



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) en la industria peruana. Una revisión sistemática de literatura científica de los últimos 10 años”

Trabajo de investigación para optar al grado de:

**Bachiller en Ingeniería Industrial**

**Autor:**

Ronald Raúl Geldres Marchena

**Asesor:**

Ing. Jorge Alfaro Rosas

Trujillo - Perú

2018




## ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El Asesor Ing. Mg. Jorge Luis Alfaro Rosas, docente de la Universidad Privada del Norte, facultad de Ingeniería, carrera profesional de Ingeniería Industrial, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación, desarrollo, revisión de fondo y forma (cumplimiento del estilo APA y ortografía) y verificación en programa de antiplagio del Trabajo de Investigación del o los estudiantes(s)/egresado (s):

Ronald Raúl Geldres Marchena.

Por cuanto, **CONSIDERA** que el Trabajo de Investigación titulado **Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) en la industria peruana. Una revisión sistemática de literatura científica de los últimos 10 años**, para optar al grado de bachiller por la Universidad Priva del Norte, reúne las condiciones adecuadas en forma y fondo, por lo cual, **AUTORIZA** su presentación.

Trujillo, 17 de enero del 2019

  
Ing. Mg. Jorge Luis Alfaro Rosas  
Asesor

## ACTA DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El Sr(a) Ing. Danny Stephan Zelada Mosquera, Coordinador de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del Norte, ha procedido a realizar la evaluación del Trabajo de Investigación del (o los) estudiante (s)/egresado (s):

Ronald Raúl Geldres Marchena.

Para aspirar al grado de bachiller con el Trabajo de Investigación titulado **Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) en la industria peruana. Una revisión sistemática de literatura científica de los últimos 10 años.**

Luego de la revisión, en forma y contenido, del Trabajo de Investigación expresa el siguiente resultado:

Aprobado

Calificativo:

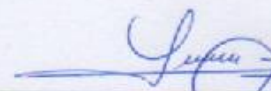
( ) Excelente: De 20 a 18.

Sobresaliente: De 17 a 15.

( ) Bueno: De 14 a 13.

Desaprobado

Trujillo, 17 de enero del 2019

  
Ing. Danny Zelada Mosquera  
Coordinador de Carreras



## **DEDICATORIA**

“A Dios, por ser mi fuerza e inspiración y guiar cada uno de mis sueños.

A mis padres, por ser los pilares esenciales en todo lo que soy, por brindarme su amor, apoyo incondicional en cada etapa de mi vida y darme un ejemplo maravilloso de superación y entrega.

A mi esposa e hijos por su apoyo incondicional, amor y paciencia.”

## AGRADECIMIENTO

“En primer lugar a Dios, por haberme permitido llegar a culminar mi carrera y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mis queridos padres, esposa, hijos y hermanos que siempre me apoyaron incondicionalmente para poder llegar a ser una profesional de la Patria.

A mí estimado asesor Ing. Miguel Rodríguez Alza, por brindarme su tiempo, apoyo y enseñanza para poder concluir con este proyecto.

Y todos aquellos que participaron directa e indirectamente en la elaboración de esta tesis.”

Ronald Geldres Marchena

## Tabla de contenido

<b>ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>ACTA DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>8</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>21</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>23</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Fuentes de Búsqueda de Información. ....	15
---	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Fuentes de Búsqueda de Información. ....	14
Figura 2: Investigación de RCM por año. ....	16
Figura 3: Flujograma de Implementación de RCM.....	20



## RESUMEN

El trabajo de investigación tiene como finalidad proponer estrategias de mantenimiento basados en el mantenimiento centrado en fiabilidad, para mejorar la disponibilidad y fiabilidad de los equipos o activos. La constante necesidad de mejorar los procesos productivos, el trabajo colaborativo entre el recurso humano que compone las mismas, el aumento de la longevidad y fiabilidad de la maquinaria y equipos que son inherentes a los procesos de la cadena productiva. Así como los mecanismos o técnicas que le sean óptimos dependiendo del proceso y su complejidad.

Esta investigación se realizó bajo la metodología la revisión sistemática de literatura científica con base en la adaptación de la metodología PRISMA

Los resultados muestran que el método de optimización de planes de mantenimiento denominado: Mantenimiento Centrado en confiabilidad, es una metodología utilizada para determinar **qué se debe hacer** para asegurar que cualquier activo físico continúe llevando a cabo su función y sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias a los activos más importantes dentro de un proceso de producción.

