo**

ITEM	CANTIDAD	CODIFICACION	EQUIPOS
16	1	ADT-AB-01	Amoladora de Banco DEWALT
17	1	ADT-AB-02	Prensa de Banco MADE IN ENGLAND
18	1	ADT-RE-01	Compresor de Resortes Espiral ZENITROM
19	6	ADT-DCH-01	Elevador Electro-Hidraulico de 2 columnas BEND PAK
20	5	ADT-ET-01	Elevador de Tijera ATLAS
21	2	ADT-PB-02	Prensa de Banco #8 URSUS
22	25	ADT-PN-01	Pistola Neumatica STANLEY
23	1	ADT-EEH-01	Elevador de Tijera ElectroHidraulico Movil CORGIAN
24	3	ADT-DCM-01	Elevador Electro-Mecanico de 2 columnas TECNO INGENIERIA
25	1	ADT-CT-01	Compresor de Tornillo KAESER
26	1	ADT-GC-02	Gato para Transmision Telescopico URREA
27	1	ADT-DC-02	Diferencial Manual de Cadena [2 Ton] VITAL
28	1	ADT-HL-01	Hidro-Lavadora
29	1	ADT-AC-01	Asensor para Carros PAANTEC SAS
30	1	ADT-AR-01	Asensor para repuestos
31	1	ADT-BR-01	Balaceadora de ruedas
32	1	ADT-CCH-01	Elevador Electro-Hidraulico de 4 columnas BEND PAK
33	1	ADT-GM-01	Grúa Hidraulica movil con pluma extensible AUTOBAS
34	1	ADT-AD-01	Alineador de Direcciones VISUALINER
35	1	ADT-GC-01	Gato para Canecas

**Tabla 4 Inventario del Área de Pintura**

ITEM	CANTIDAD	CODIFICACION	EQUIPO
36	1	PIN-CP-01	Cabina de Pintura LAGOS
37	1	PIN-LI-01	Lampara de Secado Infrarrojas INFRA-QUICK
38	1	PIN-AS-01	Aspiracion y Secadora CRAFTSMAN
39	3	PIN-PA-01	Pistola Aerografica SAGOLA
40	3	PIN-PA-02	Pistola Aerografica SPANESI
41	3	PIN-PA-03	Pistola Aerografica ARPRESX
42	1	PIN-LN-01	Lijadora Neumatica PUMA
43	1	PIN-PE-01	Polichadora Electrica DELWALT
44	1	PIN-PE-02	Polichadora Electrica METATO

**Tabla 5 Inventario del Área de Diésel**

ITEM	CANTIDAD	CODIFICACION	EQUIPOS
45	1	DIE-SM-02	Soldador Mig HOBART
46	5	DIE-GH-02	Gato hidraulico MEGA 1,5T
47	3	DIE-GC-02	Gato para Transmision URREA
48	1	DIE-AB-02	Amoladora de Banco GLADIADOR
49	1	DIE-PH-01	Prensa Hidraulica MEGA
50	1	DIE-CR-01	Compresor de Resortes espiral BRANICK
51	1	DIE-GP-02	Grua Hidraulica movil [2 TON] MEGA
52	9	DIE-PN-02	Pistola Neumatica CP
53	5	DIE-RA-01	Retenedor de Aceite ARCASTI
54	1	DIE-CCH-02	Elevador Electro-Hidraulico de 4 columnas ATLAS
55	1	DIE-SF-01	Scanner para Frio ROBINAR
56	1	DIE-DLL-01	Desmontadora de Llantas COATS
57	1	DIE-BR-02	Balanceadora de Ruedas ATLAS
58	1	DIE-AD-02	Alineador de direccion ATLAS
59	1	DIE-BA-01	Balnera para Aceite ARCO
60	1	DIE-CB-01	Cargador de Baterias SCHUMACHER
61	1	DIE-CT-01	Compresor de Tornillo KAESER
62	8	DIE-ET-01	Elevador de Tijera ATLAS

## 7.2 CODIFICACION <sup>7</sup>

Una vez elaborada la lista de equipos es muy importante identificar cada uno de los equipos con un código único. Esto facilita su localización, su referencia en órdenes de trabajo, permite la elaboración de registros históricos de fallos e intervenciones, permite la elaboración de registros históricos de fallos e intervenciones, permite el cálculo de indicadores referidos a áreas, equipos, sistemas, elementos, etc.

---

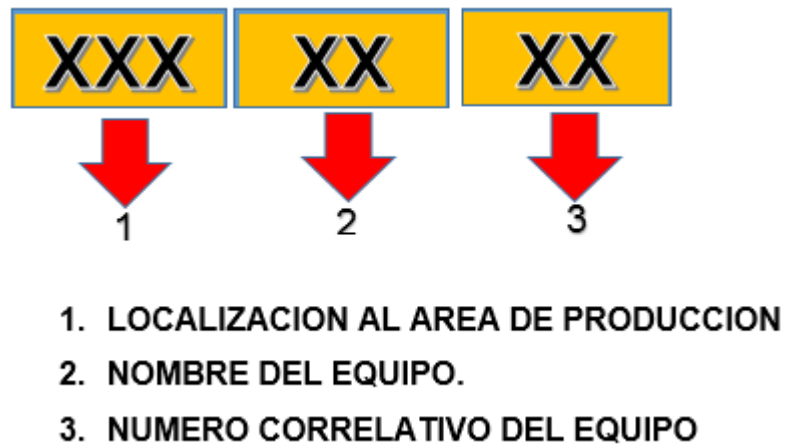
<sup>7</sup> GARCIA GARRIDO, Santiago. Organización y gestión integral de mantenimiento. Díaz de Santos. Pág. 13.

La ventaja del empleo de un sistema de codificación no significativo, de tipo correlativo, es la simplicidad y la brevedad del código. Con apenas 4 dígitos es posible codificar la mayoría de las plantas industriales. La desventaja es la dificultad para ubicar una maquina a partir de su código: es necesario tener siempre a mano una lista para poder relacionar cada equipo con su código.

En cambio un sistema de codificación significativo aporta valiosa información sobre el equipo al que nos referimos: tipo de equipos, área en el que está ubicada, familia a la que pertenece, y toda aquella información adicional que queramos incorporar al código.

**7.2.1 FORMA DE LA CODIFICACION.** Para facilitar la localización de los equipos, la empresa CAMPESA S.A. utilizará un sistema de codificación como se muestra en la figura 5. Donde se podrá identificar su respectiva ubicación, nombre del equipo y consecutiva.

**Figura 5. Esquema de Codificación de Equipos**



En la siguientes tablas del 6 al 9. Esta la codificación de los equipos de las diferentes áreas de la empresa CAMPESA S.A.:

**Tabla 6. Codificación del Área de Latonería**

CODIFICACION	EQUIPO	DESCRIPCION	IMAGEN
LAT-GH-01	GATO HIDRAULICO	MARCA: Mega MODELO: T2 TRABAJO: Diurno MONTAJE: Movil	
LAT-SN-01	SIERRA NEUMATICA	MARCA: Stanley-Puma MODELO: IR429 TRABAJO: Diurno MONTAJE: Movil	
LAT-RN-01	RED NEUMATICA	MARCA: Airtac MODELO: GL30015 TRABAJO: Diurno MONTAJE: Estatico	
LAT-BAC-01	BANCO DE ALINEADOR DE CHASIS	MARCA: Chief MODELO: Ez Liner II TRABAJO: Diurno MONTAJE: Estatico	
LAT-SMT-01	SOLDADOR MIG	MARCA: Esab MODELO: Beta Mig 243 TRABAJO: Diurno MONTAJE: Movil	

**Tabla 7 Codificación del Área de Trabajo**

CODIFICACION	EQUIPO	DESCRIPCION	IMAGEN
ADT-AB-01	AMOLADORA DE BANCO	<p>MARCA: Dewalt  MODELO: FEA-0007  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Estatico</p>	
ADT-PB-02	PRENSA DE BANCO	<p>MARCA: Made in England  MODELO: KMG-30A  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Estatico</p>	
ADT-RE-01	COMPRESOR DE RESORTES ESPIRAL	<p>MARCA: Zenitrom  MODELO: Z-4038  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Movil</p>	
ADT-DCH-01	ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE 2 COLUMNAS	<p>MARCA: Bend Pak  MODELO: XP-9F  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Estatico</p>	

**Tabla 7 Continuación**

<p>ADT-ET-01</p>	<p>ELEVADOR DE TIJERA</p>	<p>MARCA: Atlas  MODELO: ATTD-SLP7K  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Estatico</p>	
<p>ADT-PB-03</p>	<p>PRENSA DE BANCO #8</p>	<p>MARCA: Ursus  MODELO: URS-8CY  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Estatico</p>	
<p>ADT-PN-01</p>	<p>PISTOLA NEUMATICA</p>	<p>MARCA: Stanley  MODELO: 97006  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Movil</p>	
<p>ADT-EEH-01</p>	<p>ELEVADOR DE TIJERA ELECTRO HIDRAULICO MOVIL</p>	<p>MARCA: Corgian  MODELO: LT-606  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Movil</p>	

**Tabla 8. Codificación del Área de Pintura**

CODIFICACION	EQUIPO	DESCRIPCION	IMAGEN
PIN-CP-01	CABINA DE PINTURA	<b>MARCA:</b> Lagos <b>MODELO:</b> Europa II <b>TRABAJO:</b> Diurno <b>MONTAJE:</b> Estatico	
PIN-LI-01	LAMPARA DE SECADO INFRARROJA	<b>MARCA:</b> Infra-Quick <b>MODELO:</b> Master 6 <b>TRABAJO:</b> Diurno <b>MONTAJE:</b> Movil	
PIN-AS-01	ASPIRADORA Y SECADORA	<b>MARCA:</b> Craftsman <b>MODELO:</b> 113.177611 <b>TRABAJO:</b> Diurno <b>MONTAJE:</b> Movil	
PIN-PA-01	PISTOLA AEROGRAFICA(SAGOLA)	<b>MARCA:</b> Sagola <b>MODELO:</b> 450G HVLP <b>TRABAJO:</b> Diurno <b>MONTAJE:</b> Movil	

**Tabla 9 Codificación del Área de Diésel**

CODIFICACION	EQUIPO	DESCRIPCION	IMAGEN
DIE-SM-02	SOLDADOR MIG HOBART	<p>MARCA: Hobart  MODELO: Beta Mig 243  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Movil</p>	
DIE-GH-02	GATO HIDRAULICO	<p>MARCA: Mega  MODELO: 1,5T  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Movil</p>	
DIE-GC-02	GATO PARA TRANSMISION	<p>MARCA: Urrea  MODELO: 2488  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Estatico</p>	
DIE-AB-02	AMOLADORA DE BANCO	<p>MARCA: Gladiador  MODELO: AB 608  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Estatico</p>	

Para identificar los equipos y herramientas es necesario la creación de un sistema de codificación y lograr una uniformidad en las distintas áreas de la empresa CAMPESA S.A., y así, obtener una rápida consulta de los datos de los equipos.

Es importante diseñar y colocar físicamente etiquetas a los equipos para un mejor control al momento de llevar un inventario físico de estos equipos, también ayudara a recopilar información técnica de los equipos y poder implementar el uso de las ordenes de trabajo de cada máquina.

En el **Anexo A.** se muestra más detallado la codificación de los equipos y máquinas de los dos talleres de CAMPESA S.A.

## 8. ANALISIS DE CRITICIDAD

Es un indicador proporcional al riesgo que permite establecer la jerarquía de procesos, equipos y componentes, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas en función de criterios técnicos y financieros; direccionando los esfuerzos y los recursos en áreas donde sea más importante y necesario mejorar la confiabilidad operacional basada en la realidad actual.

### 8.1 MODELO DE CRITICIDAD DE FACTORES PONDERADOS BASADOS EN EL CONCEPTO DEL RIESGO

Los criterios para realizar un análisis de criticidad están asociados generalmente con: Frecuencia de fallas, impacto operacional, flexibilidad operacional, costo del mantenimiento y seguridad y medio ambiente como se muestra en la ecuación 1.<sup>8</sup>

#### Ecuación 1. Criticidad

$$\text{CRITICIDAD} = \text{FRECUENCIA DE FALLAS} \times \text{CONSECUENCIA}$$

**Consecuencia = (impacto operacional x flexibilidad operacional) + costo de mantenimiento + (impacto en seguridad y medio ambiente).**

---

<sup>8</sup> ORREGO BARRERA, Juan Carlos. Ingeniero mecánico. Especialista en finanzas-preparación y evaluación de proyectos. [En línea]. [29 de abril de 2015]. Disponible en: <<http://es.slideshare.net/mantonline/anlisis-de-criticidad-presentation>>.

- **CRITICIDAD:** Es una herramienta que permite identificar y jerarquizar sistemas y equipos, permitiendo direccionar los recursos a las áreas.
  
- **FRECUENCIA DE FALLAS:** Es el número de veces que se repite un evento considerado como falla dentro de un periodo de tiempo.
  
- **IMPACTO OPERACIONAL:** Entendiéndose como los efectos causados en la producción.
  
- **FLEXIBILIDAD OPERACIONAL:** Es la posibilidad de realizar un cambio rápido para continuar con la producción sin incurrir en costos.
  
- **COSTO DEL MANTENIMIENTO:** Tomando todos los costos implica la labor de mantenimiento, dejando por fuera los costos de producción sufridos por la falla.
  
- **IMPACTO DE SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE:** Enfocado a evaluar los posibles inconvenientes que puede causar sobre las personas.

## 8.2 VALORES DE FACTORES PONDERADOS

Es aconsejable que el modelo de encuesta sea sencillo, para facilitar la dinámica de la entrevista y a la vez permitir el máximo confort a los entrevistados.<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> HURTADO MENDOZA, Rosendo. Publicación periódica del Club de Mantenimiento: El análisis de criticidad, una metodología para mejorar la confiabilidad operacional. [En línea]. [25 agosto de 2015]. Disponible en: <[http://www.mantenimientoplanificado.com/Articulos%20gesti%C3%B3n%20mantenimiento\\_archivos/de%20confiabilidad/ANALISIS%20DE%20CRITICIDAD.pdf](http://www.mantenimientoplanificado.com/Articulos%20gesti%C3%B3n%20mantenimiento_archivos/de%20confiabilidad/ANALISIS%20DE%20CRITICIDAD.pdf)>.

Los factores ponderados de cada uno de los criterios a ser evaluados se presentan en la tabla 10.

**Tabla 10. Valores de Factores Ponderados**

<b>FRECUENCIA DE FALLAS</b>	
Pobre mayor a 2 fallas/año.	4
Promedio 1-2 fallas/año.	3
Buena 0, 5-1 fallas/año.	2
Excelente menos de 0,5 fallas/año.	1
<b>IMPACTO OPERACIONAL</b>	
Perdida de todo el despacho	10
Parada del sistema o subsistema y tiene repercusion en otros sistemas.	7
Impacta en niveles de inventario o calidad.	4
No genera ningun efecto significativo sobre operaciones y produccion.	1
<b>FLEXIBILIDAD OPERACIONAL</b>	
No existe opcion de produccion y no hay funcion de repuesto.	4
Hay opcion de repuesto compartido/almacen.	2
Funcion de repuesto disponible.	1
<b>COSTO DE MANTENIMIENTO</b>	
Mayor o igual al 5% del costo del equipo.	2
Inferior al 5% del costo todo el equipo.	1
<b>IMPACTO EN SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE</b>	
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna y requiere la notificacion ante externos de la organización.	8
Afecta el ambiente/instalaciones.	7
Afecta las instalaciones causando daños severos.	5
Provoca daños menores (ambiente-seguridad).	3
No provoca ningun daño a personas, instalaciones o ambientes.	1

El facilitador del análisis debe garantizar que todo el personal involucrado entienda la finalidad del trabajo que se realiza, así como el uso que se le dará a los resultados que se obtengan. Esto permitirá que los involucrados le den mayor nivel de

Importancia y las respuestas sean orientadas de forma más responsable, evitando así el menor número de desviaciones.

En el **Anexo B**. se encuentra más detallado el resultado del análisis de criticidad de los equipos de CAMPESA S.A.

### **8.3 RESULTADOS DEL ANALISIS DE CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS DE CAMPESA S.A.**

En las tablas del 11 al 14. Se muestran los resultados del índice de criticidad realizadas en las diferentes áreas de los dos talleres de CAMPESA S.A.

Los equipos se clasifican de la siguiente manera:

- El color verde que están en el rango entre [0 y 39] indica **no críticos**.
- El color amarillo que están en el rango entre [40-79] indica **los medio críticos**.
- El color rojo que están en el rango entre [80-140] indica **los críticos**.

