

ELABORACION DE UNA PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO
BASADO EN CONFIABILIDAD PARA LA FLOTA DE VEHICULOS DE LA
EMPRESA TRANZIT S.A.S PERTENECIENTE AL SITP.

LUIS RODRIGUEZ

20122375002

INGENIERO MAURICIO COLMENARES

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLOGICA

INGENIERIA MECANICA

BOGOTÁ, MAYO DE 2017

ELABORACION DE UNA PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO
BASADO EN CONFIABILIDAD PARA LA FLOTA DE VEHICULOS DE LA
EMPRESA TRANZIT S.A.S PERTENECIENTE AL SITP.

LUIS RODRIGUEZ

20122375002

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERÍA MECÁNICA

PRESENTADO A:

PROYECTO CURRICULAR DE INGENIERÍA MECÁNICA

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÓGICA

INGENIERÍA MECÁNICA

BOGOTÁ, MAYO DE 2017

UNIVERSIDAD DISTRITAL “FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS” - FACULTAD TECNOLÓGICA	
PROYECTO CURRICULAR DE TECNOLOGÍA E INGENIERÍA MECÁNICA	
FORMATO DE PROYECTOS DE GRADO	
Nº DE RADICACIÓN: _____	
INFORMACIÓN EJECUTORES	
Ejecutor 1	
Nombre (s):	JORGE LUIS
Apellido (s):	RODRIGUEZ NIÑO
Código:	20122375002
E-mail:	Kurios7sabaoth@gmail.com
Teléfono fijo:	7178501
Celular:	3185145132
INFORMACIÓN DEL PROYECTO	
Título del Proyecto:	ELABORACION DE UNA PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMEINTO BASADO EN CONFIABILIDAD PARA LA FLOTA DE VEHICULOS DE LA EMPRESA TRANZIT S.A.S PERTENECIENTE AL SITP.
Duración (estimada):	16 Semanas
Tipo de Proyecto: (Marqué con una “x”)	Desarrollo Tecnológico local e institucional
	Prestación y Servicios Tecnológicos
	Otro
Modalidad del Trabajo de Grado:	Monografía
Línea de Investigación de la Facultad*:	
Línea de Investigación del Proyecto Curricular**:	



TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCION	6
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
1.1 Estado del arte	7
1.2 Justificación	8
2. OBJETIVOS	9
2.1 Objetivo general	9
2.2 Objetivos específicos	9
3. MARCO TEORICO	9
3.1 Definición e inicios de RCM	9
3.2 Preguntas para el proceso RCM	10
4. METODOLOGIA	14
5. CRONOGRAMA	15
6. PRESUPUESTO Y FUENTES DE FINANCIACIÓN	15
BIBLIOGRAFIA	17

INDICE DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Consecuencia de una falla	11
Figura 2. Fallo potencial	12
Figura 3. Los seis patrones de falla	13
Figura 4. Cronograma	15

ÍNDICE DE TABLAS

	pag
Tabla 1. Costos de operación de implementación	15
Tabla 2. Costos materiales proyecto	16
Tabla 3. Costos de operación	16

Introducción

La industria del transporte se rige por altos estándares de calidad, competitividad, confiabilidad y seguridad determinantes en la permanencia de una empresa en el mercado del transporte público.

El área de mantenimiento es de gran influencia en la optimización de la disponibilidad de los vehículos en la operación y debe ayudar a controlar el uso de los recursos monetarios, físicos y de personal en pro de prestar un servicio de calidad a las personas que recurren al sistema para suplir sus necesidades de movilidad.

Las empresas en la industria deben estar apoyadas de estrategias y planes de mantenimiento que les permita eliminar al máximo los tiempos y mano de obra en reparaciones que involucren cambio de refacciones por temas correctivos, los cuales no permiten controlar el tiempo de varada de los móviles, incumpliendo al cliente, es pertinente que el porcentaje de mantenimiento preventivo y predictivo sea mayor al correctivo ya que con esto se disminuyen los costos, pudiendo detener programada y controladamente los vehículos para cada intervención.

