



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

TITULO

**“Implementación de la Metodología de Mantenimiento Centrado en
Confiabilidad para Mejorar la Competitividad del Consorcio Servitram Cargo
& Olivos S.A.C, Lima - Perú 2016”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

AUTOR:

Garcia Aspilcueta Jonathan

ASESOR:

MGTR. Obregón La Rosa, Antonio José

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Sistema de Gestión de la Calidad Total

LIMA – PERÚ

2016

PAGINAS PRELIMINARES

PÁGINA DEL JURADO

.....
Ph.D. FLORES DAORTA STHY, WARREN

.....
MGTR. OBREGON LA ROSA, ANTONIO JOSE

.....
MGTR. MALCA HERNANDEZ, ALEXANDER DAVID

DEDICATORIA

A mi familia y en especial a mis padres por su apoyo incondicional y su dedicación en el día a día de mi formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Quisiera agradecer en primer lugar a Dios por haberme dado salud y acompañado en esta primera etapa de mi formación profesional, por otro lado también agradezco a mi asesor el Ing. Obregón La Rosa, Antonio José; Dr. Leónidas Bravo R. compañeros de estudio y docentes de la Universidad Cesar Vallejo de quienes también he recibido su apoyo.

Por ultimo agradezco al CONSORCIO SERVITRAM CARGO & OLIVOS S.A.C, por haberme permitido realizar el estudio dentro de la organización.

Declaración de Autenticidad.

Yo, García Aspilcueta Jonathan, con DNI N° 47078780, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro bajo juramento que todos los datos e información que se presentan en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como la información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

.....

Garcia Aspilcueta, Jonathan

Los Olivos, 27 de Diciembre del 2016

Señores Miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE MANTENIMIENTO CENTRADO EN CONFIABILIDAD PARA MEJORAR LA COMPETITIVIDAD DEL CONSORCIO SERVITRAM CARGO & OLIVOS S.A.C, LIMA - PERÚ 2016”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniería Industrial.

Garcia Aspilcueta, Jonathan

CONTENIDO

PAGINAS PRELIMINARES	ii
PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
Declaración de Autenticidad.....	v
Señores Miembros del Jurado:	vi
CONTENIDO.....	vii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN.....	18
1.1. Realidad Problemática.....	19
1.2. Trabajos Previos.....	20
1.2.1. Como Antecedentes Internacionales.....	20
1.2.2. Como Antecedentes Nacionales.....	23
1.3. Teorías Relacionadas al Tema.....	26
1.3.1. Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM).....	26
1.3.2. Mantenimiento y RCM.....	29
1.3.3. Las siete preguntas del RCM.....	30
1.3.4. Aplicando el proceso de RCM.....	37
1.3.5. Árbol lógico de decisiones RCM.....	39
1.3.6. Confiabilidad.....	39
1.3.7. Disponibilidad.....	40
1.3.8. Competitividad.....	41
1.3.9. Calidad de Servicio.....	41

1.3.10. Productividad.....	42
1.4. Formulación del Problema.....	43
1.4.1. Problema General.....	43
1.4.2. Problema Específico.....	43
1.5. Justificación del Estudio.....	43
1.6. Hipótesis.....	45
1.6.1. Hipótesis General.....	45
1.6.2. Hipótesis Específica.....	45
1.7. Objetivos.....	45
1.7.1. Objetivo General.....	45
1.7.2. Objetivo Específico.....	45
CAPITULO II.....	46
2.1. Diseño de la Investigación.....	47
2.2. Variables.....	47
2.2.1. Variable Independiente: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad...47	
2.3. Población y muestra.....	50
2.3.1. Población.....	50
2.3.2. Muestra.....	50
2.3.3. Muestreo.....	50
2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de datos, validez y Confiabilidad.....	50
2.4.1. Técnica de Recolección de datos.....	50
2.4.2. Instrumentos de Recolección de datos.....	51
2.5. Validación y Confiabilidad del Instrumento.....	51
2.6. Metodología.....	52
2.6.1. Descripción de la empresa Consorcio Servitram Cargo & Olivos S.A.C. (situación antes de la implementación).....	52