**Tabla 11. Análisis de Criticidad del Área de Latonería**

<b>CODIFICACION</b>	<b>EQUIPO</b>	<b>CRITICIDAD</b>
LAT-GH-01	Gato Hidraulico MEGA T2	60
LAT-SN-01	Sierra Neumatica STANLEY-PUMA	20
LAT-RN-01	Red Neumatica AIRTAC	18
LAT-BAC-01	Banco Alineador de Chasis CHIEF	102
LAT-SM-01	Soldador Mig ESAB	40
LAT-DPC-01	Diferencial Palanca de Cadena VITAL	40
LAT-SO-01	Soldador Oxiacetilenico VICTOR EQUIPO C	40
LAT-MI-01	Martillo de Inercia SOLARY	20
LAT-MI-02	Martillo de Inercia CAR-O-LINER	40
LAT-TE-01	Torre de Estiraje CAR-O-LINER	40
LAT-GT-01	Gato para Transmision BEND PAK	60
LAT-PB-01	Prensa de Banco #2 URSUS	6
LAT-EN-01	Engrasador Neumatico BREMEN	18
LAT-TM-01	Taladro Manual DEWALT	18
LAT-DB-01	Diagnostico de Bateria MIDTRONICS	18

**Tabla 12. Análisis de Criticidad del Área de Trabajo**

CODIFICACION	EQUIPOS	CRITICIDAD
ADT-AB-01	Amoladora de Banco DEWALT	36
ADT-AB-02	Prensa de Banco MADE IN ENGLAND	36
ADT-RE-01	Compresor de Resortes Espiral ZENITROM	40
ADT-DCH-01	Elevador Electro-Hidraulico de 2 columnas BEND PAK	136
ADT-ET-01	Elevador de Tijera ATLAS	136
ADT-PB-02	Prensa de Banco #8 URSUS	6
ADT-PN-01	Pistola Neumatica STANLEY	18
ADT-EEH-01	Elevador de Tijera ElectroHidraulico Movil CORGIAN	66
ADT-DCM-01	Elevador Electro-Mecanico de 2 columnas TECNO INGENIERIA	136
ADT-CT-01	Compresor de Tornillo KAESER	105
ADT-GC-02	Gato para Transmision Telescopico URREA	60
ADT-DC-02	Diferencial Manual de Cadena [2 Ton] VITAL	40
ADT-HL-01	Hidro-Lavadora	12
ADT-AC-01	Asensor para Carros PAANTEC SAS	70
ADT-AR-01	Asensor para repuestos	70
ADT-BR-01	Balaceadora de ruedas	36
ADT-CCH-01	Elevador Electro-Hidraulico de 4 columnas BEND PAK	136
ADT-GM-01	Grua Hidraulica movil con pluma extensible AUTOBAS	60
ADT-AD-01	Alineador de Direcciones VISUALINER	18
ADT-GC-01	Gato para Canecas	60

**Tabla 13. Análisis de Criticidad del Área de Pintura**

CODIFICACION	EQUIPO	CRITICIDAD
PIN-CP-01	Cabina de Pintura LAGOS	72
PIN-LI-01	Lampara de Secado Infrarrojas INFRA-QUICK	36
PIN-AS-01	Aspiracion y Secadora CRAFTSMAN	6
PIN-PA-01	Pistola Aerografica SAGOLA	18
PIN-PA-02	Pistola Aerografica SPANESI	18
PIN-PA-03	Pistola Aerografica ARPRES	18
PIN-LN-01	Lijadora Neumatica PUMA	18
PIN-PE-01	Polichadora Electrica DELWALT	18
PIN-PE-02	Polichadora Electrica METATO	18

**Tabla 14. Análisis de Criticidad del Área de Diésel**

CODIFICACION	EQUIPOS	CRITICIDAD
DIE-SM-02	Soldador Mig HOBART	40
DIE-GH-02	Gato hidraulico MEGA 1,5T	60
DIE-GC-02	Gato para Transmision URREA	60
DIE-AB-02	Amoladora de Banco GLADIADOR	36
DIE-PH-01	Prensa Hidraulica MEGA	6
DIE-CR-01	Compresor de Resortes espiral BRANICK	18
DIE-GP-02	Grua Hidraulica movil [2 TON] MEGA	60
DIE-PN-02	Pistola Neumatica CP	6
DIE-RA-01	Retenedor de Aceite ARCASTI	18
DIE-CCH-02	Elevador Electro-Hidraulico de 4 columnas ATLAS	136
DIE-SF-01	Scanner para Frio ROBINAR	22
DIE-DLL-01	Desmontadora de Llantas COATS	18
DIE-BR-02	Balanceadora de Ruedas ATLAS	18
DIE-AD-02	Alineador de direccion ATLAS	22
DIE-BA-01	Balinera para Aceite ARCO	18
DIE-CB-01	Cargador de Baterias SCHUMACHER	18

## 8.4 CLASIFICACION DE LOS EQUIPOS ORGANIZADA EN LA MATRIZ DE CRITICIDAD

La tabla 15. Muestra el resultado del análisis de criticidad de los diversos equipos y herramientas de los talleres de CAMPESA S.A. los cuales se organizaron de acuerdo a su rango de criticidad.

**Tabla 15. Rango del Análisis de Criticidad**

CODIFICACION	EQUIPO	CRITICIDAD	RANGO DE CRITICIDAD
LAT-BAC-01	Banco Alineador de Chasis	120	80≤CRITICO≤140
ADT-DCH-01	Elevador Electro-Hidraulico de 2 columnas	136	
ADT-ET-01	Elevador de Tijera ATLAS	136	
ADT-DCM-01	Elevador Electro-Mecanico de 2 columnas	136	
ADT-CT-01	Compresor de Tornillo	105	
ADT-CCH-01	Elevador Electro-Hidraulico de 4 columnas	136	
ADT-CCH-02	Elevador Electro-Hidraulico de 4 columnas	136	
LAT-GH-01	Gato Hidraulico MEGA	60	40≤MED. CRIT.≤79
LAT-SM-01	Soldador Mig	40	
LAT-DL-01	Diferencial de Cadenas	40	
LAT-SO-01	Soldador Oxiacetilenico	40	
LAT-MI-02	Martillo de Inercia CAR-O-LINER	40	
LAT-TT-01	Torre de Estiraje	40	
LAT-GC-01	Gato para Cajas	60	
ADT-RE-01	Retenedor de Espirales	40	
ADT-EEH-01	Elevador Electro-Hidraulico Movil	66	
ADT-GC-02	Gato para Cajas	60	
ADT-DC-02	Diferencial de Cadenas	40	
ADT-AC-01	Asensor para Carros	70	
ADT-AR-01	Asensor para repuestos	70	
ADT-GM-01	Grua para Motor	60	
ADT-GC-01	Gato para Canecas	60	
PIN-CP-01	Cabina de Pintura	72	
DIE-SM-02	Soldador Mig	40	
DIE-GH-02	Gato hidraulico	60	
DIE-GC-02	Gato para Cajas	60	
DIE-GP-02	Grua para motor 2 [Ton]	60	

Tabla 15 Continuación

LAT-SN-01	Sierra Neumatica	20	0≤NO CRITICO≤39
LAT-RN-01	Red Neumatica	18	
LAT-MI-01	Martillo de Inercia SOLARY	20	
LAT-PB-01	Prensa de Banco	6	
LAT-EN-01	Engrasador Neumatico	18	
LAT-TM-01	Taladro Manual	18	
LAT-DB-01	Diagnostico de Bateria	18	
ADT-AB-01	Amoladora de Banco GLADIADOR	36	
ADT-PB-02	Amoladora de Banco MEGA	36	
ADT-PB-03	Prensa de Banco MEGA	6	
ADT-PN-01	Pistola Neumatica	18	
ADT-HL-01	Hidro-Lavadora	12	
ADT-BR-01	Balaceadora de ruedas	36	
ADT-AD-01	Alineador de Direcciones	18	
PIN-LI-01	Lamparas Infrarrojas	36	
PIN-AS-01	Aspiracion y Secadora	6	
PIN-PA-01	Pistola Aerografica SAGOLA	18	
PIN-PA-02	pistola Aerografica SPANESI	18	
PIN-PA-03	pistola Aerografica LINISH	18	
PIN-LN-01	Lijadora Neumatica	18	
PIN-PE-01	Polichadora Electrica DELWALT	18	
PIN-PE-02	Polichadora Electrica METATO	18	
DIE-AB-02	Amoladora de Banco	36	
DIE-PH-01	Prensa Hidraulica	6	
DIE-CR-01	Compresor de Resortes	18	
DIE-PN-02	Pistola Neumatica	6	
DIE-RA-01	Retenedor de Aceite	18	
DIE-SF-01	Scanner para Frio	22	
DIE-DLL-01	Desmontadora de LLantas	18	
DIE-BR-02	Balaceadora de Ruedas	18	
DIE-AD-02	Alineador de direccion	22	
DIE-BA-01	Balinera para Aceite	18	
DIE-CB-01	Cargador de Baterias	18	

En el **Anexo C**. Se muestra la gráfica de los resultados del análisis de criticidad de los equipos de CAMPESA S.A.

## 8.5 MATRIZ DE CRITICIDAD

Para determinar la criticidad de los equipos de CAMPESA S.A. se utiliza una matriz de frecuencia por consecuencia de falla.

En un eje se representa la frecuencia de falla y en el otro los impactos o consecuencias en los cuales incurrirá el equipo si le ocurre una falla.

En la matriz de criticidad se indican con letras los niveles de criticidad:



Criticidad baja



Criticidad media



Criticidad alta

La matriz tiene un código de colores que permite identificar la menor o mayor intensidad de riesgo que tiene los equipos y herramientas de los dos talleres de CAMPESA S.A relacionado con los valores de criticidad.

En la tabla 16. Se muestran los resultados del análisis de criticidad de los equipos de los dos talleres de CAMPESA S.A.

**Tabla 16. Matriz de Criticidad**

F R E C U E N C I A	4			24.	19.20.32.54.	
	3			1.11.23.26.33.35.46.51.	4.25.	
	2	28.	16.17.31.37.48.	5.6.9.10.18.27.45.47.7.	29.30.36.	
	1	12.21.38.49.52.	3.13.14.15.22.34.39.40. 41.42.43.44.50. 53.56.57.59.60.	2.8.55.58.		
		10	20	30	40	50
		CONSECUENCIA				

Notamos que los equipos más críticos con los ítems 24,19, 20, 32, 54, 4, 25 son:

- Elevador Electro-Mecánico de 2 columnas TECNO INGENIERIA.
- Elevador Electro-Hidráulico de 2 columnas BEND PAK.
- Elevador de Tijera ATLAS.
- Elevador Electro-Hidráulico de 4 columnas BEND PAK.
- Elevador Electro-Hidráulico de 4 columnas ATLAS.
- Banco Alineador de Chasis CHIEF.
- Compresor de Tornillo KAESER.

Estos equipos necesitan un plan de programación de mantenimiento preventivo.

## 9. ANALISIS DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (FMEA)

Es una técnica de prevención de trabajo en equipo multidisciplinar, planificada y realizada sistemáticamente, utilizando las herramientas de Calidad Total, para conseguir los objetivos se ha de trabajar conjuntamente con gran disciplina y rigor.<sup>10</sup>

El FMEA es una herramienta clave para mejorar la confiabilidad de procesos y productos. La metodología del análisis de modo y efecto de las fallas (AMEF, FMEA, Failure Mode and Effects Análisis), proporciona la orientación y los pasos que un grupo de personas debe seguir para identificar y evaluar las fallas potenciales de un producto o un proceso, junto con el efecto que provocan éstas. A partir de lo anterior, el grupo establece prioridades y decide acciones para intentar eliminar o reducir la posibilidad de que ocurran las fallas potenciales que más vulneran la confiabilidad del producto o el proceso.

Aplicar FMEA se ha vuelto un actividad casi obligada para garantizar que los productos sean confiables, en el sentido que logren funcionar bien el tiempo que se ha establecido como su periodo de vida útil, pero también cada día se hace más común su aplicación en muchos otros campos con el objetivo de detectar fallas potenciales y prevenirlas, y de esa forma reducir los tiempos de ciclo, mejorar la eficiencia de procesos, etc. Si un producto o un proceso se analizaran como un edificio, aplicarles un FMEA es revisar sus cimientos y estructura, para asegurar que ambas sean confiables y seguras, para disminuir la probabilidad de que fallen

---

<sup>10</sup> LLORENTE, José Luis. Análisis de modos de fallo y efectos (AMFE). [En línea]. [20 septiembre de 2015]. Disponible en: <<http://www.gestion-calidad.com/archivos%20web/AMFE.pdf>>.

La frecuencia con que ocurren las fallas junto con su severidad es una medida de la confiabilidad de un sistema. Mientras mayor sean éstas menor será tal confiabilidad. De ésta forma una tarea fundamental cuando se busca caracterizar y mejorar un proceso es aplicar la metodología del FMEA, con la idea de conocer mejor las debilidades (modos de falla potenciales) del producto o proceso y a partir de ahí generar soluciones a nivel proceso o rediseño de producto.

Las herramientas estadísticas serán de utilidad para establecer la frecuencia de fallas, los efectos y las causas más importantes y también de utilidad para decidir acciones para atender las mayores debilidades del producto o el proceso.

El FMEA originalmente se orientó a detectar fallas durante el diseño o rediseño del producto y fallas en el proceso de producción (FMEA, 1995). Ejemplos de fallas en diseño son: no se dispara el flash en una cámara fotográfica, fugas en el sistema de frenos, fracturas prematuras en las piezas de un carro, etc. Ejemplos de fallas en procesos son: fallas en el proceso de pulido de un carro, fallas en el proceso de templado, etc. Como se aprecia en los ejemplos anteriores, finalmente una falla en diseño (producto) o en el proceso repercute en el cliente, ya sea interno o externo por ejemplo:

- Las fallas y obstáculos impiden que la instalación de un equipo sea fácil y rápida.
- Los modos de falla potenciales que obstaculizan que el mantenimiento y /o el servicio a un equipo sea fácil y rápido.
- La facilidad de utilización de un equipo.
- También a aspectos de confiabilidad, mantenimiento y durabilidad del equipo, así como seguridad y riesgos ambientales. Basta que cada una de esas actividades se vea como un proceso, y como tales fijar qué prioridades tienen tales procesos. En otras palabras, identificar qué prioridades son importantes para el cliente o usuario final de este producto o proceso.

## 9.1 ACTIVIDADES PARA REALIZAR UN FMEA

A continuación se describen actividades generales para realizar un FMEA:

1. Formar el equipo que realizará el FMEA y delimitar al producto o proceso que se le aplicará.
2. Identificar y examinar todas las formas posibles en que puedan ocurrir fallas de un producto o proceso (identificar los modos potenciales de falla).
3. Para cada falla, identificar su efecto y estimar la severidad del mismo.

Para cada falla potencial.

4. Encontrar las causas potenciales de la falla y estimar la frecuencia de ocurrencia de falla debido a cada causa.
5. Hacer una lista de los controles o mecanismos que existen para detectar la ocurrencia de la falla, antes de que el producto salga hacia procesos posteriores o antes que salga del área de manufactura o ensamble. Además estimar la probabilidad de que los controles hagan la detección de la falla.
6. Calcular el número prioritario de riesgo (NPR), que resulta de multiplicar la severidad por la ocurrencia y la detección.
7. Establecer prioridades de acuerdo al NPR, y para los NPR más altos decidir acciones para disminuir severidad y/ u ocurrencia, o en el peor de los casos mejorar la detección. Todo el proceso seguido debe quedar documentado en un formato FMEA.

La Técnica para cada etapa del proceso mediante la cual se identifica son:

-las fallas potenciales con que el proceso puede incumplir las especificaciones sus consecuencias internas o externas (G)

-la frecuencia con que la falla puede ocurrir (O)

-la eficacia de los controles actuales (D)

**9.1.1 Gravedad (G):** estimar la gravedad de los efectos listados en la columna previa. La severidad de los efectos potenciales de falla se evalúa en una escala del 1 al 10 y representa la gravedad de la falla para el cliente o para una operación posterior, una vez que esta falla ha ocurrido. La severidad solo se refiere o se aplica al efecto.

Se puede consultar a ingeniería del producto para grados de severidad recomendados o estimar el grado de severidad aplicando los criterios de la tabla. Los efectos pueden manifestarse en el cliente final o en el proceso de manufactura. Siempre se debe considerar primero al cliente final. Si el efecto ocurre en ambos, use la severidad más alta.

**9.1.2 Ocurrencia (O):** estimar la frecuencia con la que se espera ocurra la falla debido a cada una de las causas potenciales listadas antes (¿qué tan frecuente se activa tal mecanismo de falla?).

La posibilidad de que ocurra cada causa potencial (que se active el mecanismo de falla), se estima en una escala del 1 al 10. Si hay registros estadísticos adecuados, éstos deben utilizarse para asignar un número a la frecuencia de ocurrencia de la falla. Es importante ser consiente y utilizar los criterios de la tabla para asignar tal número.