Se determinó que el proceso RCM provee un marco estratégico de trabajo completo para manejar las fallas, las clasifica basándose en sus consecuencias, separando las fallas ocultas de las evidentes, y luego ordena las consecuencias de las fallas evidentes en un orden de importancia decreciente.

**PALABRAS CLAVES:** RCM, FIABILIDAD, CONFIABILIDAD

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Toda actividad o tarea realizada sobre los elementos de máquina antes o después de una falla es llamado mantenimiento. Una empresa puede mantener niveles altos de productividad con apropiadas actividades de mantenimiento. La moderna gestión de mantenimiento incluye todas aquellas actividades de gestión que: determinan los objetivos o prioridades de mantenimiento (que se definen como las metas asignadas y aceptadas por la dirección del departamento de mantenimiento), las estrategias (definidas como los métodos de gestión que se utilizan para conseguir esas metas u objetivos), y las responsabilidades en la gestión (CEN (European Committee for Standardization), 2002)

Partiendo de la premisa que ingeniería industrial se basa íntegramente en el uso óptimo de los recursos para aumentar la productividad, se debe considerar como parte fundamental de todo proceso productivo el mantenimiento tanto de planta y equipos.

La gestión de mantenimiento es una parte importante del negocio, ya que asegura la producción de bienes y/o servicios de forma eficiente, a través de la disponibilidad y fiabilidad de los equipos que integran la cadena de producción, garantizando la rentabilidad a través de la reducción de los costos por mantenimiento, calidad de los productos o servicios, satisfacción del cliente, permitiendo que la empresa logre la máxima producción. Para lograr estos objetivos se requiere implementar un conjunto de acciones orientadas hacia un cambio filosófico en las políticas de mantenimiento, tales como: aplicar mantenimiento de clase mundial el cual incluye un conjunto de actividades que permiten reorientar la estrategia de mantener los equipos con un enfoque de mantenimiento proactivo, disciplinado en prácticas estandarizadas, gestión autonómica, competitivo y con índices de desempeño

de clase mundial. Específicamente, la necesidad de redimensionar una empresa implica para el mantenimiento, retos y oportunidades que merecen ser valorados. En el mantenimiento, se agrupan una serie de actividades cuya ejecución permite alcanzar un mayor grado de fiabilidad en los equipos, máquinas, instalaciones, etc.

Dado lo anterior se entiende que “La principal función del mantenimiento es sostener la funcionalidad de los equipos y el buen estado de las máquinas a través del tiempo” (Mora, 2000) razón por la cual el mantenimiento siempre ha estado ligado a la producción de la industrial desde que se dio origen a las maquinas. Cada etapa del ciclo de industrialización de un activo influye en mayor o menor medida en los distintos costes de su ciclo de vida. Sin embargo, la gran mayoría de estos costes ocurrirán durante la fase de operación, por lo que se aprecia necesario desarrollar sistemáticas de mejora de disponibilidad orientadas a esta fase del ciclo de vida. El Mantenimiento Centrado en la Fiabilidad es una sistemática que cumple con estas características, pues puede ser aplicado tanto en la fase de diseño como en la de operación. (Moubray, 1999)

El mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), está concebido básicamente como un proceso de mejoramiento continuo, por lo que ninguna tarea o procedimiento de mantenimiento escapa a la constante revisión a partir de toda la información que se va acumulando (Bloom, 2005).

Esto es de gran relevancia porque permite documentar los procesos, enfoca su esfuerzo en la función, facilita la optimización de los planes de mantenimiento, hace más fácil el trabajo en común y la organización de la historia de los activos, así como el uso de un sistema de gestión del mantenimiento sistematizado (Augus, 2004) (Smith & Hinchliffe, 2004)

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### *Tipo de Estudio*

Se realizó la revisión sistemática de literatura científica con base en la adaptación de la metodología PRISMA (Urrutia & Bonfill, 2010). La pregunta de investigación para la realización del proceso metodológico fue la siguiente: ¿Cuáles el estado de implementación del RCM en la industria peruana descritos en la literatura científica?