La siguiente propuesta estará desarrollada para los vehículos que componen uno de los patios de la empresa, caso particular Patio Uval.

Se propone estructurar el plan de mantenimiento basado en confiabilidad acompañado de rutinas de mantenimiento.

1. Planteamiento del problema

Contexto Mundial

Al comienzo del 1950 la aviación comercial mundial estaba sufriendo de cada millón de despegues, 60 accidentes en cualquier parte del mundo con más de 100 personas involucradas, la mayoría de los accidentes eran por fallas en los equipos. Por tal razón se empezó a enfatizarse en el control de estas fallas.

En 1960 se dan los inicios del RCM en la Aeronáutica Civil Norteamericana quien influyo en las empresas de aviación comercial, en la cual los mantenimientos de los equipos eran basados en supuestos, a llegar a un proceso sistemático y analítico que hizo seguros los viajes en avión.

Tras 10 años de trabajo en mantenimiento confiable en las aeronaves, se desarrolló el reporte Reliability Centered Maintenance, escrito por Stanley Nowlan y Howard Head de United Airlines y fue publicado en 1978, útil para el manejo de activos de una empresa.

Contexto Local

Tranzit S.A.S es una empresa ubicada en la zona Usme, dedicada al transporte de pasajeros en la ciudad de Bogotá D.C, es una de las operadoras que integra el SITP que empezó a operar en el año 2012. Cuenta con cuatro patios-talleres: Patio Uval, Patio Aurora, Patio Cerros, Patio Alimentación, los cuales se dividen una cantidad de 808 vehículos.

Patio Uval con 202 móviles modelo 2014, es la flota con menor uso y en la cual el plan de mantenimiento es basado en las indicaciones del fabricante para este caso las marcas Scania y Mercedes Benz, que promueven la realización de sus rutinas de mantenimiento preventivo con ciertas frecuencias de kilometrajes, las cuales no están ajustadas a las condiciones reales de la geografía y medio ambiente en las rutas que opera la flota, que afectan de forma directa generando fallas en los sistemas de los vehículos como pueden ser, sistema de suspensión, transmisión de potencia entre otros. Fallas que se deben prever y controlar para disminuir su impacto en la operación.

1.1 Estado del arte

Como antecedente se revisó una tesis de grado de la universidad Tecnológica de Bolívar departamento de Ingeniería Mecánica y Mecatrónica de Cartagena Colombia proyecto titulado “DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN RCM, PARA LOS EQUIPOS Y VEHÍCULOS DE DINACOL S.A.” realizado en el año 2011 para optar por el título de Ingeniero Mecánico, elaborado por Marco Antonio Cárdenas.

El objetivo principal del proyecto fue Realizar un plan de mantenimiento basado en confiabilidad que permita optimizar la operatividad y eficiencia de equipos, máquinas y vehículos de la empresa DINACOL S.A.

Dinacol S.A es una empresa de Cartagena que presta servicios de ingeniería con énfasis en diseño, mantenimiento y revisión de calidad del sector Industrial, Civil y Marítimo.

“La metodología a desarrollar para este trabajo, es mediante un trabajo de campo y observación directa de las actividades de mantenimiento de los equipos, máquinas y vehículos, que se llevan a cabo día a día, además del manejo de los recursos y las técnicas actuales para tal fin; posteriormente, el desarrollo de una propuesta de mejora que facilite la operación y mantención

de estos sistemas en DINACOL S.A., además de la toma de decisiones basadas en los costos y otras variables.

Dejando como resultado un crecimiento en el área de construcción y montaje de grandes estructuras, con planes de mantenimiento con extrita ejecución que disminuye la cantidad de fallas y pudiéndolas atacar de forma prematura en los equipos.