2.6.1.1. Servicio que se Brinda	52
2.6.1.2. Vehículos (camión Frigorífico)	54
2.6.1.3. Historial de Fallos de los vehículos Freightliner, (Antes de la implementación de la metodología RCM).....	57
2.6.1.4. Descripción del Departamento de Mantenimiento (Antes de la Implementación)	58
2.6.2. Propuesta del Proceso de Implementación de la Metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM).....	59
2.6.2.1. El proceso para analizar el RCM está comprendido de la siguiente manera:.....	60
2.6.2.2. Descripción del establecimiento del RCM:.....	61
2.6.2.3. Descripción del proceso:	61
2.6.2.4. Grupo de trabajo:.....	61
2.6.2.5. Actividades a realizar:	61
2.6.2.6. Del Facilitador:	62
2.6.2.7. De las reuniones:.....	62
2.6.2.8. Tareas principales del análisis RCM:	63
2.6.3. Aplicación de la Metodología (RCM)	66
2.6.3.1. Descripción del Departamento de Mantenimiento.....	66
2.6.4. Desarrollo del Plan de Mantenimiento Aplicando la Metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)	69
2.6.4.1. Análisis de Modos de Fallo y Efectos (AMFE)	69
2.6.4.2. Plan de mantenimiento para el vehículo Tracto Camión modelo FREIGHTLINER.	90
2.6.5. Historial de Fallos de los vehículos Tracto Camión modelo FREIGHTLINER (Después de la Implementación)	90
2.6.6. Reporte de Servicios de Transporte (Después de la Implementación).....	91

2.6.7. Resultados de la Implementación de la metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM).....	93
2.6.7.1. Evaluación del Tiempo Medio Entre Falla (TMEF) y Tiempo Medio Para Reparación (TMPR).....	94
2.6.7.2. Evaluación de la Confiabilidad y Disponibilidad.....	95
2.6.7.3. Evaluación de la Eficiencia y Eficacia.	96
2.6.7.4. Evaluación de la Calidad de Servicio y Productividad.....	97
2.6.8. Análisis Consto-Beneficio del Proyecto.	98
2.7. Aspectos éticos.	99
III. RESULTADOS.....	101
3.1. Análisis Descriptivo.	101
3.1.1. Variable Independiente: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad.	102
3.2. Análisis Inferencial.	103
3.2.1. Análisis de la Hipótesis General.....	103
3.2.2. Hipótesis Especifica 1.....	105
3.2.3. Hipótesis Especifica 2.....	109
IV. DISCUSIÓN.....	112
VI. RECOMENDACIONES.....	115
VII. REFERENCIAS.	116
ANEXOS	120
ANEXSO N° 01, Diagrama ISHIKAWA.	120
ANEXSO N° 02, Foto Área de mantenimiento (Antes).....	120
ANEXSO N° 03, Historial de Mantenimiento (Antes).	122
ANEXSO N° 04, Reporte de Ventas (Antes).....	123
ANEXSO N° 05, Tarjeta de Trabajo (Antes).	125
ANEXSO N° 06, Orden de Trabajo (Después).....	126
ANEXSO N° 07, Historial de Mantenimiento (Después).	127

ANEXSO N° 08, Reporte de Ventas (Después).....	130
ANEXSO N° 09, Foto de Vehículos Camión Frigorífico Freightliner. (Después).	132
ANEXSO N° 10, Foto de Participación de los colaboradores en la Implementación de la metodología RCM. (Después).....	132
ANEXSO N° 11, Foto del Área de Mantenimiento (Después).....	132
ANEXSO N° 12, Foto Nuevo Checklist de Mantenimiento (Después).	139
INSTRUMENTOS.....	140
ANEXSO N° 13, INSTRUMENTOS. Árbol Lógico de decisiones RCM.	140
ANEXO N° 14, INSTRUMENTOS. Formato de AMFE, Hoja de Información RCM.	141
ANEXO N° 15, INSTRUMENTOS. Formato Tarjeta de Trabajo, CHECKLIST de Mantenimiento.....	143
ANEXO N° 16: Formatos de Registro y Análisis de datos en Microsoft EXCEL.	144
ANEXO N° 16: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS.	146
ANEXO N° 17: MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	150

ÍNDICE DE ECUACIÓN.