### *Fundamentación de la metodología*

La revisión de la literatura científica es una estrategia de recopilación de información que emerge ante la necesidad de conocer de manera sintética los resultados de las investigaciones. Las revisiones narrativas son el primer proceso desarrollado para tal fin, sin embargo, presentan dificultades, pues la confiabilidad de éste radica en la experticia de los investigadores encargados de realizarlo. Ante los sesgos que se presentan como la ausencia de una pregunta orientadora en el plan de búsqueda, la carencia de un método de selección de artículos, así como la falta de un procedimiento claro y reproducible de identificación, de selección y de filtración de los artículos acorde con su calidad y relacionado con la pregunta diseñada, surgen las revisiones sistemáticas, las cuales, bajo los principios del método científico, dan cuenta de los pasos requeridos para hacer reproducible el proceso investigativo (Pai, y otros, 2004)

### *Procesos de Recolección de Información*

Para asegurar la sensibilidad del proceso de búsqueda se utilizó principalmente la base de datos de EBSCO y Radalyc, como complemento se utilizó a Google Académico.

Además, se definió como descriptores los siguientes términos: “RCM Mantenimiento”, “RCM Adaptado”, “Mantenimiento centrado en fiabilidad”, “Mejora de disponibilidad de equipos”, “Mantenimiento centrado en confiabilidad”. Con la finalidad de detallar la búsqueda se diseñó un protocolo con la combinación de los términos establecidos y los operadores booleanos “RCM” AND “Mantenimiento” AND “Peru”, [(“Fiabilidad RCM”) OR (“Confiabilidad”)]. Se detalla las rutas de búsqueda de la siguiente manera:

### **Ebsco**

“RCM” AND “Mantenimiento” AND “Peru”

“RCM AND “Fiabilidad” AND “Peru”

### **Radalyc**

RCM Confiabilidad

RCM Mantenimiento

### **Google Académico**

[(“Mantenimiento Centrado en fiabilidad”) AND (“Peru”)]

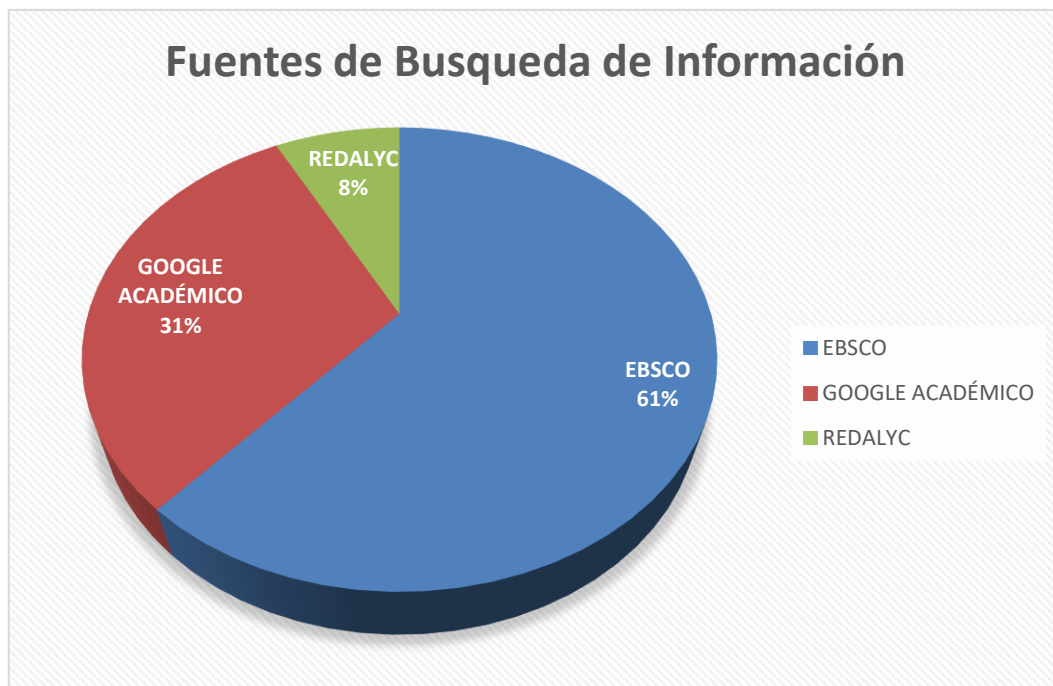
### ***Criterios de inclusión y de exclusión***

Se incluyeron artículos originales que incluyen artículos académicos y revistas, publicados en bases de datos científicas indexadas, en idioma español, entre los años 2007 al 2017, que describen las estrategias de mantenimiento basadas en RCM.