Otro proyecto revisado fue el de la universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ingeniería Mecánica. Proyecto presentado en Pereira en 2013, para optar por el título de Ingeniero Mecánico. Titulado “DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA FLOTA ARTICULADA DE INTEGRA S.A. USANDO ALGUNAS HERRAMIENTAS DEL MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM)”, elaborado por Juan David Montes Villada

El cual busca “Realizar el diseño de un plan de mantenimiento para la flota articulada de Integra S.A. usando algunas herramientas de mantenimiento centrado en confiabilidad”

Para la realización de este trabajo se llevó a cabo la investigación teórica de RCM, con documentos e información relacionada con el tema, usando herramientas sacada de la teoría de RCM se diseñó un plan de Mantenimiento para la flota, por medio de la aplicación de una matriz de requerimientos, se dividieron y analizaron los sistemas en componentes, modos de falla, causas y efectos de las fallas de los componentes.

Se priorizo la criticidad de los sistemas y subsistemas más relevantes tomando medidas preventivas que puedan disminuir el efecto de las potenciales fallas, por medio de rutinas con periodicidades necesarias.

Se generaron formatos para órdenes de trabajo, se llevó a cabo el control y organización de la información por medio del software Infomate.

1.2 Justificación

El área de mantenimiento busca maximizar la disponibilidad, confiabilidad, de los activos físicos de una empresa alargando de la vida útil de los componentes de los vehiculos de la flota de patio Uval, para generar el mayor ingreso y cubrir a cabalidad la necesidad de transporte al público.

Razón por la cual se debe desarrollar una implementación de un plan de mantenimiento basado en confiabilidad que lleva a la empresa a un mejoramiento continuo en servicio y competitividad.

2. Objetivos.

2.1. Objetivo general

Elaborar una propuesta de plan de mantenimiento basado en confiabilidad para la flota de vehículos de la empresa Tranzit S.A.S perteneciente al SITP.

2.2. Objetivos Específicos.

- Identificar y analizar las fallas en los sistemas que hacen que los móviles presenten tiempos de inoperatividad.
- Estructurar la propuesta de plan de mantenimiento basado en confiabilidad en la empresa Tranzit S.A.S.
- Implementar rutinas de mantenimiento de acuerdo al plan estructurado.

3. Marco teórico

3.1. Definición e inicios de RCM

La industria de la aviación al inicio de 1950 presentaba gran cantidad de diferentes fallas en las aeronaves que prestaban el servicio a nivel mundial, se evidencio que hasta ese momento el mantenimiento se basaba en la filosofía de causa y efecto, para tal caso se esperaba a que un componente presentara una falla para reemplazarlo, esto ocasionaba accidentes que involucraban vidas de las personas que usaban el servicio. Por otra parte no se tenía el control de las paradas por averías en componentes ni tiempo en reparaciones y cambios de refacciones.

Se necesitaba un cambio en la metodología de mantenimiento que ayudara a las empresas a prolongar sus recursos físicos. La solución empezó cuando Stanley Nowlan Director de Análisis de Mantenimiento y Howard Heap Gerente de Planeación del Programa de Mantenimiento, empleados de United Airlines realizaron un estudio de mantenimiento solicitado por el departamento de defensa de Estados Unidos y del cual resulto RCM de las palabras en inglés Reliability Centred Maintenance, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad en español y que está integrado por los procesos para preparar los programas de mantenimiento, tareas para aeronaves.

El RCM según John Moubray “Es un proceso utilizado para determinar que se debe hacer para asegurar que cualquier activo físico continúe haciendo lo que sus usuarios quieren que haga en su contexto operacional actual”

La norma SAE JA1011 habla de los requerimientos para denominar un proceso dentro del grupo RCM (www.sae.org).