**9.1.3 Detección (D):** Con una escala del 1 al 10, estimar la probabilidad de que los controles, detecten la falla (su efecto), una vez que ha ocurrido, antes de que el producto salga hacia procesos posteriores o antes de que salga del área de manufactura o ensamble. Se debe suponer que la causa de falla ha sucedido y entonces evaluar la eficacia de los controles actuales para prevenir el embarque del defecto., es decir, es una estimación de la probabilidad de detectar, suponiendo que ha ocurrido la falla, y no es una estimación sobre la probabilidad de que la falla ocurra. Las verificaciones aisladas hechas por el departamento de calidad son inadecuadas para detectar un defecto y, por tanto, no resultarán en un cambio notable del grado de detección. Sin embargo, el muestreo hecho sobre una base estadística es un control de detección válido.

**9.1.4 Número de Prioridad del Riesgo (NPR):** calcular el NPR para efecto-causas-controles, que es el resultado de multiplicar la puntuación dada a la gravedad del efecto de falla, por las probabilidades de ocurrencia para cada causa de falla, y por las posibilidades de que los mecanismos de control detecten cada causa de falla., es decir, para cada efecto se tienen varias causas y para cada causa un grupo de controles.

## **Ecuación 2. Numero de Prioridad del Riesgo**

$$\text{NPR} = (\text{S}) \times (\text{O}) \times (\text{D})$$

El NPR cae en un rango del 1 a 1 000 y proporciona un indicador relativo de todas las causas de falla. Al os más altos números de NPR se les deberá dar prioridad para acciones correctivas, Y sea para prevenir la cusa o por lo menos para emplear mejores controles de detección. Especial atención debe darse cuando se tengan altos NPR (mayores a 80) con severidades altas.

Acciones recomendadas: En esta columna se describe una breve descripción de las acciones correctivas recomendadas para los NPR más altos. Por ejemplo cuando hay poca comprensión de las causas de la falla, entonces la recomendación podría

ser ejecutar un proyecto de mejora basado en los “ocho pasos en la solución de un problema (el ciclo de la calidad). Un FMEA de proceso bien desarrollado y pensado será de un valor limitado si no se completan acciones correctivas y efectivas.

Es responsabilidad de todas las áreas afectadas establecer programas de seguimiento efectivo para implantar todas las recomendaciones. Las acciones correctivas que atiendan los NPR más altos son generalmente para el diseño o el proceso.

Basadas en el análisis, las acciones pueden ser usadas para lo siguiente: Generar soluciones que eviten, prevengan o por lo menos reduzcan la probabilidad de ocurrencia de la falla, debido a la causa asociada. Estas soluciones deben ser a nivel proceso o diseño de producto.

Las herramientas que se pueden utilizar para generar una buena solución son: metodología de los ocho pasos, diseño de experimentos, sistemas poka-yoke, o cartas de control.

En algunas ocasiones es posible reducir la severidad del modo de falla del producto modificando su diseño.

Para incrementar la probabilidad de detección se requieren revisiones al proceso. Generalmente, un aumento de los controles de detección es costoso e ineficaz para mejorar la calidad. Un incremento en la frecuencia de inspección en el departamento de calidad no es una acción correctiva positiva y debe utilizarse sólo como último recurso o medida temporal.

En algunos casos puede recomendarse un cambio en el diseño de una parte específica para ayudar a la detección. Pueden implementarse cambios en los sistemas de control actuales para incrementar la probabilidad de detección. Sin embargo, debe ponerse énfasis en la prevención de defectos (es decir, reduciendo la ocurrencia), en vez de su detección; por ejemplo, teniendo un control estadístico de proceso en lugar de técnicas de muestreo al azar.

**9.2 Valorización del Riesgo.** En la tabla 17 se muestra los valores de riesgo.

**Tabla 17 Valoración de Riesgo**

CRITERIO	CLASSIFICACIÓN	PROBABILIDAD
<b>Remota.</b> Es muy improbable que suceda este fallo. Nunca ha ocurrido con anterioridad en procesos idénticos. Los resultados se sitúan en un entorno $\pm 5\sigma$ dentro de la especificación (la tolerancia especificada). $Cpk > 1.67$	1	< 1/1.500.000
<b>Muy baja.</b> Sólo algunos fallos puntuales han sido verificados en procesos idénticos. La capacidad es: $Cpk > 1.5$	2	< 1/150.000
<b>Baja.</b> Fallos puntuales asociados a procesos idénticos, $\pm 4 \sigma$ dentro de la especificación. $Cpk > 1.33$	3	1/ 15.000
<b>Moderada.</b> Algunos procesos similares han experimentado fallos esporádicos pero no en grandes proporciones. Capacidades $Cpk > 1.17$ , $Cpk > 1.00$ , y $Cpk > 0.83$ respectivamente.	4	1/2.000
	5	1/400
	6	1/80
<b>Alta.</b> Procesos similares han tenido este fallo con bastante regularidad. Capacidades $Cpk > 0.67$ , $Cpk > 0.51$ , respectivamente.	7	1/20
	8	1/4
<b>Muy alta.</b> Con toda certeza aparecerá el error y de forma reiterada: $Cpk > 0.33$ i $Cpk > 0.17$ , respectivamente.	9	1/3
	10	1/2

CRITERIO	CLASSIFICACIÓN
<b>Muy alta.</b> Probabilidad remota de que el producto sea liberado con el defecto. El defecto es una característica funcionalmente obvia y detectada inmediatamente por el operador. La fiabilidad de la detección es, como mínimo, del 99.99%.	1,2
<b>Alta.</b> Los controles actuales tienen una gran probabilidad de detectar este fallo antes de que llegue al cliente. El defecto es una característica fácilmente detectable porque se observa sin manipular demasiado el producto. La fiabilidad en la detección es como mínimo de 99.8%.	3,4
<b>Moderada.</b> El programa de controles puede detectar el defecto, aunque no es detectable a simple vista. Fiabilidad mínima del 98%	5,6
<b>Baja.</b> es posible que algunos defectos de este tipo no sean detectados. La fiabilidad en la detección es del 90%.	7,8
<b>Muy baja.</b> Los controles actuales son claramente ineficaces para detectar una parte significativa de los defectos. Se detectarían bastantes, pero muchos otros acabarían siendo enviados al cliente.	9
<b>Certidumbre total.</b> Si el defecto se produce no será detectado y acabará en manos del cliente con toda certeza.	10

En los **Anexos J. Hasta el Anexo L.** Se muestran el análisis de modo de falla de los equipos más críticos de los dos talleres de CAMPESA S.A.

## 10. CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS TALLERES DE CAMPESA S.A.

El cronograma de mantenimiento preventivo nos permite recordar las funciones que debemos hacerle a cada equipo y herramienta para prevenir las fallas con revisión bimestral, trimestral, semestral, anual, bianual como se muestra en la tabla 18 al 35.

**Tabla 18. Gato Hidráulico**

FUNCION	BIMESTRAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	BIANUAL
<b>SISTEMA MECANICO</b>					
Revisar estado de la valvula de descenso, palanca y el elevador.	X				
Lubricar partes moviles.		X			
<b>SISTEMA HIDRAULICO</b>					
Revisar posibles fugas de aceite.	X				
<b>ESTRUCTURA</b>					
Revisar y limpiar exterior de la estructura.		X			

**Tabla 19. Banco Alineador de Chasis**

FUNCION	BIMESTRAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	BIANUAL
<b>SISTEMA MECANICO</b>					
Revisar estado de las cadenas, mangueras y rampa de seguridad.	X				
Revisar funcionamiento del elevador y estado del vastago del cilindro.		X			
Limpiar y lubricar los collares, mordazas, bisagras y pivotes del elevador.			X		
Limpiar y engrasar las ranuras del anillo del pedestal y cabezales de las torres.			X		
<b>SISTEMA HIDRAULICO</b>					
Revisar posibles fugas de aceite hidraulico y ruidos/vibraciones inusuales.	X				
Cambiar aceite hidraulico.					X
<b>ESTRUCTURA</b>					
Apretar pernos y turcas de anclaje de la estructura.		X			

**Tabla 20. Soldador Mig**

FUNCION	BIMESTRAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	BIANUAL
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>					
Revisar estado de interruptores de rango y selección.		X			
Revisar la tension de vacio.		X			
Revisar ruidos inusuales y obstrucciones en las aspas de ventilador.			X		
Limpiar el rectificador y transformador con aire seco.			X		
<b>CONEXIONES</b>					
Revisar que las conexiones vayan al terminal de soldadura.		X			
Revisar estado de las mangueras y puntas de contacto.		X			
<b>ESTRUCTURA</b>					
Revisar y limpiar exterior de la estructura.			X		
Revision general.				X	

**Tabla 21. Soldador Oxiacetilénico**

FUNCION	BIMESTRAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	BIANUAL
<b>SUMINISTRO</b>					
Revisar estado de los cilindros		X			
Revisar fugas de gases.		X			
<b>CONEXIONES</b>					
Revisar estado de las mangueras y puntas de contacto.		X			
Limpiar boquillas			X		
<b>ESTRUCTURA</b>					
Revisar y limpiar exterior de la estructura.			X		

**Tabla 22. Martillo de Inercia**

FUNCION	BIMESTRAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	BIANUAL
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>					
Revisar la alimentacion neumatica y electrica de los electrodos.		X			
Revisar la tension de vacio.		X			
Limpiar el rectificador y transformador con aire seco.			X		
Revisar ruidos inusuales y obstrucciones en las aspas de ventilador.			X		
<b>CONEXIONES</b>					
Revisar estado de las mangueras y puntas de los electrodos.		X			
Revisar que las conexiones vayan al terminal de soldadura.		X			
<b>ESTRUCTURA</b>					
Revisar y limpiar exterior de la estructura.			X		
Revision general				X	

**Tabla 23. Elevador Electro Hidráulico de Dos Columnas**

FUNCION	BIMESTRAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	BIANUAL
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>					
Revisar circuito y protecciones electricas de la unidad de potencia.		X			
<b>SISTEMA MECANICO</b>					
Limpiar las cadenas de las columnas			X		
Lubricar las poleas y pivotes.			X		
Ajustar tension de los cables.				X	
<b>SISTEMA HIDRAULICO</b>					
Sustituir aceite del sistema hidraulico.					X
<b>ESTRUCTURA</b>					
Apretar las tuercas de anclaje, tornillos y pernos de la estructura.		X			
Cambiar cauchos de soporte de vehiculos.		X			
Corregir corrosion y pintar la estructura.			X		

**Tabla 24. Elevador de Tijera**

FUNCION	BIMESTRAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	BIANUAL
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>					
Revisar circuito y protecciones electricas de la unidad de potencia.		X			
Revision general del motor electrico					X
<b>SISTEMA HIDRAULICO</b>					
Sustituir aceite del sistema hidraulico.					X
<b>SISTEMA MECANICO</b>					
Lubricar los pasadores y partes moviles.			X		
<b>ESTRUCTURA</b>					
Apretar las tuercas de anclaje, tornillos y pernos de la estructura.		X			
Corregir corrosion y pintar la estructura.			X		
Cambiar cauchos de soporte de vehiculos.					X

**Tabla 25. Elevador Electro Mecánico de Dos Columnas**

FUNCION	BIMESTRAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	BIANUAL
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>					
Revisar circuito y protecciones electricas del motor electrico.		X			
Revision General del motor electrico.				X	
<b>SISTEMA MECANICO</b>					
Tensar las correas de transmision.			X		
Limpiar cadenas			X		
Cambiar correas de transmision.					X
Lubricar tornillo de potencia, dientes, rodamientos y reductores de elevacion.			X		
<b>ESTRUCTURA</b>					
Apretar las tuercas de anclaje, tornillos y pernos de la estructura.		X			
Cambiar cauchos de soporte de vehiculos.		X			
Corregir corrosion y pintar la estructura.			X		

**Tabla 26. Compresor de Tornillo**

FUNCION	BIMESTRAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	BIANUAL
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>					
Revisar automatismos de arranque, circuito y protecciones del motor electrico.		X			
Revisión general del motor electrico.				X	
<b>SISTEMA DE TRANSMISION</b>					
Tensar las correas de transmision.			X		
Cambiar correas de transmision.					X
<b>SISTEMA DE COMPRESION</b>					
Limpiar los filtros de aire.		X			
Cambiar filtros de aire.			X		
<b>DEPOSITO</b>					
Cambiar aceite del compresor.		X			
<b>ESTRUCTURA</b>					
Apretar tornillos, acoples, anclajes y cauchos amortiguadores.		X			

**Tabla 27. Gato para Transmisión**

FUNCION	BIMESTRAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	BIANUAL
<b>SISTEMA MECANICO</b>					
Revisar estado del accionamiento monomando, palanca y el elevador.	X				
Lubricar partes moviles.		X			
<b>SISTEMA HIDRAULICO</b>					
Revisar posibles fugas de aire y conexiones.	X				
<b>ESTRUCTURA</b>					
Revisar y limpiar exterior de la estructura.		X			

**Tabla 28. Balaceadora de Ruedas**

FUNCION	BIMESTRAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	BIANUAL
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>					
Revisar la conexión electrica.		X			
<b>SISTEMA MECANICO</b>					
Revisar estado del eje movil.		X			
Lubricar partes moviles.		X			
Revisar y tensar correas de transmision.			X		
Revisión general y cambiar correa de transmision.					X
<b>ESTRUCTURA</b>					
Realizar calibracion.	X				
Revisar y limpiar lente proyector, adaptadores y exterior de la estructura.		X			
Apretar pernos y tuercas de anclaje de la estructura.		X			

**Tabla 29. Elevador Electro Hidráulico de Cuatro Columnas**

FUNCION	BIMESTRAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	BIANUAL
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>					
Revisar circuito y protecciones electricas de la unidad de potencia.		X			
<b>SISTEMA MECANICO</b>					
Lubricar los rodillos, poleas y pivotes.			X		
Ajustar tension de los cables.				X	
<b>SISTEMA HIDRAULICO</b>					
Sustituir aceite del sistema hidraulico.					X
<b>ESTRUCTURA</b>					
Apretar las tuercas de anclaje, tornillos y pernos de la estructura.		X			
Corregir corrosion y pintar la estructura.			X		

**Tabla 30. Grúa Hidráulica Móvil con Pluma Extensiva**

FUNCION	BIMESTRAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	BIANUAL
<b>SISTEMA MECANICO</b>					
Lubricar partes moviles.			X		
<b>SISTEMA HIDRAULICO</b>					
Revisar estado del brazo extensible y cilindro hidraulico.		X			
Revisar posibles fugas de aceite.		X			
<b>ESTRUCTURA</b>					
Revisar y limpiar exterior de la estructura.			X		

**Tabla 31. Alineador de Direcciones**

FUNCION	BIMESTRAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	BIANUAL
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>					
Limpiar los sensores electronicos.		X			
Limpiar el ordenador y la impresora.		X			
Revisar la conexión electrica.		X			
Realizar la operación de mantenimiento preventivo del software del alineador.		X			
<b>ESTRUCTURA</b>					
Limpiar y lubricar los ejes de las garras de sujeccion.			X		
Realizar calibracion.			X		

**Tabla 32. Cabina de Pintura**

FUNCION	BIMESTRAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	BIANUAL
<b>QUEMADOR DE GAS</b>					
Desmontar y limpiar la boquilla y filtro del quemador,regular la combustion.			X		
Comprobar la llama del quemador y ajustarla si es preciso.			X		
Revisar y limpiar la Chimenea y el Quemador.				X	
<b>GENERADOR</b>					
Apretar los terminales del motor.			X		
Tensar las correas de transmision.			X		
Sustituir pre-filtro de entrada de aire.			X		
Limpiar el intercambiador de calor.				X	
<b>CABINA DE PINTURA</b>					
Limpiar paredes, recubrimientos de las lamparas y aplicar una fina capa de pintura.		X			
Sustituir filtros del suelo y techo.		X			
Limpiar el suelo, bandejas y parrillas de la cabina.		X			
<b>LABORATORIO DE COLOR</b>					
Sustituir filtros del extractor.		X			
Verificar la balanza de precision.			X		

**Tabla 33. Lámpara de Secado Infrarroja**

FUNCION	BIMESTRAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	BIANUAL
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>					
Revisar estado de los sensores automaticos de distancia.		X			
Limpiar reflectores con aire seco.		X			
<b>SISTEMA MECANICO</b>					
Lubricar partes moviles.			X		
<b>ESTRUCTURA</b>					
Revisar y limpiar exterior de la estructura.			X		

**Tabla 34. Prensa Hidráulica**

FUNCION	BIMESTRAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	BIANUAL
<b>SISTEMA MECANICO</b>					
Revisar estado del husillo.		X			
Lubricar partes moviles.			X		
<b>SISTEMA HIDRAULICO</b>					
Revisar fugas de aceite por la manguera o sellos.		X			
Cambiar aceite hidraulico.		X			
<b>ESTRUCTURA</b>					
Revisar y limpiar exterior de la estructura.			X		

**Tabla 35. Desmontadora de Llantas**

FUNCION	BIMESTRAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL	BIANUAL
<b>SISTEMA ELECTRICO</b>					
Revisar la conexión eléctrica.		X			
<b>SISTEMA MECANICO</b>					
Realizar estado del deslizador vertical, guardas, cubiertas y la cabeza de montaje.		X			
Lubricar partes móviles.		X			
<b>SISTEMA HIDRAULICO</b>					
Revisar el nivel de aceite hidráulico.			X		
Sustituir aceite hidráulico.					X
<b>ESTRUCTURA</b>					
Apretar pernos y tuercas.		X			
Revisar la presión de funcionamiento del manómetro.		X			
Revisar y limpiar la estructura general.				X	

## 11. SISTEMA DE INFORMACION COMPUTARIZADO PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS TALLERES DE CAMPESA S.A.