## CAPÍTULO III. RESULTADOS

### *Resultados de la Búsqueda*

La búsqueda de artículos en las bases de datos y motores de búsqueda, luego de la depuración, arrojó un total de 13 artículos originales en el periodo de tiempo de 2007 a 2017, distribuidos de la siguiente manera: EBSCO: 8 artículos; Redalyc: 1 artículo; Google Académico: 4 artículos. A continuación, se presenta una figura que hace referencia al diseño que se utilizó para la presente revisión sistemática:



*Figura 1: Fuentes de Búsqueda de Información.*

En la siguiente tabla mostramos los artículos incluidos en la revisión según las palabras clave utilizadas.

*Tabla 1: Fuentes de Búsqueda de Información.*

Base de Datos	Autor	Institución	Año	Título
EBSCO	Casas Roque & Raúl Lenin	Universidad Privada del Norte	2017	Propuesta de plan de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos críticos de la empresa Terminales Portuarios Peruanos S.A.C.
EBSCO	Chuquimango Morocho Yone Abdul & Cotrina Rodríguez Charles Edwin	Universidad Privada del Norte	2017	Diseño de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) en la flota de excavadoras hidráulicas 336dl para reducir costos de reparación en la empresa Coansa del Perú Ingenieros S.A.C.
EBSCO	Lucano Castrejón Angel David & Quicaña Torres Félix Obispo	Universidad Privada del Norte	2017	Propuesta de implementación de un plan de mantenimiento basado en la metodología rcm para la operatividad de los equipos del sistema de abastecimiento de agua potable en el centro industrial La Chutana, Chilca 2017.
EBSCO	Briceño Paredes & Santos Balerio	Universidad Privada del Norte	2017	Propuesta de mejoras en el plan de mantenimiento basado en la metodología RCM para incrementar la disponibilidad de excavadoras hidráulicas en una empresa de renta de maquinarias de construcción
EBSCO	Espejo Gálvez Cristian Alberto & Espejo Gálvez Juan Carlos	Universidad Privada del Norte	2017	Implementación de mantenimiento centrado en la confiabilidad en una maltería.
EBSCO	Campos Ventura, Victor Alex	Universidad Privada del Norte	2017	Propuesta de un plan de mantenimiento centrado en confiabilidad para mejorar la eficiencia de los activos críticos en la empresa Cartavio S.A.A.
EBSCO	Laureano Mendoza, Alan Danilo	Universidad Privada del Norte	2017	Implementación de un sistema de lubricación en las máquinas circulares para incrementar la producción en la empresa textil San Ramón
EBSCO	Tello Castro Guadalupe Esmeralda & Espinoza Villaorduña Edwin Jonathan	Universidad Privada del Norte	2017	Implementación del programa de tribología centrada en la confiabilidad para mejorar la productividad de las palas pc4000 en la minera Miski Mayo.
REDALYC	Esther Berger Vidal & Luis Miguel Núñez Ramírez & Anwar Julio Yarín Achachagua.	Revista Industrial Data	2014	Análisis de la confiabilidad del sistema de molienda en una planta concentradora, basado en la criticidad
GOOGLE ACADÉMICO	Villanueva Comejo Marcos Jose	Universidad Nacional del Altiplano	2017	Gestión de mantenimiento basado en la confiabilidad de las redes del sub sistema de distribución eléctrico 22.9/13.2 kv de San Gabán–Ollachea
GOOGLE ACADÉMICO	Soncco Ccori, Jildo	Universidad Nacional del Altiplano	2008	Diseño de un plan de mantenimiento aplicando la metodología RCM para los equipos críticos de la mini central hidroeléctrica Lurini Cuyo Cuyo Sandia
GOOGLE ACADÉMICO	Acuña Escalante, Eduardo	Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann	2016	Diseño de un plan estratégico de mantenimiento preventivo para una flota de tractocamiones Kenworth en la empresa Transportes HAGEMSA
GOOGLE ACADÉMICO	Huatay Machuca, Nelson Ubelser	Universidad Alas Peruanas	2015	Implementación del mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) para mejorar la disponibilidad del proyecto Gold Mill Upgrade en el Área De Mantenimiento Procesos de la empresa minera Yanacocha S.R.L. en el año 2014