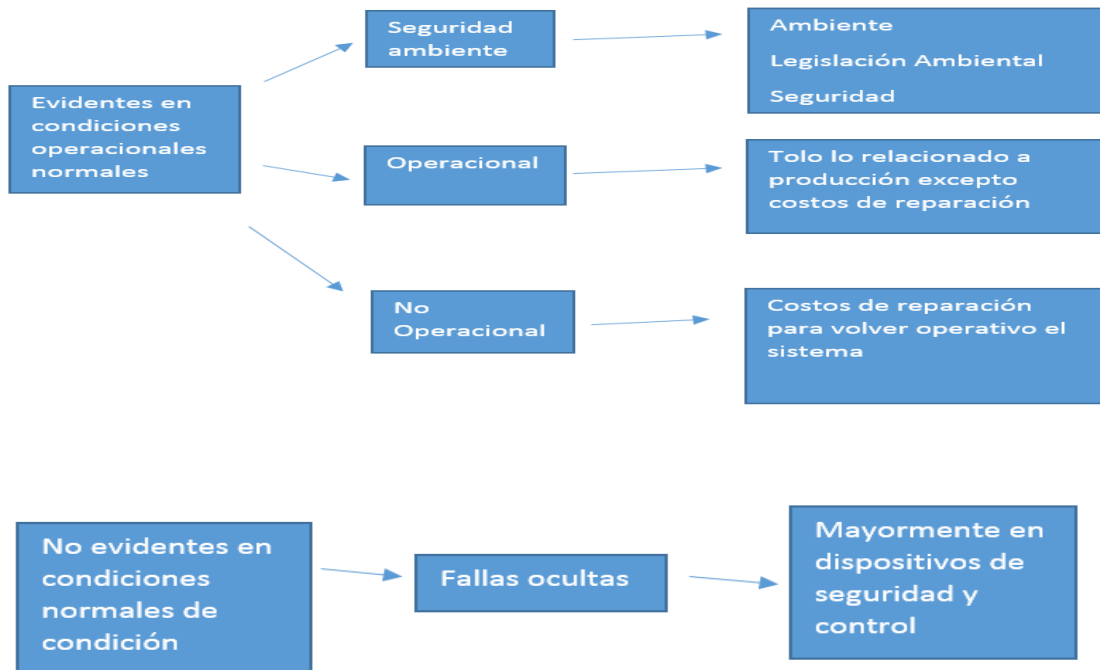
3.2 Preguntas para el proceso de RCM.

Para realizar el proceso de RCM se deben tener en cuenta las respuestas a las siguientes preguntas.

1. ¿Cuál es la función? Es conocer el servicio que se requiere para la maquina o sistema.
2. ¿Cuáles son los estados de falla (fallas funcionales)? Son las razones por la cual el sistema o maquina no realiza la función deseada.
3. ¿Cuáles son las posibles causas de los estados de falla? Es definir que pudo ocasionar la falla funcional.
4. ¿Qué ocurre cuando se presenta cada una de las fallas?
5. ¿Cuál es la consecuencia de cada falla?
6. ¿Qué se puede hacer para minimizar el efecto de una falla?
7. ¿Qué se debe hacer al momento en que no se encuentre una acción de prevención o predicción adecuada para la disminución del impacto de una falla?

1. Función consiste en lo que quiere el usuario que realice la maquina o sistema, descrito con un verbo en infinitivo aplicado a un objeto.
2. Estados de Falla o Fallas Funcionales, son la perdida total o parcial de la función de un sistema o componente de una máquina.
3. Modo de Falla son las causas de la pérdida de una función total o parcial. (Estado de falla)
4. Efecto de falla es que pasa cuando la falla ocurre, describe la importancia de una falla en caso de presentarse.
5. La consecuencia de una falla se puede caracterizar en:
 - Evidentes en condiciones normales de operación
 - No evidentes en condiciones de operación.

Figura 1. Consecuencia de una falla



Fuente: Autor

6. Que se puede hacer para minimizar el efecto de una falla.
Se debe realizar cuatro tipos de Mantenimiento.

Predictivo o a condición, Preventivo, Correctivo, Mantenimiento de detección de fallas.

Preventivo o a condición, se procura identificar las fallas potenciales en un componente y se busca realizar tareas antes de que pueda ocurrir la falla funcional.