Ecuación 1 Tiempo Medio Entre Falla	38
Ecuación 2 Tiempo Medio Para Reparación	38
Ecuación 3, Confiabilidad Operacional Co:	40
Ecuación 4, Disponibilidad Operacional Do:	40
Ecuación 5, Calidad de Servicio	42
Ecuación 6, EFICACIA = Resultados Obtenidos/Resultados Esperados	42
Ecuación 7, EFICIENCIA = <i>Recurso Disponible Real/Recurso Disponible Esperado</i>	42
Ecuación 8, PRODUCTIVIDAD = Eficacia * Eficiencia	42

ÍNDICE DE FIGURA.

Figura 1, Expectativas de mantenimiento crecientes.	27
Figura 2, Cambios en las técnicas de mantenimiento.	28
Figura 3, Grupo de Revisión RCM.	37
Figura 4, Modelo de Análisis de Modo y Efecto de Falla.	63
Figura 5, Criterios de Evaluación de Hoja de Decisión RCM.	64
Figura 6, Diagrama Organizacional.	66
Figura 7, Ciclo de la Orden de Trabajo.	67

ÍNDICE DE TABLA.

Tabla 1, Resumen de Ventas por Servicio de Transporte – Mayo 2016.	53
Tabla 2, Resumen de Ventas por Servicio de Transporte – Junio 2016.	54
Tabla 3, Lista de Vehículos (Camiones Frigoríficos).	55
Tabla 4, Historial de Fallos vehículos FREIGHTLINER; Mayo, Junio-2016 (Antes).	57
Tabla 5, Análisis de modos de fallo y efectos de combustibles.	70
Tabla 6, Hoja de decisión RCM del sistema de combustibles.	71
Tabla 7, Análisis de modos de fallo y efectos lubricación.	72
Tabla 8, Hoja de decisión RCM del sistema lubricación.	73
Tabla 9, Análisis de modos de fallo y efectos admisión de aire.	74
Tabla 10, Hoja de decisión RCM del sistema admisión de aire.	75
Tabla 11, Análisis de modos de fallo y efectos enfriamiento.	76
Tabla 12, Hoja de decisión RCM del sistema enfriamiento.	77
Tabla 13, Análisis de modos de fallo y efectos escape.	78
Tabla 14, Hoja de decisión RCM del sistema escape.	78
Tabla 15, Análisis de modos de fallo y efectos sistema eléctrico motor.	79
Tabla 16, Hoja de decisión RCM del sistema efectos sistema eléctrico motor.	79
Tabla 17, Análisis de modos de fallo y efectos protección-sensores.	80
Tabla 18, Hoja de decisión RCM del sistema protección-sensores.	81
Tabla 19, Análisis de modos de fallo y efectos sistema de frenado.	81
Tabla 20, Hoja de decisión RCM del sistema de frenado.	82
Tabla 21, Análisis de modos de fallo y efectos sistema eléctrico vehículo.	82
Tabla 22, Hoja de decisión RCM del sistema eléctrico vehículo.	83

Tabla 23, Análisis de modos de fallo y efectos sistema de dirección.	83
Tabla 24, Hoja de decisión RCM del sistema de dirección.....	84
Tabla 25, Análisis de modos de fallo y efectos sistema de suspensión.	84
Tabla 26, Hoja de decisión RCM del sistema de suspensión.....	85
Tabla 27, Análisis de modos de fallo y efectos sistema hidráulico.	85
Tabla 28, Hoja de decisión RCM del sistema hidráulico.....	86
Tabla 29, Hoja de decisión RCM motor Cummins.....	87
Tabla 30, Reporte de Fallos de los vehiculos FREIGHTLINER COLUMBIA; Agosto, Setiembre-2016(Despues de la imlementacion de la metodologia RCM).	91
Tabla 31, Ventas Agosto 2016.	92
Tabla 32, Ventas Setiembre 2016.....	92
Tabla 33, Evolución del Tiempo Medio Entre Falla y Tiempo Medio Para Reparación.....	94
Tabla 34, Evolución de la Confiabilidad y Disponibilidad.....	95
Tabla 35, Evolución de la Eficiencia y Eficacia.....	96
Tabla 36, Evolución de la Calidad de Servicio y Productividad.	97
Tabla 37, Ingresos y Pago por Sub-Contrato de servicio de transporte.	98
Tabla 38, Prueba de Normalidad de la Variable Independiente: RCM.	102
Tabla 39, Contrastación del Mantenimiento Antes y Después con wilcoxon.	102
Tabla 40, Análisis del P valor.	102
Tabla 41, Prueba de Normalidad de la Variable Dependiente: Competitividad. ...	103
Tabla 42, Contrastación de la Competitividad Antes y Después con t-student. ..	104
Tabla 43, Análisis del P valor.	105
Tabla 44, Prueba de Normalidad de la Hipótesis Específica 1: Calidad de Servicio.	106
Tabla 45, Contrastación de la Calidad de Servicio. Antes y Después con t-student.	107
Tabla 46, Análisis del P valor.	108
Tabla 47, Prueba de Normalidad de la Hipótesis Específica 2: Productividad. ...	109
Tabla 48, Contrastación de la Productividad. Antes y Después con t-student. ...	110
Tabla 49, Análisis del P valor.	111