Se encontraron 13 artículos que respetaban los criterios de inclusión indicados en la base EBSCO. En los cinco primeros años de la década estudiada (2007-2012), solo se encontró 1 artículo, encontrada en el 2008. Las publicaciones identificadas estuvieron

concentradas en la última mitad de la década elegida. Entre el año 2013 al 2017 se publicaron 12 artículos, superando el número total de publicaciones de los cinco años anteriores.

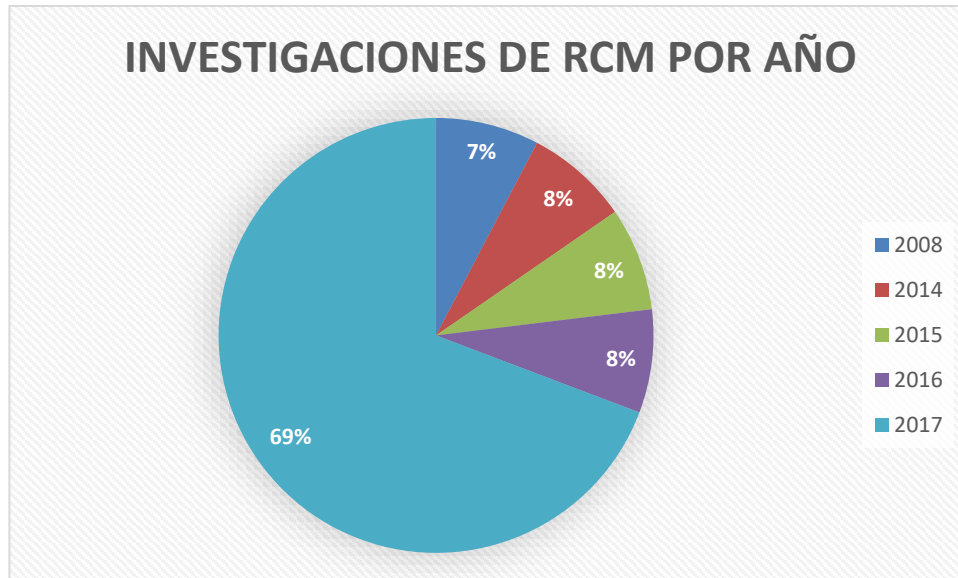


Figura 2: Investigación de RCM por año.

### ***Mantenimiento centrado en Confiabilidad (RCM)***

Dentro de la investigación hemos encontrado que el método de optimización de planes de mantenimiento denominado: Mantenimiento Centrado en confiabilidad, conocido comúnmente por sus siglas en inglés “RCM: Reliability Centered Maintenance”. Es una metodología utilizada para determinar **qué se debe hacer** para asegurar que cualquier activo físico continúe llevando a cabo su función, en el contexto operacional presente (Parra Márquez & Crespo Márquez, 2015). Se explica como el método RCM sirve de guía para identificar las actividades de mantenimiento con sus respectivas frecuencias a los activos más importantes dentro de un proceso de producción. Adicionalmente, se analiza la clave de su éxito, el cual se debe principalmente, a que el mismo, propone un procedimiento que permite definir un programa de mantenimiento que se ajuste a las necesidades reales de los activos de producción, tomando como base el nivel de riesgo (consecuencias por la pérdida



de la función) que generan los modos de fallos de los activos dentro de un determinado contexto operacional.

La Carga de Trabajo de Mantenimiento (CTM) de la empresa que aplica RCM puede estar entre un 40% y 70% por debajo de la CTM de la empresa que no aplica. La disminución de la CTM se debe a que mientras en el MP se atiende de manera concienzuda los diversos subsistemas del equipo, en el RCM se atienden los subsistemas, que previo estudio de criticidades, afectan la confiabilidad del equipo.