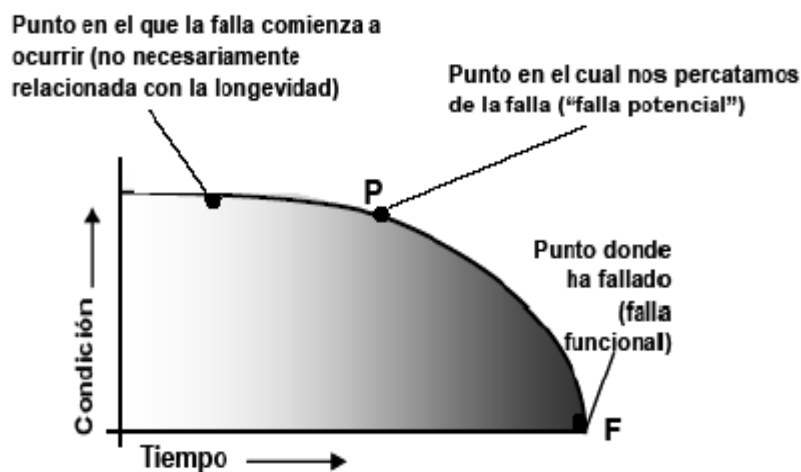
Pueden ser de tipo:

- Monitoreo por condición cuando se requiere un equipo especializado para encontrar fallas potenciales.
- Variación de la calidad cuando se evidencia cambios en la calidad del producto por medio de herramientas y procesos estadísticos.

7. Monitoreo de efectos primarios se deben tomar datos como presión, temperatura, kilometraje, entre otros, para comparar con datos anteriores de referencia y poder hallar posibles fallas potenciales.

- Sentidos humanos. Para este caso cuando se evidencia una falla, ésta ya se encuentra en un estado avanzado, se realiza por medio de los sentidos.
- Tareas de reacondicionamiento cíclico y de sustitución cíclica. Para este caso los componentes de un sistema son reparados o reemplazados por nuevos sin importar su estado, en ocasiones en se debe cambiar el activo cuando no es posible devolverle su condición de funcionalidad inicial.

Figura 2. Fallo potencial



Fuente: SAE JA-1012

Acciones a falta de. Se debe realizar una búsqueda de la falla revisando periódicamente si los componentes han presentado falla.

También se debe llegar a rediseñar, realizando cambios a las capacidades y condiciones iniciales de los sistemas en una única oportunidad.

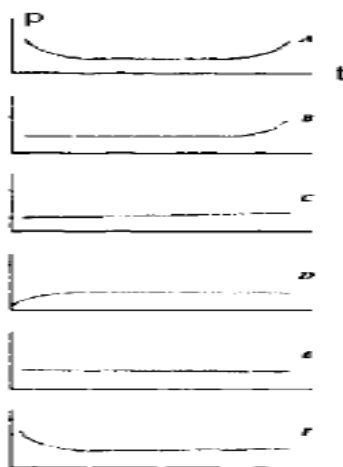
Sistemas.

Además se debe realizar Mantenimiento no programado para anticipar o prevenir los modos de falla, dejando que la falla ocurra.

3.3. Patrones de falla en función del tiempo

Patrones de falla en función del tiempo, anteriormente se creía que en cuanto más avanzaba el tiempo de vida de un componente mayor era la probabilidad de que este falle pero, por medio de investigación se llegó a la conclusión de que hay más patrones de falla no tan dependientes del tiempo del componente.

Figura 3. Los seis patrones de falla



Patrón A. En este patrón la probabilidad de que se presente una falla es alta en el inicio y fin de su vida útil.

Patrón B. Curva de desgaste normal.

Patrón C. En el cual se evidencia un incremento proporcional entre la probabilidad en que se presente la falla y en tiempo de vida del componente.

Patrón D. El elemento presenta un crecimiento en la probabilidad de fallar al inicio de su vida de servicio y después de esta etapa llega a una zona de probabilidad de falla constante.