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objeto la Implementación de la metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), para los equipos de los vehículos Tracto Camión, específicamente en la flota de vehículos modelo Freightliner Columbia CL120-DD120 pertenecientes al departamento de transporte en frío de la empresa Consorcio Servitram Cargo & Olivos S.A.C, SMP-LIMA, los que presentan baja confiabilidad y disponibilidad repercutiendo en la Competitividad de la empresa con respecto a la calidad de servicio de transporte que se brinda y la productividad de los vehículos. Para lo cual se realizará un análisis a cargo de los especialistas para determinar los equipos a los cuales se aplicará la metodología RCM.

Luego de haber determinado los equipos críticos, se procedió a realizar un análisis de modos y efectos de falla (AMEF); para lo cual es necesario definir las funciones principales y secundarias; sus modos de falla, los efectos de falla y las causas potenciales. Se ha realizado todo esto con la finalidad de determinar el plan de mantenimiento que eviten las fallas potenciales, dicho plan está constituido por actividades de mantenimiento, las frecuencias y los especialistas requeridos.

Luego de la implementación de la metodología planteada se obtuvo un crecimiento en la Confiabilidad de 5% y en cuanto a la Disponibilidad se obtuvo un crecimiento de 6% con respecto a la evaluación antes de la implementación de la metodología. Estos resultados tienen su repercusión en la Calidad de servicio que tuvo un crecimiento de 13% y la Productividad de los vehículos con un crecimiento de 12%. Con respecto a la Competitividad se tiene un acrecentamiento de 21% todos estos resultado son con respecto a la evaluación de los meses Antes de la implementación de la metodología (mayo, junio) y Después de la implementación de la metodología (agosto, septiembre) del año 2016.

Se recomienda implementar la metodología de Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM) en el resto de la flota vehicular de dicha empresa.

Palabras Clave: Tracto camión, freightliner columbia, confiabilidad, disponibilidad, servicio de transporte, equipos críticos, modo de falla, efecto de falla, fallas potenciales, acrecentamiento.

ABSTRACT

The following research thesis has a purpose the implementation of the methodology Reliability Centered Maintenance (RCM), for vehicle equipment Truck Tractor, specially in the fleet of vehicle model Freightliner Columbia CL120-DD120 belonging to the department cold transportation of the Servitram Consortium Cargo & Olivos SAC, SMP-LIMA company. This company has low reliability and availability impacting on the competitiveness of the company with the quality of the service transportation, which provided the productivity of the vehicles. For which is going to do an analysis for determine the teams with RCM methodology.

After to determinate the critical equipment, we proceeded an analysis of modes and effects (FMEA); for which it is necessary to define the primary and secondary functions; it's failure modes, effects and potential fault causes.

It has done with the finality to determine the schedule maintenance to avoid the potential failures, frequencies and specialist required.

After the implementation of the methodology was obtained the reliability grown of 5% and in terms of availability grown of 6% with respect before to the implementation of the methodology.

These results have an impact with the quality of the service grew by 13% and the vehicles productivity with a growth of 12%. With respect of the competitive have grown of 21%, all these are the results of the month before the implementation of the methodology (May, June) and after the implementation of the methodology (August, September).

It is recommended to implement the methodology of the Reliability Centered Maintenance (RCM) in the rest of the vehicle fleet of the company.

Keywords: Truck tractor, freightliner columbia, reliability, availability, transport service, critical equipment, fault mode, fault effect, potential failure, increasing.