### 11.1 LOGIN

Para ingresar al sistema de información computarizado para el mantenimiento de los dos talleres de CAMPESA S.A. en Access se debe colocar el nombre si es administrador o es usuario con su respectiva contraseña como se muestra en la figura 6.

**Figura 6. Login**

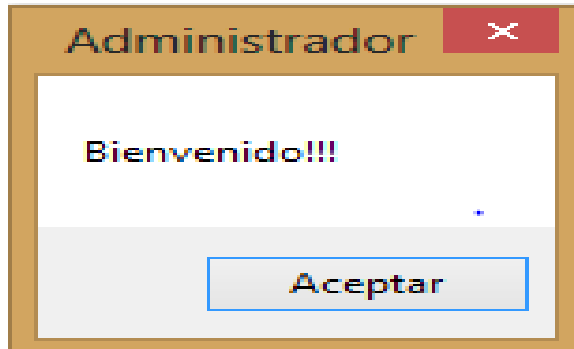


The image shows a login window titled "Login". At the top, there is a blue banner with the Chevrolet logo and the text "CAMPESA Marca la diferencia". Below the banner, there are two input fields: "USUARIO:" and "CONTRASEÑA:". To the right of the "USUARIO:" field is a solid blue button labeled "Aceptar". To the right of the "CONTRASEÑA:" field is a dashed blue button labeled "Cancelar".

### 11.2 BIENVENIDA

Luego de colocar el usuario con su contraseña el programa le da una bienvenida de acuerdo al usuario que entra como se muestra en la figura 7. Dando clic en aceptar podemos acceder al programa de Access.

**Figura 7. Bienvenida**



Para hacer un plan de mantenimiento computarizado es necesario identificar las tareas que tenemos que llevar a cabo para evitar fallas o averías en los dos talleres de CAMPESA S.A., este programa es una herramienta de Microsoft Excel y Microsoft Access que nos sirve para clasificar la información en los siguientes módulos:

- Inventarios y codificación.
- Equipos.
- Planeación del mantenimiento.
- Programación.
- Alarmas.
- Indicadores de gestión.

Las funciones para las que fue diseñado los módulos de mantenimiento se muestran en la figura 8.

Figura 8. Configuración del Programa Access

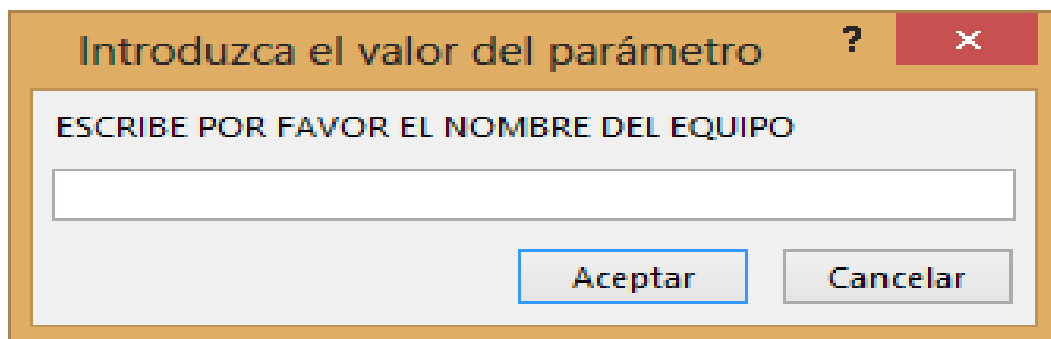


### 11.3 MODULO DE GESTION DE INVENTARIO Y CODIFICACION

Para facilitar la administración de los equipos se debe inventariar y codificar los activos que tiene la empresa CAMPESA S.A. diseñándolo en un programa computarizado llamado Access.

Hay dos formas que uno puede acceder al módulo de inventario y codificación: Uno de ellos es por medio de la consulta, en el cual, el usuario necesita saber el nombre del equipo como se muestra en la figura 9.

**Figura 9. Consulta por Medio del Nombre del Equipo**



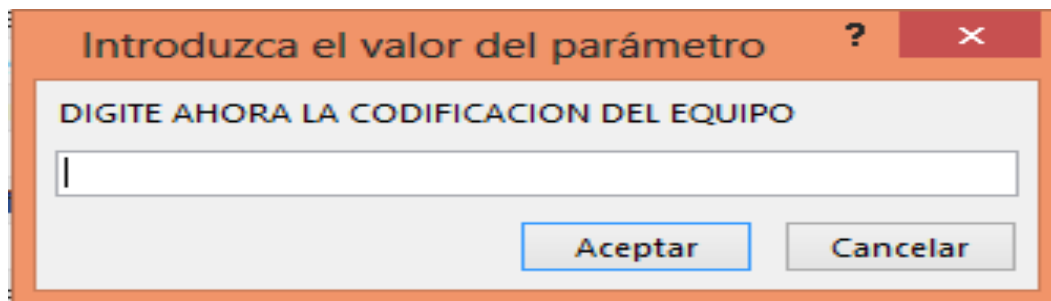
Introduzca el valor del parámetro ? X

ESCRIBE POR FAVOR EL NOMBRE DEL EQUIPO

Aceptar Cancelar

O con la codificación del equipo como se muestra en la figura 10.

**Figura 10. Consulta por Medio del Código de Equipo**



Introduzca el valor del parámetro ? X

DIGITE AHORA LA CODIFICACION DEL EQUIPO

Aceptar Cancelar

Luego de darle aceptar nos muestra la consulta que hemos hecho como se muestra en la figura 11.

**Figura 11. Módulo de Consulta de Inventario y Codificación**

CONSULTA X NOMBRE DEL EQUIPO				
CODIFICACION	CANTIDAD	NOMBRE DEL EQUIPO	CRITICIDAD	UBICACION
PIN-PA-01	3	Pistola Aerografica SAGOLA	NO CRITICO	PINTURA

En la otra forma podemos ver todo el formato del inventario y codificación como se muestra en la tabla 36.

**Tabla 36. Módulo De Inventario Y Codificación**

CONTADOR	CODIFICACION	CANTIDAD	NOMBRE DEL EQUIPO	CRITICIDAD	UBICACION	Haga clic para agregar
1	LAT-GH-01	6	Gato Hidraulico MEGA	MEDIO CRITICO	AREA DE TRABAJO	
2	LAT-SN-01	1	Sierra Neumatica STANLEY-PUMA	NO CRITICO	LATONERIA	
3	LAT-RN-01	25	Red Neumatica AIRTAC	NO CRITICO	TODO EL TALLER	
4	LAT-BAC-01	1	Banco Alineador de Chasis CHIEF	CRITICO	LATONERIA	
5	LAT-SM-01	1	Soldador Mig ESAB	MEDIO CRITICO	LATONERIA	
6	LAT-DL-01	1	Diferencial Palanca de Cadena VITAL	MEDIO CRITICO	LATONERIA	
7	LAT-SO-01	1	Soldador Oxiacetileno VICTOR EQUIPO C	MEDIO CRITICO	LATONERIA	
8	LAT-MI-01	1	Martillo de Inercia SOLARY	NO CRITICO	LATONERIA	
9	LAT-MI-02	1	Martillo de Inercia CAR-O-LINER	MEDIO CRITICO	LATONERIA	
10	LAT-TE-01	1	Torre de Estiraje CAR-O-LINER	MEDIO CRITICO	LATONERIA	
11	LAT-GC-01	1	Gato para Transmision BEND PAK	MEDIO CRITICO	LATONERIA	
12	LAT-PB-01	1	Prensa de Banco #2 URSUS	NO CRITICO	LATONERIA	
13	LAT-EN-01	1	Engrasador Neumatico BREMEN	NO CRITICO	LATONERIA	
14	LAT-TM-01	1	Taladro Manual DEWALT	NO CRITICO	LATONERIA	
15	LAT-DB-01	1	Diagnostico de Bateria MIDTRONICS	NO CRITICO	AREA DE TRABAJO	
16	ADT-AB-01	1	Amoladora de Banco DEWALT	NO CRITICO	AREA DE TRABAJO	
17	ADT-AB-02	1	Prensa de Banco MADE IN ENGLAND	NO CRITICO	AREA DE TRABAJO	
18	ADT-RE-01	1	Compresor de Resortes espiral ZENITROM	MEDIO CRITICO	AREA DE TRABAJO	
19	ADT-DCH-01	6	Elevador Electro-Hidraulico de 2 Columnas BEND PAK	CRITICO	AREA DE TRABAJO	
20	ADT-ET-01	5	Elevador de Tijera ATLAS	CRITICO	AREA DE TRABAJO	
21	ADT-PB-02	2	Prensa de Banco #8 URSUS	NO CRITICO	AREA DE TRABAJO	
22	ADT-PN-01	12	Pistola Neumatica STANLEY	NO CRITICO	AREA DE TRABAJO	
23	ADT-EEH-01	1	Elevador de Tijera ElectroHidraulico Movil CORGIAN	MEDIO CRITICO	AREA DE TRABAJO	
24	ADT-DCM-01	1	Elevador Electro-Mecanico de 2 Columnas TECNO INGENIERIA	CRITICO	AREA DE TRABAJO	
25	ADT-CT-01	2	Compresor de Tornillo KAESER	CRITICO	AREA DE TRABAJO	
26	ADT-GC-02	1	Gato para Transmision Telescopico URREA	MEDIO CRITICO	AREA DE TRABAJO	
27	ADT-DC-02	1	Diferencial Manual de Cadena [2 Ton] VITAL	MEDIO CRITICO	AREA DE TRABAJO	
28	ADT-HL-01	1	Hidro-Lavadora	NO CRITICO	AREA DE TRABAJO	
29	ADT-AC-01	1	Asensor para Carros PAANTEC SAS	MEDIO CRITICO	AREA DE TRABAJO	
30	ADT-AR-01	1	Asensor para Repuestos	MEDIO CRITICO	AREA DE TRABAJO	
31	ADT-BR-01	1	Balaceadora de ruedas	NO CRITICO	AREA DE TRABAJO	
32	ADT-CCH-01	1	Elevador Electro-Hidraulico de 4 Columnas BEND PAK	CRITICO	AREA DE TRABAJO	
33	ADT-GM-01	1	Grua Hidraulica movil con pluma extensible AUTOBAS	MEDIO CRITICO	AREA DE TRABAJO	
34	ADT-AD-01	1	Alineador de Direcciones VISUALINER	NO CRITICO	AREA DE TRABAJO	
35	ADT-GC-01	1	Gato para Canecas	MEDIO CRITICO	AREA DE TRABAJO	
36	PIN-CP-01	1	Cabina de Pintura LAGOS	MEDIO CRITICO	PINTURA	
37	PIN-LI-01	2	Lampara de Secado Infrarroja INFRA-QUICK	NO CRITICO	PINTURA	
38	PIN-AS-01	1	Aspiracion y Secadora CRAFTSMAN	NO CRITICO	PINTURA	
39	PIN-PA-01	3	Pistola Aerografica SAGOLA	NO CRITICO	PINTURA	
40	PIN-PA-02	3	Pistola Aerografica SPANESI	NO CRITICO	PINTURA	
41	PIN-PA-03	3	Pistola Aerografica ARPRES	NO CRITICO	PINTURA	
42	PIN-LN-01	1	Lijadora Neumatica PUMA	NO CRITICO	PINTURA	
43	PIN-PE-01	1	Polichadora Electrica DELWALT	NO CRITICO	PINTURA	
44	PIN-PE-02	1	Polichadora Electrica METATO	NO CRITICO	PINTURA	
45	DIE-SM-02	1	Soldador Mig HOBART	MEDIO CRITICO	DIESEL	
46	DIE-GH-02	5	Gato hidraulico	MEDIO CRITICO	DIESEL	
47	DIE-GC-03	3	Gato para Transmision URREA	MEDIO CRITICO	DIESEL	
48	DIE-AB-02	1	Amoladora de Banco GLADIADOR	NO CRITICO	DIESEL	
49	DIE-PH-01	1	Prensa Hidraulica	NO CRITICO	DIESEL	
50	DIE-CR-01	1	Compresor de Resortes espiral BRANICK	NO CRITICO	DIESEL	
51	DIE-GP-02	1	Grua Hidraulica movil [2 TON] MEGA	MEDIO CRITICO	DIESEL	
52	DIE-PN-02	9	Pistola Neumatica CP	NO CRITICO	DIESEL	
53	DIE-RA-01	5	Recolector de Aceite ARCASTI	NO CRITICO	DIESEL	
54	DIE-CCH-02	1	Elevador Electro Hidraulico de 4 Columnas ATLAS	CRITICO	DIESEL	
55	DIE-SF-01	1	Scanner para Frio ROBINAR	NO CRITICO	DIESEL	
56	DIE-DLL-01	1	Desmontadora de Llantas COATS	NO CRITICO	DIESEL	
57	DIE-BR-02	1	Balaceadora de Ruedas ATLAS	NO CRITICO	DIESEL	
58	DIE-AD-02	1	Alineador de Direccion ATLAS	NO CRITICO	DIESEL	
59	DIE-BA-01	1	Balnera para Aceite ARCO	NO CRITICO	DIESEL	
60	DIE-CB-01	1	Cargador de Baterias SCHUMACHER	NO CRITICO	DIESEL	

Registro: 1 de 60 Sin filtro Buscar

## 11.4 MODULO DE EQUIPOS

Contiene toda la información de los equipos de los dos talleres de CAMPESA S.A. en los siguientes formatos:

**11.4.1 Modulo de la Ficha Técnica.** Es un formato donde se reflejan los datos del equipo tales como nombre del equipo, marca, modelo, montaje, capacidad, potencia, voltaje, presión, ubicación y tipo de mantenimiento. En caso de que sea necesario la reparación de un componente del equipo, se coloca en el campo correspondiente de la ficha. En la figura 12. Se muestra la ficha técnica de los datos de cada equipo.

**Figura 12. Módulo de la Ficha Técnica**

NOMBRE DEL EQUIPO	Elevador Electro-Hidraulico de 2 Columnas
MARCA	Bend Pak
MODELO	XP-9F
MONTAJE	Estatico
CAPACIDAD	9000 Lbs
POTENCIA	2 HP
VOLTAJE	0
PRESION	0
UBICACION	AREA DE TRABAJO
TIPO DE MANTENIMIENTO	PREVENTIVO

**11.4.2 Modulo de la Hoja de Vida.** En la figura 13. Se muestra la hoja de vida de cada equipo. En este formato recopilamos todas las actividades de mantenimiento que tiene cada equipo llevando así un historial de los procesos del técnico realiza.

**Figura 13. Módulo De La Hoja De Vida**

FECHA	ORDEN DE TRABAJO	TIPO DE MANT	DESCRIPCION DEL MANT REALIZADO	HTAS Y REPUESTOS UTILIZADOS	RESPONSABLE DE REALIZAR EL MANT
22/10/2015	45	PREVENTIVO	Se reviso el estado de las cadenas y rampa de seguridad.	aceite,mangueras.	Tecnico de CAMPESA S.A.

## 11.5 MODULO DE ORDEN DE TRABAJO

Una orden de trabajo es planeada luego de realizar una solicitud de servicio y así retroalimentar los datos por parte del personal de mantenimiento. Se emite de modo automático y está vinculada con el mantenimiento preventivo que demandan algunos equipos, se especifica cada paso a considerar en la reparación a cuestión

**11.5.1 Solicitud de Servicio.** Un formato de solicitud de mantenimiento es una solicitud que se hace por escrito para exponer las fallas, o defectos técnicos de algún objeto, producto o aparato y solicitar su reparación, dirigido a la entidad responsable de ello.

En la figura 14. Se muestra la solicitud de servicio de un equipo que necesita ser reparado.

**Figura 14. Solicitud de Servicio**

The screenshot shows a web application window titled "SOLICITUD DE SERVICIO". The header features a white Chevrolet car on the left and the "CAMPESA" logo with the tagline "Marca la diferencia" on the right, above the text "SOLICITUD DE SERVICIO".