Patrón E. o de falla aleatorio.

Patrón F. Donde se presenta una alta probabilidad de falla en la etapa prematura del elemento y luego pasa a una zona de probabilidad de falla constante.

4. Metodología

La metodología para la consecución de los objetivos antes mencionados, se llevara a cabo por medio de fases con actividades para cada una.

Fase inicial

- Recolección y selección de información bibliográfica, sobre las temáticas de RCM para el desarrollo de trabajo
- Levantamiento de la información de la empresa sobre fallas ocurridas en componentes de sistemas críticos de los vehículos, durante un periodo de tiempo, analizando su impacto.

Fase de estructuración

- Estructuración de la propuesta de implementación de Plan de Mantenimiento a partir de análisis de las fallas.

Fase final

- Implementación de la propuesta de implementación de Plan de Mantenimiento generando recomendaciones para la mejora continua en la conservación de la vida útil de los activos físicos.

5. Cronograma

Figura 4 Cronograma

FASE	ACTIVIDAD	DURACION (meses)			
		1	2	3	4
Fase Inicial	Recoleccion y selección de informacion bibliografica	■			
	Levantamiento y analisis de informacion sobre fallas ocurridas en componentes de sistemas criticos	■	■		
Fase de Estructuracion	Estructuración de la propuesta de implementación de Plan de Mantenimiento		■	■	
Fase Final	Implementación de la propuesta de implementación de Plan de Mantenimiento				■

Fuente: Autor

6. Presupuesto y fuentes de financiación.

Tabla 1: costos de Implementación

RECURSOS	CANTIDAD	HORAS DEDICADAS	VALOR HORA	TOTAL	FUENTES DE FINANCIACION
Implementador	1	128	\$ 20.000	\$ 2.560.000	Personal
Tutor Interno	1	80	\$ 60.000	\$ 4.800.000	Institucional
Apoyo Tecnico	1	20	\$ 60.000	\$ 1.200.000	Personal
			Subtotal	\$ 8.560.000	

Fuente: Autor

Tabla 2: costos materiales del proyecto

General	Unidad	Valor Unidad	Numero de Unidades	Total	Fuente financiacion
Fotocopias	Paginas	50	500	\$ 25.000	Personal
Impresiones	Paginas	100	200	\$ 20.000	Personal
Internet	Hora	1000	50	\$ 50.000	Personal
Computador	Hora	1000	50	\$ 50.000	Personal
Biblioteca	Hora	1000	100	\$ 100.000	Institucional
			Subtotal	\$ 245.000	

Fuente: Autor

Tabla 3: costos de operación

Software	Costo Referencia	Cantidad Horas	Costo Uso Mensual	Total en 4 meses	Fuente Financiacion
Implementador	\$ 1.800	70	\$ 126.000	\$ 126.000	Personal
Costo uso de Cloudfleet por mes	3000x202		\$ 606.000	\$ 2.424.000	Empresa
			Sub total	\$ 2.550.000	

Fuente: Autor

La financiación de la investigación será costeadada por la empresa Tranzit S.A.S en un 80%, la cual realiza el pago de la mensualidad del uso del software Cloudfleet y el 20% el implementador, el cual obtendrá el dinero por medio de la prestación de servicios de asesoría a la empresa Tranzit S.A.S, la cual se verá beneficiada con la implementación del Plan de Mantenimiento obtenido a partir del análisis de las fallas en los componentes de sistemas críticos de los vehículos del Patio Uval. La Universidad Distrital Francisco José De Caldas brinda apoyo con las asesorías y recursos que considere puedan otorgar a la implementación.

BIBLIOGRAFÍA

1. John Moubray, Mantenimiento Centrado en Confiabilidad-Traducido por Ellman, Suero y Asociados. Edición en español. Ashville. North Carolina-Aladon LLC. 204. 433p.
2. MAG. JOSE CAMPOS BARRIENTOS. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad.
3. SAE JA 1011
4. SAE JA 1012