



UNIVERSIDAD  
PRIVADA  
DEL NORTE

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“MODELOS DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA PLANTAS DE PROCESAMIENTO DE MINERALES”: una revisión de la literatura científica de los últimos cinco años.

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en **Ingeniería Industrial**

**Autor:**

Juan Alberto Ibazeta Banoni

**Asesor:**

Dr. José Santos Cortegana Salazar

Lima - Perú

**2019**

## Tabla de contenido

ÍNDICE DE FIGURAS .....	3
DEDICATORIA .....	4
AGRADECIMIENTO .....	5
RESUMEN.....	6
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	7
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....	9
CAPÍTULO III. RESULTADOS .....	11
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES .....	13
REFERENCIAS.....	15
ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	16

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Resultados de búsqueda de información con palabras clave. ....</i>	<b>10</b>
--	-----------

## DEDICATÓRIA

Este trabajo está dedicado con todo mi cariño a mi esposa e hijos, quienes me han apoyado en toda la carrera y son mi principal motivación.

A mis queridos padres de quienes aprendí a perseverar para alcanzar los objetivos que uno tiene en la vida.

**Juan Alberto**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por ser mi guía y permitirme ser parte de este mundo.

A mi familia por su tolerancia y apoyo incondicional

**Juan Alberto.**

## RESUMEN

El objetivo de esta investigación es el de conocer los actuales modelos de gestión del mantenimiento aplicados en las plantas de procesamiento de minerales, compararlos e identificar los más utilizados, los más eficientes y los más eficaces.

Esta investigación es una revisión sistemática de la literatura científica producida en los últimos cinco años, se ha utilizado cuatro palabras clave que son: Gestión del mantenimiento, Mantenimiento industrial, Modelos de mantenimiento y Mantenimiento en la minería. Se ha utilizado dos motores de búsqueda de información confiable en internet, estos son: Google Académico y Redalyc. Así mismo se ha establecido algunos criterios de selección para obtener información relevante, antigüedad de la publicación no más 5 años, idioma de la publicación Inglés y Español. Para valorar la calidad de la información encontrada se ha revisado la información del Autor, el prestigio de la publicación, el formato de la publicación y si el contenido de la publicación responde a la pregunta.

El análisis de la información encontrada muestra una tendencia que existen coincidencias importantes en el enfoque que se da a los diferentes modelos de gestión que existen del mantenimiento aplicado a la industria minera. En todos los casos el objetivo que se persigue con los diferentes modelos de gestión del mantenimiento es el de lograr que los equipos, máquinas o sistemas de producción, estén disponibles para realizar trabajo cuando la empresa lo requiera.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Con la invención de la máquina a vapor y la llegada de la primera revolución Industrial en la segunda mitad del siglo XVIII, el mundo ingresó a un cambio en la manera de hacer las cosas. Las industrias se mecanizaron y se pudieron instalar ya no solo cerca de los ríos para utilizar la energía que sus aguas generaban. Desde entonces hasta nuestros días los cambios no han terminado y solo se ha incrementado la velocidad de estos.

Para que la industria siga funcionando es necesario que las máquinas y la infraestructura que esta tiene también lo hagan y es esta la razón del Mantenimiento. “Mantenimiento, todas las acciones que tienen como objetivo mantener un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida” (Calidad), 2018)

La actividad del mantenimiento también ha sufrido cambios, ha evolucionado y ha sabido adaptarse para cubrir las necesidades de la industria.

Al inicio esta actividad era totalmente instintiva y actuaba después que las maquinas o infraestructuras fallaban, este mantenimiento tiene muchas características de lo que hoy en día se llama mantenimiento correctivo, sin embargo la evolución de esta actividad ha permitido desarrollar el mantenimiento preventivo, el mantenimiento predictivo y actualmente se combinan todos estos tipos de mantenimiento con el propósito de asegurar que las máquinas e infraestructuras de una industria no fallen y estén siempre listas para producir.