The form contains the following fields and values:

- NUMERO DE SOLICITUD:
- CODIFICACION:
- EQUIPO:
- TIPO DE DAÑO:
- OTROS:
- DESCRIPCION DEL TRABAJO:
- GRADO DE PRIORIDAD:
- SUGERENCIAS PARA EL SERVICIO:
- OBSERVACIONES:
- FECHA DE ENTREGA:
- FECHA DE CUMPLIMIENTO:
- SOLICITA:
- APRUEBA:

At the bottom, there is a status bar with the text "Registro: 14 de 1" and a "Buscar" button.

En la figura 15. Se muestra la orden de trabajo.

**Figura 15. Módulo de Orden de Trabajo**

**ORDEN DE TRABAJO**

**CAMPESA**  
Marca la diferencia

**ORDEN DE TRABAJO**

UBICACION: AREA DE TRABAJO

NOMBRE DEL EQUIPO: Elevador Electro-Mecanico de 2 Columnas TECNO INGENIERIA

CODIFICACION: ADT-DCM-01

FECHA DE SOLICITUD: 07/10/2015

FECHA DE FALLA DEL EQUIPO: 02/10/2015      HORA DE FALLA DEL EQUIPO: 11

NOMBRE DEL SOLICITANTE: Humberto Guzman

FECHA DE INICIO: 07/10/2015      HORA DE INICIO: 11

FECHA DE TERMINACION: 07/10/2015      HORA DE TERMINACION: 5

CONDICIONES DEL EQUIPO: AFECTA PRODUCCION      TIEMPO DE HORAS TOTALES: 7

FECHA DE DISPONIBILIDAD: 08/10/2015

DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO: SIEMPRE

MATERIALES E INSUMOS: cadena

DESCRIPCION DEL TRABAJO/PROCEDIMIENTO: Se realizo desmontaje de torres para acoplar cadena

OBSERVACIONES:

NORMAS DE SEGURIDAD:

REVISADO: tecnico CAMPESA S.A.      APROBADO: Adm. Julian Mendoza

Registro: 1 de 1      Sin filtro      Buscar


Después de llenar la solicitud de servicio se da la orden de trabajo, el técnico se presenta y procede a realizar la instalación del servicio de acuerdo a las pautas que allí se estipularon. Debe incluir el tipo de actividad, su prioridad, falla o el defecto encontrado, la duración de la reparación y sus respectivas normas de seguridad.

## 11.6 MODULO DE PLANEACION DE MANTENIMIENTO

En la figura 16. Se muestra la planeación de mantenimiento donde se hace la búsqueda de garantizar la máxima disponibilidad de los equipos para la producción en los dos talleres de CAMPESA S.A.

**Figura 16. Módulo de Planeación de Mantenimiento**

PLANEACION

 **CAMPESA**  
Marca la diferencia  
PLAN DE MANTENIMIENTO

FECHA: 30/10/2015

PROCEDIMIENTO: INSPECCIONAR

UBICACION: AREA DE TRABAJO

NOMBRE: ELEVADOR ELECTRO HIDRAULICO 4 COLUMNAS BEND PAK

CODIFICACION: ADT-CCH-01

HORAS ESTIMADAS: 3

PLANEADO: RAMON FAJARDO

APROBADO: Tecnico CAMPESA S.A.

Registro: 1 de 1 Sin filtro Buscar

## 11.7 MODULO DE PROGRAMACION

En la figura 17. Se muestra el módulo de programación, por medio de este módulo se seleccionara las fechas en las que se realizara el mantenimiento preventivo con su planificación, generando automáticamente según se defina en la configuración del sistema.

**Figura 17. Módulo de Programación**

PROGRAMACION

UBICACION AREA DE TRABAJO

NOMBRE DEL EQUIPO Elevador Electro-Hidraulico de 4 Columnas BEND PAK

CODIFICACION ADT-CCH-01

ORDEN DE TRABAJO 50

FECHA DE INICIO 17/07/2015

PROCEDIMIENTO inspeccionar

TIPO DE FRECUENCIA QUINCENAL

MARGEN PARA ALARMAS 4 TIEMPO DIAS

OBSERVACIONES

Registro: 1 de 1 Sin filtro Buscar

## 11.8 MODULO DE ALARMAS

En la figura 18. Se muestra las alarmas que permiten recordar que equipos necesitan hacerle el mantenimiento.

Figura 18. Módulo de Alarmas

ALARMAS

REFERENCIA

FECHA DE PROGRAMACION

EQUIPO

TIPO DE MANTENIMIENTO

PRIORIDAD  ESTADO

Registro: 1 de 1 Sin filtro Buscar

## 11.9 MODULO DE INDICADORES DE GESTION<sup>11</sup>

Cuando se emprende cualquier actividad es necesario definir una serie de indicadores que cuantifiquen la eficacia de dichas actividades. De este modo se puede evaluar de forma objetiva si se consiguen los objetivos que se pretendían con la realización de dicha actividad.

<sup>11</sup> ARAUJO, Jorge Rodríguez. Gestión del mantenimiento. Dic. 2008. cap. 2.4.

Los periodos de tiempo nunca incluyen paradas planificadas, ya sea por convenios laborales, por mantenimiento planificado, o por paradas de producción, dado que estas no son debidas al fallo de la máquina.

Los indicadores de gestión son: Confiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad.

**11.9.1 Confiabilidad**<sup>12</sup>. Es la probabilidad de que un equipo trabaje en un tiempo determinado sin fallas.

### **Ecuación 3. Confiabilidad**

$$\text{CONFIABILIDAD} = \text{MTBF} = \frac{h_T}{p} * 100$$

Donde:

***MTBF = TIEMPO MEDIO ENTRE FALLA***

***h<sub>T</sub>***=horas trabajadas o de marcha durante el periodo de evaluación.

***p***=número de paros durante el periodo de evaluación.

#### **❖ TIEMPO MEDIO ENTRE FALLA (MTBF)**

Permite conocer el tiempo promedio que transcurre entre una falla y otra de un equipo.

**11.9.2 Mantenibilidad.** Es la probabilidad de que una determinada acción de mantenimiento activo aplicada sobre un dispositivo pueda llevarse a cabo dentro de

---

<sup>12</sup> RODRIGUEZ, Espinoza. Gestión de mantenimiento 2008. Optimización del mantenimiento. Espoch. Pág. 54.

un intervalo de tiempo establecido, cuando dicho mantenimiento se realiza bajo condiciones fijadas y usando procedimientos y recursos establecido.

#### **Ecuación 4. Mantenibilidad**

$$**MANTENIBILIDAD = MTTR = \frac{h_p}{p} * 100**$$

Donde:

***MTTR = TIEMPO MEDIO PARA LA REPARACION***

***h<sub>p</sub>***=horas de paros durante el periodo de evaluación.

#### **❖ TIEMPO MEDIO PARA LA REPARACION (MTTR)**

Permite conocer el tiempo promedio que tardan las fallas de un equipo en ser reparadas.

**11.9.3 Disponibilidad.** La disponibilidad es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción.

Se define como la probabilidad de que una maquina esté preparada para producción en un periodo de tiempo determinado, o sea que no esté parada por averías o ajustes.

La disponibilidad permite conocer el porcentaje de tiempo que el equipo está disponible después de restar los tiempos muertos por mantenimiento.

## Ecuación 5. Disponibilidad

$$DISPONIBILIDAD = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100$$

En la figura 19. Se muestra el módulo de indicadores de gestión donde podemos saber la disponibilidad de los equipos de los dos talleres de CAMPESA S.A. que están en funcionamiento.

Figura 19. Modulo de Indicadores de Gestion



En la tabla 37 hasta la 40. Se muestran todos los equipos de los dos talleres de CAMPESA S.A. con sus respectivos valores en porcentaje de disponibilidad que tiene cada uno de ellos.

**Tabla 37. Disponibilidad de los Equipos del Área de Latonería**

Etiquetas de fila	Suma de DISPONIBILIDAD
Banco Alineador de Chasis CHIEF	88,89
Diagnostico de Bateria MIDTRONICS	96
Diferencial Palanca de Cadena VITAL	92,31
Engrasador Neumatico BREMEN	96
Gato Hidraulico MEGA T2	92,31
Gato para Transmision BEND PAK	92,31
Martillo de Inercia CAR-O-LINER	92,31
Martillo de Inercia SOLARY	96
Prensa de Banco #2 URSUS	96
Red Neumatica AIRTAC	96
Sierra Neumatica STANLEY-PUMA	96
Soldador Mig ESAB	92,31
Soldador Oxiacetilenico VICTOR EQUIPO C	92,31
Taladro Manual DEWALT	96,00
Torre de Estiraje CAR-O-LINER	92,31
<b>Total general</b>	<b>1407,04</b>

En la figura 20 hasta 23. Se muestran todas las gráficas de disponibilidad de los equipos de los dos talleres de CAMPESA S.A.

Figura 20. Grafica de Disponibilidad de los Equipos en el Área de Latonería



Tabla 38. Disponibilidad de los Equipos del Área de Trabajo

Etiquetas de fila	Suma de DISPONIBILIDAD
Alineador de Direcciones VISUALINER	92,31
Amoladora de Banco DEWALT	92,31
Asensor para repuestos	92,31
Asensor para Carros PAANTEC SAS	92,31
Balancedora de ruedas	92,31
Compresor de Resortes Espiral ZENITROM	92,31
Compresor de Tornillo KAESER	88,89
Diferencial Manual de Cadena [2 Ton] VITAL	92,31
Elevador de Tijera ATLAS	88,89
Elevador de Tijera ElectroHidraulico Movil CORGIAN	92,31
Elevador Electro-Hidraulico de 2 columnas BEND PAK	88,89
Elevador Electro-Hidraulico de 4 columnas BEND PAK	88,89
Elevador Electro-Mecanico de 2 columnas TECNO INGENIERIA	88,89
Gato para Canecas	92,31
Gato para Transmision Telescopico URREA	92,31
Grua Hidraulica movil con pluma extensible AUTOBAS	92,31
Hidro-Lavadora	92,31
Pistola Neumatica STANLEY	96,00
Prensa de Banco #8 URSUS	96,00
Prensa de Banco MADE IN ENGLAND	92,31
<b>Total general</b>	<b>1836,44</b>

Figura 21. Grafica de Disponibilidad de los Equipos del Área de Trabajo

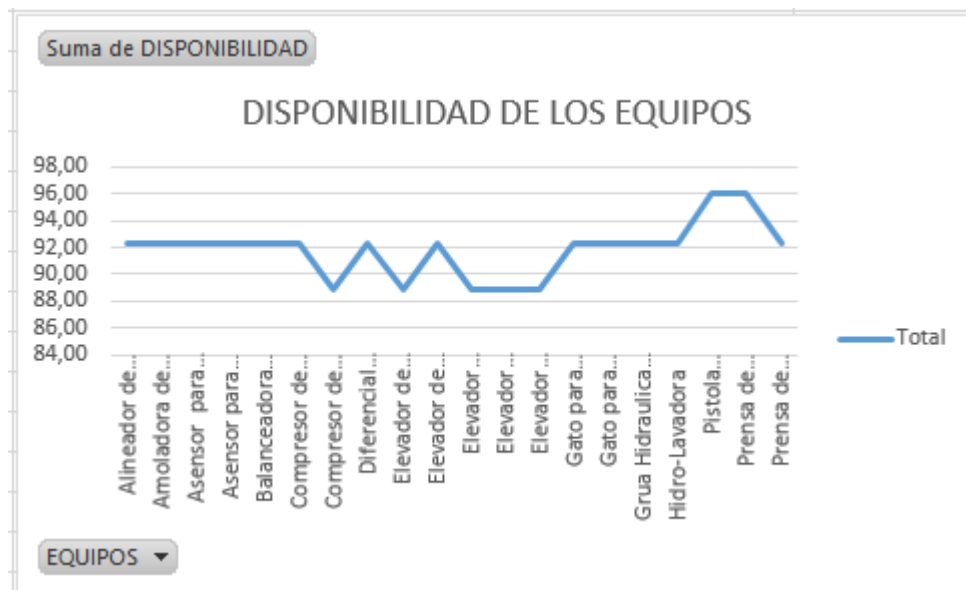


Tabla 39. Disponibilidad de los Equipos del Área de Pintura

Etiquetas de fila	Suma de DISPONIBILIDAD
Aspiracion y Secadora CRAFTSMAN	96
Cabina de Pintura LAGOS	92,31
Lampara de Secado Infrarrojas INFRA-QUICK	92,31
Lijadora Neumatica PUMA	96
Pistola Aerografica ARPRES	96
Pistola Aerografica SAGOLA	96
Pistola Aerografica SPANESI	96
Polichadora Electrica DELWALT	96
Polichadora Electrica METATO	96
<b>Total general</b>	<b>856,62</b>

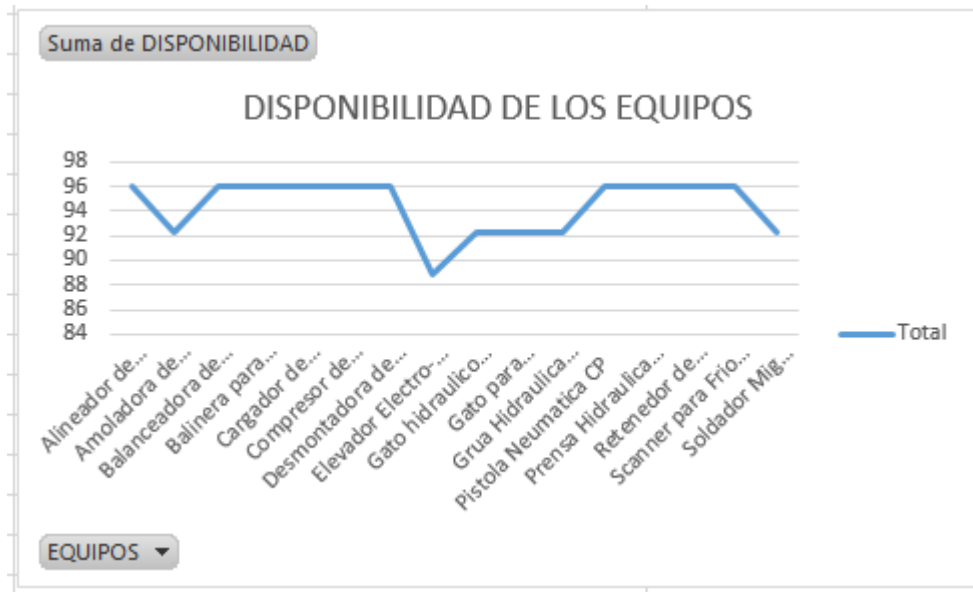
**Figura 22 Grafica de Disponibilidad del Área de Pintura**



**Tabla 40. Disponibilidad de los Equipos del Área de Diésel**

Etiquetas de fila	Suma de DISPONIBILIDAD
Alineador de direccion ATLAS	96
Amoladora de Banco GLADIADOR	92,31
Balanceadora de Ruedas ATLAS	96
Balinera para Aceite ARCO	96
Cargador de Baterias SCHUMACHER	96
Compresor de Resortes espiral BRANICK	96
Desmontadora de Llantas COATS	96
Elevador Electro-Hidraulico de 4 columnas ATLAS	88,89
Gato hidraulico MEGA 1,5T	92,31
Gato para Transmision URREA	92,31
Grua Hidraulica movil [2 TON] MEGA	92,31
Pistola Neumatica CP	96
Prensa Hidraulica MEGA	96
Retenedor de Aceite ARCASTI	96
Scanner para Frio ROBINAR	96
Soldador Mig HOBART	92,31
<b>Total general</b>	<b>1510,43</b>

Figura 23. Grafica de Disponibilidad del Área de Diésel



## **12. MANUALES DE SEGURIDAD**

### **12.1 EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL<sup>13</sup>**

Los EPP comprenden todos aquellos dispositivos, accesorios y vestimentas de diversos diseños que emplea el trabajador para protegerse contra las posibles lesiones.

El equipo de protección personal está formado por implementos de protección para ser utilizados por los trabajadores en forma individual, por lo tanto el equipo está diseñado para los diferentes partes del cuerpo y pueden ser ampliamente clasificados.

### **12.2 CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL**

Los equipos de protección personal deben cumplir las siguientes características:

- Proteger bien.
- Ser Resistentes.
- Ser prácticos.
- Ser de fácil mantenimiento.
- Ser desechables.

### **12.3 SELECCIÓN DEL EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL**

La persona encargada de la seguridad, asesora a los responsables de cada área para la selección del equipo de protección personal

---

<sup>13</sup>FERRER RAMOS, Heli. Equipo de protección personal. [En línea]. [02 diciembre de 2015]. Disponible en:<<http://es.slideshare.net/quest7b7448/proteccion-personal-en-el-trabajo>>.