Con ello se supera el axioma clásico de que el mantenimiento era sinónimo de reparaciones periódicas o rutinarias para el remplazo de piezas desgastadas. Pero esto demostró ser poco eficaz dado los altos índices de accidentes en la época, así como ir en detrimento de los activos físicos de las compañías. Es en este punto donde se dio un cambio de paradigma orientado al mejoramiento de las practicas con los activos físicos y la previsión y manejo de fallas, es allí donde surge el RCM.

Para la correcta aplicación de esta herramienta es necesario conocer la metodología de aplicación que describimos a continuación.

### ***Nivel de Criticidad***

Se debe jerarquizar según La criticidad es una medida ponderada que considera los siguientes aspectos: El EFECTO, VELOCIDAD, FRECUENCIA de ocurrencia de la falla. El criterio rector es considerar la criticidad como un indicador de la “magnitud del problema” que ocasiona la falla de un módulo o equipo. Una vez obtenido el nivel de criticidad, éste será empleado para definir la estrategia de mantenimiento de ese módulo o equipo.

### ***Contexto operacional***

La descripción del contexto operacional debe considerar fundamentalmente los siguientes aspectos: a) Activos a mantener, b) Características principales como niveles y límites de operación, especificaciones técnicas, ubicación, longitud, entre otros, c) Características ambientales como altitud, temperatura máxima y mínima, nivel de humedad, entre otros), d) Estado actual de los activos, e) Trazabilidad de eventos , f) Intervalos de tiempo críticos, g) Normatividad eléctrica y ambiental y demás reglamentos que rijan el sistema, h) Personal a cargo del mantenimiento e i) Existencias de materiales, entre los más relevantes.

### ***Definición de Funciones***

Para definir las funciones de cada activo se deben responder preguntas asociadas a ¿Qué debe hacer el sistema? y ¿Cómo debe permanecer en estado estable? La definición de una función se debe especificar claramente. Así, para cada activo se definen funciones asociadas con los estándares de funcionamiento.

### ***Fallas Funcionales***

En el proceso de ajuste del RCM, a cada función se le asocian una o varias fallas funcionales. Éstas se definen como la incapacidad del activo de cumplir con una función según los parámetros de funcionamiento aceptable para el usuario.

### ***Modos de Falla***

Es cualquier evento que causa una falla funcional. La descripción de un modo de falla debe ser lo suficientemente detallada que permita seleccionar una estrategia de manejo de falla, pero no tanto como para perder mucho tiempo en el propio proceso de análisis.

### ***Efecto de Falla***

Describe qué pasa cuando ocurre un modo de falla. Adicionalmente, se debe considerar que efecto de falla no es lo mismo que consecuencia de falla; un efecto de falla

responde a la pregunta ¿Qué ocurre?, mientras que una consecuencia responde a ¿Qué importancia tiene?

### ***Consecuencias de Falla***

Las consecuencias que puede tener cada modo de falla se clasifican de la misma forma que son definidas en la metodología general RCM y son: a) Consecuencias ambientales y para la seguridad, b) Consecuencias operacionales, c) Consecuencias no operacionales, d) Consecuencias de fallas ocultas. La prioridad que se programan las tareas de mantenimiento está relacionada con la consecuencia que acarrea una falla.

### ***AMEF***

El AMEF (Análisis de Modos y Efectos de Fallas). En esta fase se hace un estudio bastante exhaustivo de los posibles modos/causas de falla de los sistemas, permitiendo esto la selección de tareas de mantenimiento que busquen evitar o disminuir las consecuencias asociadas a la ocurrencia de las mismas.

### ***Las siete preguntas básicas.***

Según SAE JA1011, descrita en la investigación de Víctor Campos, una buena estrategia de RCM debe contestar las siguientes preguntas.