La industria minera no ha sido una excepción en la evolución del mantenimiento, todo lo contrario dado que se trata de una industria primaria podríamos decir que siempre estuvo a la vanguardia en lo que a mantenimiento se refiere, en el Perú la existencia de la industria minera se remonta a finales del siglo XIX y desde entonces es una de las más importantes por la contribución en impuestos, regalías y canon que hace al estado peruano.

¿Cuáles son los modelos de gestión de mantenimiento en plantas de procesamiento de minerales?, el objetivo general de esta investigación es conocer los actuales modelos de gestión de mantenimiento para plantas de procesamiento de minerales.

Esta investigación tiene además objetivos que son más específicos como el de identificar cuáles son los modelos de gestión del mantenimiento en plantas de procesamiento de minerales más utilizados, cuales son los más efectivos y cuales los más eficientes, esta investigación revisa información generada en los últimos cinco años.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

La presente investigación es una revisión sistemática de la literatura científica, Se trata de una “síntesis de la evidencia disponible” en tanto representa un “estudio de estudios” (Manterola, 2009, p. 897). Esta investigación pretende contestar ¿Cuáles son los métodos de gestión del mantenimiento en plantas de procesamiento de minerales?

Se ha definido utilizar para la revisión sistemática, las siguientes palabras claves. Gestión del Mantenimiento, Mantenimiento Industrial, Modelos de Mantenimiento y Mantenimiento en la minería. Así mismo se ha establecido algunos criterios de selección para obtener información relevante. Antigüedad de la publicación no más 5 años, Idioma de la publicación Inglés y Español, motores de búsqueda por internet Google Académico, Redalyc; para valorar la calidad de la información encontrada, se ha revisado la información del Autor, el prestigio de la publicación, el formato de la publicación y si el contenido de la publicación responde a la pregunta.

Utilizando el motor de búsqueda Google académico hemos encontrado con las cuatro palabras calves un total de 360 resultados, en el caso de Redalyc la búsqueda fue más productiva ya que utilizando las cuatro palabras claves obtuvimos 37974 resultados. Esta gran cantidad de información obtenida en Redalyc hizo modificar el criterio de antigüedad a solo 3 años para reducir la cantidad de información a 10323 publicaciones.

Accediendo al resumen de las publicaciones hemos seleccionado 76 publicaciones que cumplen con responder la pregunta de esta investigación y presentamos las 13 más

representativas (ver base de datos generada y cuadro de información obtenida por cada motor de búsqueda)

*Figura 1 Resultados de búsqueda de información con palabras clave.*

Palabra Clave	Google Academico	Redalyc
Gestión de Mantenimiento	82	26940
Mantenimineto Industrial	272	2922
Modelos de Mantenimiento	4	5261
Mantenimineto en la minería	0	2851
Total de Publicaciones	358	37974

*La figura 1 muestra los resultados obtenidos con cada pregunta clave en los motores de búsqueda Google académico y Redalyc. Se puede observar que existe mucha información relacionada con el tema que se investiga.*

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

De las Trece publicaciones elegidas y revisadas podemos mencionar que existen coincidencias importantes en el enfoque que se da a los diferentes modelos de gestión que existen del mantenimiento aplicado a la industria minera, específicamente a las plantas de procesamiento de mineral. En todos los casos, incluso independientemente de la industria que se trate, el objetivo que se persigue con los diferentes modelos de gestión del mantenimiento es el de lograr que los diferentes equipos, máquinas o sistemas de producción, estén disponibles para realizar trabajo cuando la empresa lo requiera. Es así como la disponibilidad se convierte en el término más relevante en los diferentes modelos de gestión del mantenimiento, porque mide porcentualmente la relación en tiempo que un equipo, máquina o sistema de producción está listo para realizar trabajo respecto al tiempo total del que se dispone. En otras palabras es la probabilidad de que un activo físico se encuentre listo para ser utilizado en un determinado momento expresado en porcentaje.