Para la apropiada selección de los equipos de protección personal, el encargado de la seguridad se rige por normas internacionales aplicables a cada equipo según la siguiente tabla 41:

**Tabla 41 Norma Internacional para los Equipos de Protección Personal**

<b>Equipo de Protección Personal</b>	<b>Norma Internacional Aplicable</b>
Protección de cabeza	ANSI Z89.1
Protección de pies	ASTM F2412-05 F2413-05
Protección de ojos y cara	ANSI Z87.1
Protección contra caídas	ANSI Z359.1
Protección respiratoria	Certificados por NIOSH
Protección auditiva	NRR adecuado

Fuente: [http://www.asep.gob.pa/electric/PADE\\_LORENA/Anexo%20C%20-%20NORMAS%20DE%20SEGURIDAD%20OPERACIONALES.pdf](http://www.asep.gob.pa/electric/PADE_LORENA/Anexo%20C%20-%20NORMAS%20DE%20SEGURIDAD%20OPERACIONALES.pdf)

**12.3.1 Protección de la Cabeza.** Para proteger la cabeza se utiliza el casco de seguridad el cual es de uso general.

El casco está constituido por un caparazón metálico o de material plástico y un sistema de suspensión que mantiene la cabeza separada del caparazón.

**12.3.2 Protección de los Ojos y la Cara.** Para proteger los ojos y la cara de lesiones debido a agentes físicos y químicos o radiaciones, existe una variedad de anteojos de seguridad y caretas de los cuales es necesario escoger siempre el tipo adecuado para el trabajo específico.

**12.3.3 Protección de la Cara.** El equipo de protección facial tiene como función resguardar la cara contra golpes débiles, salpicaduras químicos o de metales calientes entre otros.

**12.3.4 Protección del Oído.** El control del ruido industrial es un problema complejo y los métodos para reducir el ruido en caso particular dependen de muchos factores. Es por eso que se recomienda usar las protecciones auditivas en aquellas áreas donde existen altos niveles de ruido.

Para que el trabajador no este expuesto a niveles de ruido por encima de las concentraciones máximas permisibles se dispone de los tapones auditivos y las orejeras.

**12.3.5 Protección de las Vías Respiratorias.** Los equipos de protección respiratoria son considerados como elementos de emergencia o de uso ocasional y entre ellos tenemos los siguientes: antipolvo, antigas.

**12.3.6 Protección de las Manos.** Los dedos y las manos están expuestos a cortaduras, excoriaciones, contusiones y quemaduras. A pesar de que los dedos son difíciles de proteger hay algunas formas de evitarles muchas lesiones comunes con el equipo de protector adecuado entre los cuales tenemos: guantes de asbesto, guantes de neopreno, guantes de carnaza, guantes impermeabilizantes, guantes industriales y guantes para soldadores.

**12.3.7 Protección de los Pies.** La protección de los pies se obtiene la utilización de los zapatos de seguridad con punta de acero, los cuales brindan buena protección a objetos rodantes como tubos pesados y también contra el peligro de golpear accidentalmente un objeto metálico.

En el **Anexo D. hasta el Anexo I.** Se muestra la práctica de seguridad operacional a los equipos más críticos de los dos talleres de CAMPESA S.A.

## 13. ANALISIS DE COSTO FINANCIERO

### 13.1 TASA INTERNA DE RETORNO O RENTABILIDAD<sup>14</sup>

La tasa interna de retorno o de rentabilidad (TIR) es un método de valorización de inversiones que mide la rentabilidad de los cobros y los pagos actualizados, generados por una inversión, en términos relativos, es decir, en porcentaje.

### 13.2 CALCULO

Analíticamente se calcula despejando el tipo de descuento (r) que iguala el VAN a cero.

#### Ecuación 6. TIR

$$-A + \frac{Q_1}{(1+r)} + \frac{Q_1}{(1+r)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+r)^n} = 0$$

Siendo:

R= la tasa de retorno o TIR que en este caso es la incógnita.

A= desembolso inicial.

$Q_1, Q_2, \dots, Q_n$  = flujos netos de caja da cada periodo.

---

<sup>14</sup> [En línea]. [29 enero de 2016]. Disponible en: <<http://www.expansion.com/diccionario-economico/tasa-interna-de-retorno-o-rentabilidad-tir.html>>.

La TIR permite determinar si una inversión es efectuable así como realizar la jerarquización entre varios proyectos.

- a. **Efectuabilidad:** Son efectuales aquellas inversiones que tengan una TIR superior a la rentabilidad que se exige a la inversión “k” ( $r > k$ ). Esta rentabilidad puede calcularse de distintas formas.
- b. **Jerarquizacion:** Entre las inversiones efectuales es preferible la que tenga una TIR más elevada.

Actualmente se puede utilizar calculadoras financieras o de programas informáticos, como Excel, que incluyen funciones que calculan la TIR con tan solo introducir el valor del desembolso inicial y de los flujos de caja.

Utilizando la herramienta Excel para el cálculo del TIR durante dos años en periodos de seis meses como se muestra en la tabla 42.

**Tabla 42 Costo de Mantenimiento Correctivo**

PERIODO	DESCRIPCION	VALORES
1 SEMESTRE	COSTO DE MTTO CORRECTIVO	2080500
	COSTO DE PARADA	3200600
	$\Sigma=$	5281100
2 SEMESTRE	MTTO CORRECTIVO	3201100
	COSTO DE PARADA	1920800
	$\Sigma=$	5121900
3 SEMESTRE	MTTO CORRECTIVO	4804380
	COSTO DE PARADA	2881200
	$\Sigma=$	7685580
4 SEMESTRE	MTTO CORRECTIVO	9366500
	COSTO DE PARADA	6242860
	$\Sigma=$	15609360

**Tabla 43 Costos de Mantenimiento Preventivo**

PERIODO	DESCRIPCION	COSTOS
1 SEMESTRE	COSTO DE MTTO PREVENTIVO	2200900
2 SEMESTRE	COSTO DE MTTO PREVENTIVO	1860460
3 SEMESTRE	COSTO DE MTTO PREVENTIVO	4383300
4 SEMESTRE	COSTO DE MTTO PREVENTIVO	8092500

La tabla 43. Muestra la estimación del costo de implementar el plan de mantenimiento preventivo para CAMPESA S.A.

### 13.3 Resultados del Cálculo del TIR en Excel

COSTO INICIAL= -8000000

**Tabla 44 Cálculo de TIR**

COSTO ANTERIOR	COSTO PREVISTO POR PREVENTIVO	ESTIMACION DE FLUJO DE CAJA QUE GENERA EL PROYECTO	PERIODOS	TIR
5281100	2200900	3080200	1 SEMESTRE	-23%
5121900	1860460	3261440	2 SEMESTRE	11%
7685580	4383300	3302280	3 SEMESTRE	27%
15609360	8092500	7516860	4 SEMESTRE	36%

En la tabla 44. Podemos ver según el método usado que en el segundo semestre se amortiza el costo inicial del proyecto y comienza a aumentar el TIR a partir de este periodo, lo que permite concluir que el proyecto es viable económicamente.

## 14. CONCLUSIONES

- Se realizó un inventario de 156 equipos y herramientas y se codificaron 60 equipos y herramientas con el fin de estandarizar y favorecer la revisión y control sobre los procesos relacionados con la maquinaria.
- Se realizó una auditoria de mantenimiento para saber la situación actual de los dos talleres de CAMPESA S.A.
- Se llevó a cabo el análisis de criticidad para todos los equipos de los dos talleres de CAMPESA S.A. para identificar cuales equipos son los más críticos y hacerles un plan de mantenimiento preventivo.
- Se realizó análisis de modos y efectos de falla (FMEA) a los equipos más críticos de los dos talleres de CAMPESA S.A. para identificar las causas que originan la falla en los equipos.
- Se diseñó un programa computarizado con la herramienta de Microsoft Excel y Microsoft Access que le permitirá a la administración de CAMPESA S.A. desarrollar un seguimiento sistematizado a los distintos módulos de mantenimiento preventivo para todas sus máquinas y herramientas de los dos talleres de CAMPESA S.A.
- Se creó un cronograma de mantenimiento preventivo donde se puede ver periódicamente para prevenir las fallas con revisión bimestral, trimestral, semestral, anual, bianual de los equipos de los dos talleres de CAMPESA S.A.

- Se implementó un manual de seguridad para todos los operarios que manipulan los equipos y herramientas de los dos talleres de CAMPESA S.A.

## 15. RECOMENDACIONES

- Para asegurar un correcto funcionamiento de las máquinas y equipos es necesario realizar una inspección periódica para saber si están funcionando o necesitan corregir los problemas que provocan las fallas.
- Se requiere aumentar los recursos en el área de mantenimiento para que hayan repuestos disponibles para que no sea afectada la planta de producción.
- Fomentar el dialogo entre los mandos altos y los operarios de las máquinas para dar una solución más efectiva a los problemas que se presenten en el área de producción.
- Se recomienda verificar el cumplimiento de las funciones de los operarios para que revisen periódicamente las posibles fallas que las máquinas y herramientas puedan tener.
- Sería de gran utilidad tener un técnico dedicado exclusivamente a la conservación y al buen funcionamiento de las máquinas y herramientas del área de producción.

## BIBLIOGRAFIA

GARCIA GARRIDO, Santiago. Organización y gestión integral de mantenimiento. Madrid: Diaz de Santos, 2014. 320p.

GARCIA GARRIDO, Santiago. Mantenimiento correctivo organización y gestión de la reparación de averías. Colección mantenimiento industrial volumen 4. [En línea]. [29 de agosto del 2015]. Disponible en:<<http://www.renovetec.com/mantenimientoindustrial-vol4-correctivo.pdf> >.

GONZALEZ FERNANDEZ, Francisco Javier. auditoria del mantenimiento e indicadores de gestion : "lorenzo y el limpiacristales" : las cinco amenazas del mantenimiento. Madrid: Fundación Confemetal, 2004. 259p.

LLORENTE, José Luis. Análisis de modos de fallo y efectos (AMFE). [En línea]. Disponible en internet: <http://www.gestion-calidad.com/archivos%20web/AMFE.pdf>

ARAUJO, Jorge Rodríguez. Gestión del mantenimiento. Dic. 2008 cap. 2.4.

ORREGO BARRERA, Juan Carlos. Ingeniero mecánico. Especialista en finanzas-preparación y evaluación de proyectos. [En línea]. Disponible en: <http://es.slideshare.net/mantonline/anlisis-de-criticidad-presentation>. [Citado el 29 de abril de 2015].

MORA GUTIERREZ, Alberto. Mantenimiento planeación, ejecución y control. 1ed. Madrid: Alfaomega, 2009. 528p.

MICROSOFT OFFICE/ Access 2013. Guía práctica para el usuario.

RODRIGUEZ, Espinoza. Gestión de mantenimiento. Optimización del mantenimiento. Espoch, 2008 54p.

ROSALER, Robert C. and RICE, James O. Manual de mantenimiento industrial. México: McGraw-Hill, 1997. 5T.

# **ANEXOS**

## Anexo A Codificación de los Equipos de los dos Talleres

Tabla 6. Codificación Del Área De Latonería

LAT-SO-01	SOLDADOR OXIACETILENICO	<p><b>MARCA:</b> Victor equipo c</p> <p><b>MODELO:</b> CSR 450D</p> <p><b>TRABAJO:</b> Diurno</p> <p><b>MONTAJE:</b> Movil</p>	
LAT-MI-01	MARTILLO DE INERCIA (SOLARY)	<p><b>MARCA:</b> Solary</p> <p><b>MODELO:</b> Punto-E</p> <p><b>TRABAJO:</b> Diurno</p> <p><b>MONTAJE:</b> Movil</p>	
LAT-MI-02	MARTILLO DE INERCIA (CAR-O-LINER)	<p><b>MARCA:</b> Car-O-Liner</p> <p><b>MODELO:</b> CR-100</p> <p><b>TRABAJO:</b> Diurno</p> <p><b>MONTAJE:</b> Movil</p>	
LAT-TT-01	TORRE DE ESTIRAJE	<p><b>MARCA:</b> Car-O-Liner</p> <p><b>MODELO:</b> 0708020016</p> <p><b>TRABAJO:</b> Diurno</p> <p><b>MONTAJE:</b> Movil</p>	



LAT-GC-01	GATO PARA TRANSMISION	<p>MARCA: Bend Pak  MODELO: 90715 54 204  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Movil</p>	
LAT-PB-01	PRENSA DE BANCO #2	<p>MARCA: Ursus  MODELO: URS-2YC  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Movil</p>	
LAT-EN-01	ENGRASADOR NEUMATICO	<p>MARCA: BREMEN  MODELO: 3665  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Movil</p>	
LAT-TM-01	TALADRO MANUAL	<p>MARCA: Dewalt  MODELO: DW5085  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Movil</p>	
LAT-DB-01	DIAGNOSTICO DE BATERIA	<p>MARCA: Midtronics  MODELO: GR8-1100  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Movil</p>	

**Tabla 7 Codificación Del Área De Trabajo**

CODIFICACION	EQUIPO	DESCRIPCION	IMAGEN
ADT-AB-01	AMOLADORA DE BANCO	<p>MARCA: Dewalt  MODELO: FEA-0007  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Estatico</p>	
ADT-PB-02	PRENSA DE BANCO	<p>MARCA: Made in England  MODELO: KMG-30A  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Estatico</p>	
ADT-RE-01	COMPRESOR DE RESORTES ESPIRAL	<p>MARCA: Zenitrom  MODELO: Z-4038  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Movil</p>	
ADT-DCH-01	ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE 2 COLUMNAS	<p>MARCA: Bend Pak  MODELO: XP-9F  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Estatico</p>	






ADT-DCM-01	ELEVADOR ELECTROMECHANICO DE 2 COLUMNAS	<b>MARCA:</b> Tecno Ingenieria <b>MODELO:</b> A2002 <b>TRABAJO:</b> Diurno <b>MONTAJE:</b> Estatico	
ADT-CT-01	COMPRESOR DE TORNILLO	<b>MARCA:</b> Kaeser <b>MODELO:</b> SK20 <b>TRABAJO:</b> Diurno <b>MONTAJE:</b> Estatico	
ADT-GC-01	GATO PARA TRANSMISION TELESCOPICO	<b>MARCA:</b> Urrea <b>MODELO:</b> 2488 <b>TRABAJO:</b> Diurno <b>MONTAJE:</b> Estatico	
ADT-DC-01	DIFERENCIAL MANUAL DE CADENA (2 TON)	<b>MARCA:</b> Vital <b>MODELO:</b> IVDC3T5 <b>TRABAJO:</b> Diurno <b>MONTAJE:</b> Movil	

ADT-HL-01	HIDRO LAVADORA	<p>MARCA: Cat  MODELO: 5CP3120  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Movil</p>	
ADT-AC-01	ASENSOR PARA CARROS	<p>MARCA: Paantec sas  MODELO: BGR1700  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Estatico</p>	
ADT-AR-01	ASCENSOR PARA REPUESTOS	<p>MARCA: PFLOW  MODELO: M  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Estatico</p>	
ADT-BR-01	BALANCEADORA DE RUEDAS	<p>MARCA: John Bean  MODELO: System II  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Estatico</p>	

ADT-CCH-01	ELEVADOR ELECTROHIDRAULICO DE 4 COLUMNAS	<p>MARCA: Bend Pack  MODELO: HD-10A  TRABAJO:Diurno  MONTAJE: Estático</p>	
ADT-GM-01	GRUA HIDRAULICA MOVIL CON PLUMA EXTENSIBLE	<p>MARCA: Autobas  MODELO: US-555  TRABAJO:Diurno  MONTAJE: Movil</p>	
ADT-AD-01	ALINEADOR DE DIRECCIONES	<p>MARCA: Visualiner  MODELO: 3D2  TRABAJO:Diurno  MONTAJE: Movil</p>	
ADT-GC-01	APILADOR PARA CANECAS	<p>MARCA: Clasf  MODELO: NBF35  TRABAJO:Diurno  MONTAJE: Movil</p>	

**Tabla 8. Codificación Del Área De Pintura**

CODIFICACION	EQUIPO	DESCRIPCION	IMAGEN
PIN-CP-01	CABINA DE PINTURA	<b>MARCA:</b> Lagos <b>MODELO:</b> Europa II <b>TRABAJO:</b> Diurno <b>MONTAJE:</b> Estatico	
PIN-LI-01	LAMPARA DE SECADO INFRARROJA	<b>MARCA:</b> Infra-Quick <b>MODELO:</b> Master 6 <b>TRABAJO:</b> Diurno <b>MONTAJE:</b> Movil	
PIN-AS-01	ASPIRADORA Y SECADORA	<b>MARCA:</b> Craftsman <b>MODELO:</b> 113.177611 <b>TRABAJO:</b> Diurno <b>MONTAJE:</b> Movil	
PIN-PA-01	PISTOLA AEROGRAFICA(SAGOLA)	<b>MARCA:</b> Sagola <b>MODELO:</b> 450G HVLP <b>TRABAJO:</b> Diurno <b>MONTAJE:</b> Movil	