1. ¿Cuáles son las funciones y los Estándares de funcionamiento asociados al activo en su actual contexto operacional? (FUNCIONES)
2. ¿De qué manera falla en satisfacer sus funciones? (FALLAS FUNCIONALES)
3. ¿Qué causa cada falla funcional? (MODOS DE FALLA)
4. ¿Qué sucede cuando ocurre cada falla? (EFECTOS DE FALLA)
5. ¿Cuál es la importancia de cada falla? (CONSECUENCIA DE FALLA)

6. ¿Qué puede hacerse para predecir o prevenir cada falla? (TAREAS PROACTIVAS Y FRECUENCIAS)
7. ¿Qué debería hacerse si no puede encontrarse una tarea proactiva adecuada? (TAREAS POR OMISIÓN)

Esta aplicación metodológica podemos resumirla en el siguiente cuadro:



Figura 3: Flujograma de Implementación de RCM

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Se considera que en el escenario actual de las organizaciones con alta dotación de activos indica que las necesidades de mantenimiento han ido aumentando durante los últimos años, por lo cual se estima conveniente que la evaluación de estrategias de mantenimiento, la selección de tareas y por ende la gestión global del mantenimiento en la organización se deba manejar de manera formal y responsable, dejando de lado la improvisación y aleatoriedades. Además, los objetivos de la unidad encargada de realizar la gestión del mantenimiento se determinarán y serán dependientes del plan estratégico y de negocio de la organización. Las estrategias de mantenimiento deben estar siempre alineadas con los planes de negocio de la empresa ya que de esto depende la consecución de los objetivos del mantenimiento y, también, los del propio plan de negocio de la organización

Fueron identificaron 13 artículos que respetan los criterios establecidos para la revisión. Se observó un crecimiento de las publicaciones en este tópico a partir del segundo quinquenio de estudio.

Este artículo desarrolla un modelo de optimización de estrategias de mantenimiento bajo la visión de mejora continua, considerando una revisión profunda de un conjunto representativo de estrategias clásicas de mantenimiento y modelos actuales de gestión de mantenimiento, los cuales siguen una secuencia lógica de actuación jerarquizada y analizada a través de un análisis de criticidad.

Dentro de la investigación se determinó que el proceso RCM provee un marco estratégico de trabajo completo para manejar las fallas. Este marco, clasifica todas las fallas basándose en sus consecuencias, separando las fallas ocultas de las evidentes, y luego ordena

las consecuencias de las fallas evidentes en un orden de importancia decreciente. Además, provee una base para decidir caso por caso, si se debe realizar el mantenimiento proactivo. Finalmente, sugiere que acción debe tomarse si no puede encontrarse una tarea proactiva adecuada.

El modelo explicado consigue alinear los objetivos locales del mantenimiento con los objetivos globales del negocio en un marco de mejora continua. Además, propone algunas herramientas. Mediante estas, se entrega soporte y un aumento de la capacidad de producción al disminuir los tiempos de mantenimiento correctivo (programado y no programado) y preventivo logrando una gestión de optimización de manera real y continua en todos los procesos que tienen que ver con los mantenimientos preventivos y la planificación.

A pesar de las limitaciones encontradas en la investigación, el escenario es prometedor debido a que año a año los estudios han ido aumentando, aumentando las investigaciones y las aplicaciones como su beneficio como la reducción de la carga de trabajo de mantenimiento entre 40% y 70%.

## REFERENCIAS

1. Augus, J. (2004). *RCM Guidebook: Building a Reliable Plant*. PennWell Corporation.
2. Bloom, N. B. (2005). *Reliability Centered Maintenance (RCM): Implementation Made Simple!* New York: McGraw Hill Professional.
3. CEN (European Committee for Standardization). (2002). *EN 13306:2001, 2001. Maintenance*. Brussels.
4. Mora, L. A. (2000). *Mantenimiento - planeación, ejecución y control*. AlfaOmega.
5. Moubray, J. (1999). *Reliability-Centered Maintenance*. Woodbine: Industrial Press.
6. Pai, M., McCulloch, M., Gorman, J., Pai, N., Enanoria, W., & Kennedy, G. (2004). Systematic reviews and meta-analyses: an illustrated, step-by-step guide. *The National Medical Journal of India*, 86-95.
7. Parra Márquez, C. A., & Crespo Márquez, A. (2015). *Ingeniería de Mantenimiento y Fiabilidad Aplicada en la Gestión de Activos*. Miami: Ingeman.
8. Smith, A., & Hinchliffe, G. (2004). *RCM Gateway to World Class Maintenance*. Elsevier Butterworth-Heinemann.
9. Urrutia, G., & Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina Clinica*, 507-5011.




## RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

### RÚBRICA DE EVALUACIÓN DE REVISIÓN SISTEMÁTICA


Título de la investigación: <b>Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) en la industria peruana. Una revisión sistemática de literatura científica de los últimos 10 años.</b>							
Nombres y apellidos del evaluador : <b>Ing. Jorge Luis Alfaro Rosas</b>							
Sede: <b>Trujillo</b>		Carrera: <b>Ingeniería Industrial</b>		Facultad: <b>Ingeniería</b>			
<b>CONDICIONES OBLIGATORIAS</b>							
Coherencia		Los resultados, discusión y conclusiones responde a la pregunta y objetivo de la investigación				<input checked="" type="checkbox"/>	No
Consistencia		Cada una de las secciones del trabajo de investigación están debidamente sustentadas				<input checked="" type="checkbox"/>	No
Informe de similitud		Tiene 0% de similitud después de eliminar falsos positivos				<input checked="" type="checkbox"/>	No
<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b>							
Sección		Ítem	Reportado en la página #	Puntaje			
				Bien desarrollado	Parcialmente	No lo presenta	Puntaje obtenido
Título	Título	Identifica el reporte como una revisión sistemática.		0.5	0.25	0	0.5
Resumen	Resumen	Proporciona en 200 palabras: antecedentes; objetivos; fuentes de datos; criterios de elegibilidad, objeto de estudio; métodos de evaluación y síntesis del estudio; resultados; limitaciones; conclusiones.		1	0.5	0	0.5
Introducción	Justificación	Describe la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce.		1	0.5	0	1
Introducción	Objetivos	Proporciona una declaración explícita de las preguntas que se están tratando con referencia al objeto de estudio.		2	1	0	2
Metodología	Criterios de elegibilidad	Especifica las características de los estudios considerados (por ejemplo, los estudios que miden la empleabilidad de los universitarios) y las características del informe (por ejemplo, los años considerados, el idioma y el estado de publicación).		1	0.5	0	1
Metodología	Recursos de información	Describe las bibliotecas virtuales consultadas para el estudio, por ejemplo: Ebsco, Redalyc, Google Académico, etc.		0.5	0.25	0	0.5



Metodología	Búsqueda	Presenta la estrategia de búsqueda utilizada, por ejemplo palabras claves, limitadores utilizados (por ejemplo, periodo, tipos de documentos, idioma, etc.) de tal forma que pueda replicarse el estudio.	0.5	0.25	0	0.5
Metodología	Selección de estudios	Indica los criterios por los que descartó o incluyó estudios (por ejemplo, del total del resultado de la búsqueda se descartaron 5 porque no tenían instrumentos de medición de empleabilidad).	1	0.5	0	0.5
Metodología	Proceso de recopilación de datos	Describe el método de extracción de datos de los estudios (por ejemplo, en tablas que describen los estudios con campos como: año de publicación, revista, país, institución, tipo de estudio, etc.) y cualquier proceso para obtener y confirmar los datos de los estudios.	0.5	0.25	0	0.5
Resultados	Selección del estudio	Proporciona el número de estudios examinados, evaluados por elegibilidad e incluidos en la revisión, con razones para las exclusiones en cada etapa, idealmente con un diagrama de flujo.	2	1	0	2
Resultados	Características de los estudios	Para cada estudio, presenta las características para las que se extrajeron los datos (por ejemplo, año de publicación, revista, país, institución, tipo de estudio, etc.).	2	1	0	2
Resultados	Análisis global de los estudios	Presenta las características de los estudios de manera globalizada (por ejemplo, porcentaje de estudios por año de publicación, por tipos, por temas abordados, etc.) .	2	1	0	1
Discusión	Resumen de los resultados	Resume los principales hallazgos, incluyendo la fuerza de la evidencia para cada resultado principal; considera su relevancia para el objeto de estudio.	3	1.5	0	1.5
Discusión	Limitaciones	Discute las limitaciones en el estudio y el nivel de resultado (p. Ej., Riesgo de sesgo) ya nivel de revisión (por ejemplo, recuperación incompleta de la investigación identificada, sesgo de notificación).	1	0.5	0	0.5
Discusión	Conclusiones	Proporcionar una interpretación general de los resultados, responde la pregunta de la investigación, y las implicaciones para la investigación futura.	2	1	0	2
Puntaje total						16



Firma del evaluador



Firma y sello del director/coordinador de carrera