PIN-PA-02	PISTOLA AEROGRAFICA(SPANESI)	<p>MARCA: Spanesi  MODELO: SP760911  TRABAJO:Diurno  MONTAJE: Movil</p>	
PIN-PA-03	PISTOLA AEROGRAFICA	<p>MARCA: Arprex  MODELO: STYLOPLUS1.0  TRABAJO:Diurno  MONTAJE: Movil</p>	
PIN-LN-01	LIADORA NEUMATICA	<p>MARCA: Puma  MODELO: PU.AT-70061  TRABAJO:Diurno  MONTAJE: Movil</p>	
PIN-PE-01	POLICHADORA ELECTRICA(DELWALT)	<p>MARCA: Dewalt  MODELO: DW849  TRABAJO:Diurno  MONTAJE: Movil</p>	
PIN-PE-02	POLICHADORA ELECTRICA(METATO)	<p>MARCA: Metato  MODELO: W8-115  TRABAJO:Diurno  MONTAJE: Movil</p>	

**Tabla 9 Codificación Del Área De Diésel**

CODIFICACION	EQUIPO	DESCRIPCION	IMAGEN
DIE-SM-02	SOLDADOR MIG HOBART	<p>MARCA: Hobart  MODELO: Beta Mig 243  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Movil</p>	
DIE-GH-02	GATO HIDRAULICO	<p>MARCA: Mega  MODELO: 1,5T  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Movil</p>	
DIE-GC-02	GATO PARA TRANSMISION	<p>MARCA: Urrea  MODELO: 2488  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Estatico</p>	
DIE-AB-02	AMOLADORA DE BANCO	<p>MARCA: Gladiador  MODELO: AB 608  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Estatico</p>	

DIE-PH-01	PRENSA HIDRAULICA	<p>MARCA: Mega  MODELO: KC-15  TRABAJO:Diurno  MONTAJE: Movil</p>	
DIE-CR-01	COMPRESOR DE RESORTES ESPIRAL	<p>MARCA: Branick  MODELO: BRA7400  TRABAJO:Diurno  MONTAJE: Movil</p>	
DIE-GP-02	GRUA HIDRAULICA MOVIL (2 TON)	<p>MARCA: Mega  MODELO: NC-20A  TRABAJO:Diurno  MONTAJE: Movil</p>	
DIE-PN-02	PISTOLA NEUMATICA 1/2"	<p>MARCA: CP  MODELO: 0001783  TRABAJO:Diurno  MONTAJE: Movil</p>	

DIE-CT-02	COMPRESOR DE TORNILLO	<p>MARCA: Kaeser  MODELO: SK20  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Estatico</p>	
DIE-RA-01	RECOLECTOR DE ACEITE	<p>MARCA: Arcasti  MODELO: 74.240.090  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Movil</p>	
DIE-CCH-02	ELEVADOR ELECTRO HIDRAULICO DE 4 COLUMNAS	<p>MARCA: Atlas  MODELO: TC-755  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Estatico</p>	
DIE-ET-02	ELEVADOR DE TIJERA	<p>MARCA: Atlas  MODELO: ATTD-SLP7K  TRABAJO: Diurno  MONTAJE: Estatico</p>	

DIE-SF-01	SCANNER PARA FRIO	<b>MARCA:</b> Robinar <b>MODELO:</b> 34288 <b>TRABAJO:</b> Diurno <b>MONTAJE:</b> Estatico	
DIE-DLL-01	DESMONTADORA DE LLANTAS	<b>MARCA:</b> Coats <b>MODELO:</b> 5030 A/E <b>TRABAJO:</b> Diurno <b>MONTAJE:</b> Estatico	
DIE-BR-02	BALANCEADORA DE RUEDAS	<b>MARCA:</b> Atlas <b>MODELO:</b> System II <b>TRABAJO:</b> Diurno <b>MONTAJE:</b> Estatico	
DIE-AD-02	ALINEADOR DE DIRECCION	<b>MARCA:</b> Atlas <b>MODELO:</b> EDGE 101 <b>TRABAJO:</b> Diurno <b>MONTAJE:</b> Movil	

DIE-BA-01	ENGRASADORA DE ACEITE	<b>MARCA:</b> Arco <b>MODELO:</b> 427 <b>TRABAJO:</b> Diurno <b>MONTAJE:</b> Movil	
DIE-CB-01	CARGADOR DE BATERIAS	<b>MARCA:</b> Schumacher <b>MODELO:</b> SE-2352 <b>TRABAJO:</b> Diurno <b>MONTAJE:</b> Movil	

## Anexo B. Resultados del Análisis de Criticidad de los Equipos de Campesa S.A.

### AREA DE LATONERIA

CODIFICACION	EQUIPO	CRITICIDAD	F.F	I.O.	F.O.	A	C.M.	I.S.M.A.	B	CONSECUENCIA
LAT-GH-01	Gato Hidraulico MEGA T2	60	3	4	4	16	1	3	4	20
LAT-SN-01	Sierra Neumatica STANLEY-PUMA	20	1	4	4	16	1	3	4	20
LAT-RN-01	Red Neumatica AIRTAC	18	1	4	4	16	1	1	2	18
LAT-BAC-01	Banco Alineador de Chasis CHIEF	102	3	7	4	28	1	5	6	34
LAT-SM-01	Soldador Mig ESAB	40	2	4	4	16	1	3	4	20
LAT-DPC-01	Diferencial Palanca de Cadena VITAL	40	2	4	4	16	1	3	4	20
LAT-SO-01	Soldador Oxiacetilenico VICTOR EQUIPO C	40	2	4	4	16	1	3	4	20
LAT-MI-01	Martillo de Inercia SOLARY	20	1	4	4	16	1	3	4	20
LAT-MI-02	Martillo de Inercia CAR-O-LINER	40	2	4	4	16	1	3	4	20
LAT-TE-01	Torre de Estiraje CAR-O-LINER	40	2	4	4	16	1	3	4	20
LAT-GT-01	Gato para Transmision BEND PAK	60	3	4	4	16	1	3	4	20
LAT-PB-01	Prensa de Banco #2 URSUS	6	1	1	4	4	1	1	2	6
LAT-EN-01	Engrasador Neumatico BREMEN	18	1	4	4	16	1	1	2	18
LAT-TM-01	Taladro Manual DEWALT	18	1	4	4	16	1	1	2	18
LAT-DB-01	Diagnostico de Bateria MIDTRONICS	18	1	4	4	16	1	1	2	18

## AREA DE TRABAJO

CODIFICACION	EQUIPOS	CRITICIDAD	F.F.	I.O.	F.O.	A	C.M.	I.S.M.A.	B	CONSECUENCIA
ADT-AB-01	Amoladora de Banco DEWALT	36	2	4	4	16	1	1	2	18
ADT-AB-02	Prensa de Banco MADE IN ENGLAND	36	2	4	4	16	1	1	2	18
ADT-RE-01	Compresor de Resortes Espiral ZENITROM	40	2	4	4	16	1	3	4	20
ADT-DCH-01	Elevador Electro-Hidraulico de 2 columnas BEND PAK	136	4	7	4	28	1	5	6	34
ADT-ET-01	Elevador de Tijera ATLAS	136	4	7	4	28	1	5	6	34
ADT-PB-02	Prensa de Banco #8 URSUS	6	1	1	4	4	1	1	2	6
ADT-PN-01	Pistola Neumatica STANLEY	18	1	4	4	16	1	1	2	18
ADT-EEH-01	Elevador de Tijera ElectroHidraulico Movil CORGIAN	66	3	4	4	16	1	5	6	22
ADT-DCM-01	Elevador Electro-Mecanico de 2 columnas TECNO INGENIERIA	136	4	7	4	28	1	5	6	34
ADT-CT-01	Compresor de Tornillo KAESER	105	3	7	4	28	2	5	7	35
ADT-GC-02	Gato para Transmision Telescopico URREA	60	3	4	4	16	1	3	4	20
ADT-DC-02	Diferencial Manual de Cadena [2 Ton] VITAL	40	2	4	4	16	1	3	4	20
ADT-HL-01	Hidro-Lavadora	12	2	1	4	4	1	1	2	6
ADT-AC-01	Asensor para Carros PAANTEC SAS	70	2	7	4	28	2	5	7	35
ADT-AR-01	Asensor para repuestos	70	2	7	4	28	2	5	7	35
ADT-BR-01	Balanceadora de ruedas	36	2	4	4	16	1	1	2	18
ADT-CCH-01	Elevador Electro-Hidraulico de 4 columnas BEND PAK	136	4	7	4	28	1	5	6	34
ADT-GM-01	Grua Hidraulica movil con pluma extensible AUTOBAS	60	3	4	4	16	1	3	4	20
ADT-AD-01	Alineador de Direcciones VISUALINER	18	1	4	4	16	1	1	2	18
ADT-GC-01	Gato para Canecas	60	3	4	4	16	1	3	4	20

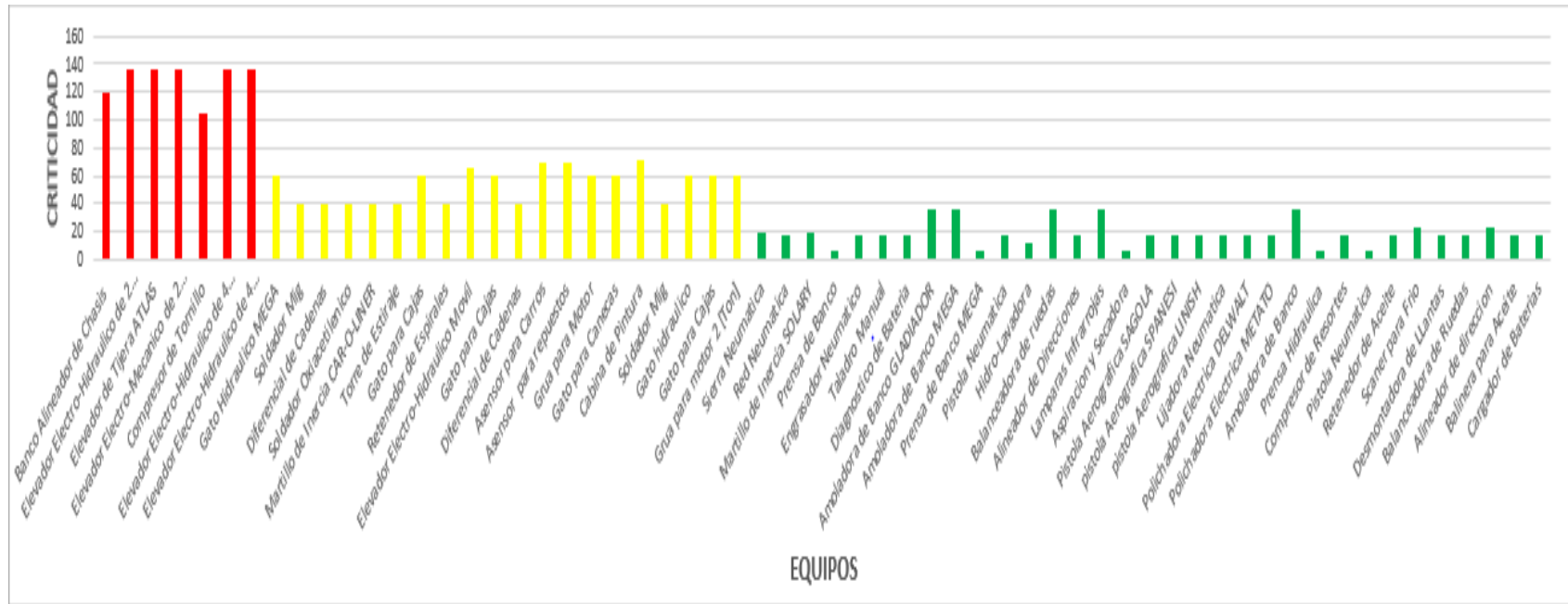
## AREA DE PINTURA

CODIFICACION	EQUIPO	CRITICIDAD	F.F.	I.O.	F.O.	A	C.M.	I.S.M.A.	B	CONSECUENCIA
PIN-CP-01	Cabina de Pintura LAGOS	72	2	7	4	28	1	7	8	36
PIN-LI-01	Lampara de Secado Infrarrojas INFRA-QUICK	36	2	4	4	16	1	1	2	18
PIN-AS-01	Aspiracion y Secadora CRAFTSMAN	6	1	1	4	4	1	1	2	6
PIN-PA-01	Pistola Aerografica SAGOLA	18	1	4	4	16	1	1	2	18
PIN-PA-02	Pistola Aerografica SPANESI	18	1	4	4	16	1	1	2	18
PIN-PA-03	Pistola Aerografica ARPRES	18	1	4	4	16	1	1	2	18
PIN-LN-01	Lijadora Neumatica PUMA	18	1	4	4	16	1	1	2	18
PIN-PE-01	Polichadora Electrica DELWALT	18	1	4	4	16	1	1	2	18
PIN-PE-02	Polichadora Electrica METATO	18	1	4	4	16	1	1	2	18

## AREA DE DIESEL

CODIFICACION	EQUIPOS	CRITICIDAD	F.F.	I.O.	F.O.	A	C.M.	I.S.M.A.	B	CONSECUENCIA
DIE-SM-02	Soldador Mig HOBART	40	2	4	4	16	1	3	4	20
DIE-GH-02	Gato hidraulico MEGA 1,5T	60	3	4	4	16	1	3	4	20
DIE-GC-02	Gato para Transmision URREA	60	3	4	4	16	1	3	4	20
DIE-AB-02	Amoladora de Banco GLADIADOR	36	2	4	4	16	1	1	2	18
DIE-PH-01	Prensa Hidraulica MEGA	6	1	1	4	4	1	1	2	6
DIE-CR-01	Compresor de Resortes espiral BRANICK	18	1	4	4	16	1	1	2	18
DIE-GP-02	Grua Hidraulica movil [2 TON] MEGA	60	3	4	4	16	1	3	4	20
DIE-PN-02	Pistola Neumatica CP	6	1	1	4	4	1	1	2	6
DIE-RA-01	Retenedor de Aceite ARCASTI	18	1	4	4	16	1	1	2	18
DIE-CCH-02	Elevador Electro-Hidraulico de 4 columnas ATLAS	136	4	7	4	28	1	5	6	34
DIE-SF-01	Scanner para Frio ROBINAR	22	1	4	4	16	1	5	6	22
DIE-DLL-01	Desmontadora de Llantas COATS	18	1	4	4	16	1	1	2	18
DIE-BR-02	Balanceadora de Ruedas ATLAS	18	1	4	4	16	1	1	2	18
DIE-AD-02	Alineador de direccion ATLAS	22	1	4	4	16	1	5	6	22
DIE-BA-01	Balinera para Aceite ARCO	18	1	4	4	16	1	1	2	18
DIE-CB-01	Cargador de Baterias SCHUMACHER	18	1	4	4	16	1	1	2	18

**Anexo C. Grafico del Resultado del Análisis de Criticidad de los Equipos de los Talleres de Campesa S.A.**



## Anexo D. Practica de Seguridad Operacional del Elevador Electro Hidráulico de cuatro Columnas



### EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL



PROTECCION OCULAR



CASCO DE SEGURIDAD



PROTECCION AUDITIVA



PROTECCION PARA MANOS



ROPA PROTECTORA



CALZADO DE SEGURIDAD

### NORMAS DE SEGURIDAD



Las maniobras y el control debe realizarlo únicamente personal formado y designada para esa tarea por el responsable.

La zona del suelo afectada por el movimiento del elevador debe de estar perfectamente delimitada y se mantendrá siempre despejada.

El puente dispondrá de los adecuados dispositivos que impidan todo descenso no deseado.

Cuidado con las posibles sobrecargas.



Como cualquier otro dispositivo mecánico debe revisarse periódicamente. En especial deben controlarse los órganos de suspensión y los niveles de líquido de los cilindros.

El puente dispondrá de un dispositivo eficaz para fijar el vehículo tanto en el ascenso como en la bajada.

Es conveniente utilizar casco de seguridad para trabajar debajo de los elevadores, en previsión de posibles golpes en la cabeza.

## Anexo E. Practica de Seguridad Operacional del Elevador Electro Hidráulico de dos Columnas



### EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL



PROTECCION OCULAR



CASCO DE SEGURIDAD



PROTECCION AUDITIVA



PROTECCION PARA MANOS



ROPA PROTECTORA



CALZADO DE SEGURIDAD

### NORMAS DE SEGURIDAD



Deben estar provisto de un dispositivo de enclavamiento de los brazos móviles, este enclavamiento debe de ser automático y la liberación puede ser manual.

No subir el elevador a tirones.

Hay que parar inmediatamente cualquier puente elevador que presente una anomalía de funcionamiento.

Si se ha producido una fuga de aceite.



No utilice el elevador si está dañado o roto.

No permitir personal no autorizado dentro del área de trabajo y funcionamiento.

Deje el área despejada si hay riesgo de caída.

Posiciona el vehículo con el centro de gravedad en el medio de los brazos de soporte.

**Anexo F. Practica de Seguridad Operacional del Elevador Electro Mecánico de dos Columnas.**



**EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL**



PROTECCION OCULAR



CASCO DE SEGURIDAD



PROTECCION AUDITIVA



PROTECCION PARA MANOS



ROPA PROTECTORA



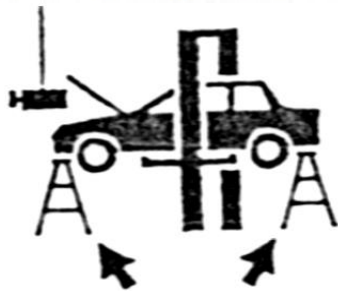
CALZADO DE SEGURIDAD

**NORMAS DE SEGURIDAD**



No sobrecargues el elevador con vehículos que superen su carga nominal. Además, antes de elevar el vehículo, comprueba que los topes y discos de goma del elevador están situados en los refuerzos del chasis previsto por el fabricante del vehículo.

Evitar la ropa excesivamente holgada, así como llevar pulseras, cadenas, anillos, etc., que puedan engancharse con los órganos móviles del elevador.



Considera que en determinadas operaciones, la exposición a ruidos puede requerir la utilización de protección individual. Sigue las instrucciones relativas al uso de protección auditiva.

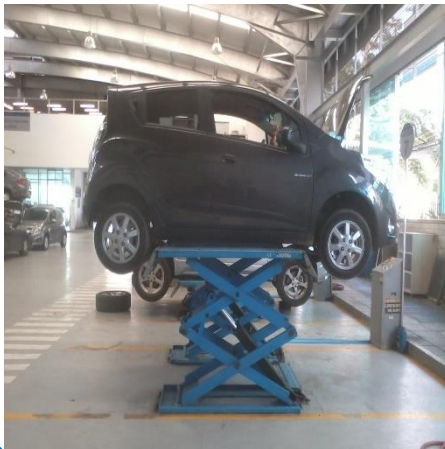
Mantener su elevador libre de objetos al subir o bajar.

Use soportes de seguridad todo el tiempo que instale componentes pesados.

## Anexo G. Practica de Seguridad Operacional del Elevador Electro Hidráulico de Tijera.



### EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL



PROTECCION OCULAR



CASCO DE SEGURIDAD



PROTECCION AUDITIVA



PROTECCION PARA MANOS

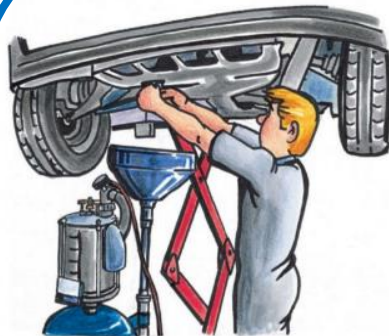


ROPA PROTECTORA



CALZADO DE SEGURIDAD

### NORMAS DE SEGURIDAD



No agitar el vehículo que esta elevado sobre el puente.

Posicionar el vehículo sobre el puente de manera que la parte más pesada de la masa sea posicionada sobre el lado anterior de la plataforma.

Antes de utilizar el elevador averiguar que no haya escape de fluidos en el vehículo, quitar inmediatamente la presencia de fluidos del suelo.



No elevar solo un lado del vehículo.

Evitar de utilizar el elevador si la iluminación del ambiente de trabajo no es satisfactoria.

Antes de usar el elevador, hacer un control visual del mismo, verificando en particular que los dispositivos de seguridad no presenten daños. No poner en marcha por ni un motivo el elevador si se nota la presencia del mínimo daño.

## Anexo H. Práctica de Seguridad Operacional del Banco Alineador de Chasis.



### EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL



PROTECCION  
PARA SOLDAR



CASCO DE  
SEGURIDAD



PROTECCION  
AUDITIVA



PROTECCION  
PARA MANOS



ROPA  
PROTECTORA



CALZADO DE  
SEGURIDAD

### NORMAS DE SEGURIDAD



Utiliza el banco o escalera adecuada al realizar el trabajo. Evita improvisar banquetas con cajas o sillas.

Mantén la espalda recta siempre que sea posible durante la realización de los trabajos.

Si el equipo de elevación no dispone de sistema de retención mecánica, disponga de topes de retención bajo los vehículos y piezas pesadas suspendidas, para evitar caídas intempestivas en caso de fallo del sistema de elevación.



Usa los equipos auxiliares como grúas, polipastos y gatos de pie para sostener cargas pesadas o voluminosas durante el montaje del vehículo.

No sobrecargues el banco alineador de chasis con vehículos que superen su carga nominal. En caso de observar una avería, ponlo fuera de servicio, señalízalo y avisa al encargado.

Asegurarse de tener cubiertas todas las partes del cuerpo antes de iniciar la soldadura.

## Anexo I. Practica de Seguridad Operacional para el Compresor de Tornillo.



### EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL



PROTECCION  
PARA SOLDAR



CASCO DE  
SEGURIDAD



PROTECCION  
AUDITIVA



PROTECCION  
PARA MANOS



ROPA  
PROTECTORA



CALZADO DE  
SEGURIDAD



### NORMAS DE SEGURIDAD



Verifique que el equipo este des energizado.

Las piezas giratorias, el voltaje eléctrico y la presión del aire pueden ocasionar serias lesiones.

Inhalar aire comprimido puede ocasionar lesiones y intoxicaciones.

Opere el equipo solo con el nivel de aceite adecuado.

Aflojar o abrir un componente presurizado puede ocasionar lesiones graves o letales.

Si el interruptor se salta, se debe examinar los conductores del controlador, y cambiarlos si están dañados para reducir el riesgo de incendio o de choque eléctrico.

La superficie caliente puede causar quemaduras trabaje



## Anexo J. Análisis de Modo de Falla en el Elevador Electro Mecánico de dos Columnas

### FORMATO PARA ANALISIS DE MODOS Y EFECTO DE FALLAS (FMEA)

**EQUIPO** Elevador Electro-Mecánico de 2 columnas TECNO INGENIERIA  
**MODELO** XP-9F  
**TALLER** Taller principal de CAMPESA S.A.  
**UBICACIÓN** AREA DE TRABAJO  
**JEFE DE TALLER**

**CODIGO** 1  
**FECHA** 25/9/2015  
**NUM. INVENTARIO** 24  
**REVISADO**  
**APROBADO**

SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O"	"G"	"D"	"IPR"
SISTEMA ELECTRICO	Control electrico	administrar, ordenar, dirigir el comportamiento del sistema	elevador no sube con al orden del pulsador	No se esta transmitiendo corriente al motor	No llega corriente de linea	Alimentar el sistema	2	3	2	12
			fusible quemado		Reemplazar el fusible	3	2	3	18	
			El elevador no baja	Daños en la instalacion electrica	Pedir asistencia tecnica especializada	2	5	6	60	
			soltando el pulsador el elevador continua el movimiento	No se interrumpe el paso de corriente al motor	pulsador dañado	cambiar el pulsador	2	4	3	24
	Motor electrico	Proporcionar la potencia mecanica para la subida y bajada del elevador	El motor se recalienta	Daño del motor	voltaje no es el correcto ó daño en el motor	llamar al servicio tecnico	3	8	5	120
			El motor no logra levantar el elevador		Daño en la instalacion electrica o motor dañado	llamar al servicio tecnico	4	8	5	160

SISTEMA HIDRAULICO	Bomba	aportar la potencia hidraulica a los actuadores	La bomba cavitando	Ruido excesivo en la bomba	Mal montaje de la instalacion	llamar al servicio tecnico	2	9	8	144
					Aceite contaminado	cambio de aceite	5	2	5	50
	Filtros y lineas hidraulicas	Transmitir y filtrar el aceite hidraulico del sistema	El elevador no se mueve o se mueve lentamente fugas en el sistema	Perdida de potencia en el sistema, daño del motor	suciedad en los componentes y en el aceite	limpiar los componentes y cambio de aceite	5	7	8	280
					perdida en las lineas	reparar las lineas hidraulicas	2	4	4	32
	Tanque	deposito del aceite hidraulico que recorre el sistema	El elevador no sube	El motor no gira	fuga en el tanque	reparar el tanque	2	5	2	20
			EL elevador no llega a la maxima altura	posible daño en el sistema por falta de	aceite insuficiente	Agregar aceite hasta el nivel	4	3	5	45
	valvula de seguridad	Regular la maxima presion del sistema	El elevador baja sin aver dado la orden	La carga desciende lentamente sin averse dado la orden	fuga en la valvula de seguridad	llamar al servicio tecnico	2	5	4	40
	Actuadores hidraulicos	Cilindros encargados de acumular el aceite que levantara la carga	Perdida o reflujo de aceite en el cilindro	el elevador no funciona sube o baja de la manera correcta	Suciedad en el cilindro	limpiar el cilindro	4	5	6	120
					Guarniciones dañadas	reemplazar las guarniciones	3	3	6	54

SISTEMA MECANICO	Columnas	Encargadas de transmitir la potencia por medio de cadenas	Ruido y desgaste en las columnas y sus componentes dentro de ella	Atascamiento de la cadena y motor si es el caso	lubricar el interior de la columna	llamar al servicio tecnico	4	9	5	180
	Seguro Manual	sistema que actua cuando el elevador no para con la orden electronica	roturo o desgaste en la cuña de seguridad	el elevador no frena cuando falla el sistema hidraulico de frenado	cuña en mal estado o sistema de seguridad	Reemplasar la cuña o ajustar el sistema de seguridad	2	9	2	36
	Soporte de la carga	Amortiguar la carga en el elevador	ruido al decender el vehiculo	daño en la estructura o en el sitio donde esta instalado el elevador	taco basculante desgastado	reemplasar el taco.	4	3	2	24
					brazos extensibles deformados o uniones	llamar a asistencia tecnica	3	9	6	162

## Anexo K. Análisis de Modo de Falla en el Compresor de Tornillo

### FORMATO PARA ANALISIS DE MODOS Y EFECTO DE FALLAS (FMEA)

**EQUIPO** Compresor de Tornillo KAESER  
**MODELO** SK20  
**TALLER** Taller principal de CAMPESA S.A.  
**UBICACIÓN** AREA DE TRABAJO  
**JEFE DE TALLER**

**CODIGO** 7  
**FECHA** 15/10/2015  
**NUM. INVENTARIO** 25  
**REVISADO**

**APROBADO**

SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O"	"G"	"D"	"IPR"
SISTEMA ELECTRICO	MOTOR	Transformar al energia electrica en mecanica para la compresion del aire	El compresor se detiene(no comprime)	falla en el motor	Falla en el motor Se detiene a causa de una sobrecarga	Revise la configuración y el interruptor del térmico de protección del motor. Cambie el cartucho separador de aceite. Revise la válvula cheque/ presión mínima. Indague la causa por la cual se apagó el equipo	3	9	7	189
					Entrada análoga con cable dañado, corto circuito o desconexión a tierra	Revise la línea y las conexiones.	5	5	5	125
			El motor gira en sentido contrario	El compresor no comprime	Error en las conexiones	Intercambie las fases L1 y L2.	2	3	4	24
SISTEMA TRANSMISION	Correa	transmitir la potencia mecanica del motor al compresor	Desgaste en las correas	El compresor no comprime	Correa de transmisión rota	Cambie la correa de transmisión.	5	4	3	60

SISTEMA COMPRESOR	Valvula de admision	valvula encargada de la regulacion de la entrada del aire al sistema compresor	desgaste en la valvula o suciedad.	El equipo está encendido pero no genera aire comprimido o es escaso.	La válvula de admisión no abre o sólo abre parcialmente.	llamar al servicio tecnico	2	6	8	96
					Válvula de admisión en mal estado	cambiar la valvula de admision	2	5	8	80
					Filtro de aspiración sucio	Desmontar y limpiar, en su caso sustituir la pieza insertada del filtro de aspiración.	5	2	3	30
	Secador refrigerativo	Remueve el vapor de agua y disminuyen el punto de rocío del aire comprimido. Previenen la formación de agua líquida.	Corrosion y desgaste en el compresor	Mal funcionamiento del compresor	Falla en el secador refrigerativo.	Limpie el condensador refrigerativo,Proporcione la ventilación adecuada.Instale un extractor,Limpie el postenfriador.	3	6	7	126

SISTEMA COMPRESOR	filtro de aceite	filtrar las impurezas que estran al sistema	La temperatura del aire a la salida de la unidad compresora excede el nivel máximo.	Daño en los componentes del sistema	bajo nivel de aceite	verificar corregir el nivel de aceite correcto.	6	3	3	54
					filtro de aceite dañado	cambiar el filtro de aceite	4	4	5	80
					Conductos de aceite no estancos	Apretar los atornillados, sustituir los conductos de aceite dañados	3	7	5	105
	Conexiones	sistema de conductos por donde para el aire y el aceite	fugas de aire	El equipo está encendido pero no genera aire comprimido.	Fuga en la línea de presión	Revise la tubería y las conexiones en busca de fugas, y ajústelas.	2	6	4	48
					La demanda de aire es superior a la capacidad del compresor	Revise la red de aire comprimido en busca de fugas. Apague los equipos que consumen aire.	2	4	5	40
					Fuga en el intercambiador	reparar el intercambiador	2	7	7	98
			Fugas en las conexiones.		Conexiones ajustadas. Cambie los sellos	3	7	3	63	
			Fuga de aceite en el piso del compresor		Línea de retorno de aceite obstruida.	Revise el filtro de malla de la línea de retorno.	3	5	6	90

## Anexo L. Análisis de Modo de Falla en el Elevador de Tijera

### FORMATO PARA ANALISIS DE MODOS Y EFECTO DE FALLAS (FMEA)

**EQUIPO** Elevador de Tijera ATLAS  
**MODELO** ATTD-SLP7K  
**TALLER** Taller principal de CAMPESA S.A.  
**UBICACIÓN** AREA DE DIESEL  
**JEFE DE TALLER**

**CODIGO** 12  
**FECHA** 28/11/2015  
**NUM. INVENTARIO** 23  
**REVISADO**  
**APROBADO**

SISTEMA	COMPONENTE	FUNCION	MODO DE FALLA	EFECTO DE FALLA	CAUSA DE FALLA	CONTROL A EFECTUAR	"O"	"G"	"D"	"IPR"
SISTEMA ELECTRICO	CONTROL ELECTRICO	Encargado de dar ordenes a la maquina y suministrar energia	No llega corriente al motor	Elevador no sube la carga	Conexiones electricas en mal estado o hechas de forma	Revisar y corregir las conexiones electricas del sistema.	4	4	5	80
					Voltaje insuficiente en la bomba del elevador	Mida el voltaje en las terminales del motor	3	6	4	72
		Motor atascado	Elevador no baja o continua en el modo anterior	Bobina puede estar quemada o estar mal las conexiones	Revisar el motor y sus conexiones	3	4	4	48	
				fusible en mal estado	Contactar con servicio de mantenimiento	3	6	6	108	
	MOTOR ELECTRICO	proporcionar la energia mecanica al sistema para mover el elevador	Sobrecalentamiento en el motor	la carga no sube o se queda atascada	Conexiones en mal instaladas o en dañadas	inspeccionar las conexiones del motor	4	5	4	80
					Voltaje no es el correcto	Medir el voltaje	4	6	4	96

SISTEMA HIDRAULICO	TANQUE	deposito del aceite que circula en el sistema	aceite en malas condiciones	El elevador no tiene un movimiento continuo	aceite espeso	si es por razones de temperatura reemplaze el aceite por uno	4	5	7	140
			Ruido en el motor	Elevador no sube la carga	burbujas o espuma en el aceite	revise las conexiones de las mangueras	5	3	4	60
		Nivel de aceite bajo en el tanque			Comprobar el nivel de aceite y llevarlo al nivel optimo	4	4	5	80	
	ACTUADORES	transmitir la energia hidraulica a la carga	fugas en los actuadores	El movimiento del elevador no es eficiente	Guarniciones desgastadas	Reemplazar las guarniciones dañadas	5	4	3	60
					suiciedad en el actuador	limpiar el vástago	4	3	2	24
	VALVULAS DE SEGURIDAD	Regula la presión maxima del elevador	desgaste en la valvula	Elevador baja lentamente si haberse dado la orden	Tiempo de vida util cumplido o impuresas en el aceite	Contactar con servicio de mantenimiento	2	6	5	60
SISTEMA ESTRUCTURAL	PLATAFORMA	sujetar el auto al elevador	corrosion, desgaste o mala instalacion en la plataforma del	problemas para ajustar y elevar la carga	suiciedad, falta de lubricacion y ajuste de las piezas.	limpiar, lubricar y ajustar las partes de la plataforma	3	3	3	27
	CONJUNTO DE TIJERAS	conjunto mecanico que permite guiar el movimiento del	ruido al poner en movimiento el elevador	problemas al elevar la carga	falta de lubricacion y ajuste de las piezas de conjunto de tijeras	limpiar ajustar y lubricar las partes que componen el conjunto de tijeras	3	3	3	27