Las diferencias más importantes en los modelos de gestión revisados en la información recolectada están relacionadas con la clasificación que se hace de los diferentes tipos de mantenimiento, una primera clasificación del mantenimiento propone separarlos en dos grupos, el mantenimiento reactivo y el mantenimiento proactivo. El primero de ellos entendido como las actividades que se ejecutan una vez que un equipo, máquina o sistema de producción falla y no puede seguir operando, en este grupo se encuentra lo que conocemos como mantenimiento correctivo. En cambio el segundo grupo se entiende como actividades que se ejecutan estando el equipo, máquina o sistema de producción en condiciones operativas con el fin de asegurar en el tiempo su continua operación, aquí se encuentran lo que conocemos como Mantenimiento Preventivo, Mantenimiento predictivo y las

inspecciones. Otra clasificación encontrada está basada en la evolución del mantenimiento y propone cuatro estadios. La primera generación que se da en las décadas 40 y 50 del siglo XX cuya característica principal es reparar cuando el equipo, máquina o sistema productivo falla. La segunda generación que se da entre las décadas del 50 y 80 del siglo XX cuya característica principal es planificar las actividades a realizar en un equipo, máquina o sistema de producción preventivamente. La tercera generación que se da en las dos últimas décadas del siglo XX y que introduce el concepto del mantenimiento predictivo que con la ayuda de la tecnología se crean equipos que monitorean la condición de diferentes variables en un equipo, máquina o sistema productivo como la temperatura, la vibración, la contaminación de fluidos entre otras. La cuarta generación que se da con el inicio del siglo XXI hasta nuestros días que busca no solo la continuidad operativa del equipo, máquina o sistema productivo sino que busca además el cuidado del medio ambiente, de las personas y de los activos, a esta apertura del alcance le denominan gestión de activos.

Una organización de mantenimiento puede ser de diversos tipos pero en todos ellos aparecen los tres componentes siguientes necesarios e interrelacionados:

1. **Recursos:** comprende personal, repuestos y herramientas con un tamaño, composición, localización y movimiento determinados.
2. **Administración:** una estructura jerárquica con autoridad y responsabilidad que decida qué trabajo se hará, y cuándo y cómo debe llevarse a cabo.
3. **Planificación del trabajo y sistema de control:** un mecanismo para planificar y programar el trabajo, y garantizar la recuperación de la información necesaria para que el esfuerzo de mantenimiento se dirija correctamente hacia el objetivo definido. Knezevic, J. (Pg. 164, 1996).

Mantenimiento. Madrid: Isdefe.

**Figura 2**

Modelo de Gestión	Técnicas de Mantenimiento			
	Mantenimiento Correctivo	Mantenimiento preeventivo	Mantenimiento Predictivo	Gestión de activos
Simple	X			
Mixto	X	X		
Mixto avanzado	X	X	X	
Abanzado				X

*La figura 2 muestra los modelos de gestión y las técnicas de mantenimiento que utilizan.*

## CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

De la información revisada se puede concluir que existen cuatro modelos de gestión de mantenimiento en plantas de procesamiento de minerales, el modelo más simple que solo aplica el mantenimiento Correctivo, el modelo mixto que combina el mantenimiento correctivo y el mantenimiento preventivo, procurando que este último sea el preponderante, el modelo mixto avanzado que agrega el monitoreo de condición de los equipos y el modelo avanzado que visualiza el mantenimiento como una gestión que no solo cuida el activo sino también a las personas y al medio ambiente.

El definir cuál es el modelo de gestión de mantenimiento más apropiado para una planta de procesamiento de mineral dependerá en gran manera del análisis de criticidad que se haga de los equipos y maquinas con que se cuenta en la planta de procesamiento de minerales, los equipos más críticos de seguro requerirán la aplicación de un modelo Mixto Avanzado, sin embargo para los menos críticos solo será necesario el modelo Mixto o hasta el modelo simple en algunos casos.

Con el cambio vertiginoso de la tecnología, el abaratamiento del acceso al manejo computarizado de la información, es solo cuestión de tiempo para que las empresas opten por un modelo de mantenimiento avanzado es decir la gestión de activos que tiene una visión

más amplia de lo que es el mantenimiento y que incluye a la seguridad de las personas y el cuidado del medio ambiente.

## REFERENCIAS

Calidad), A. (. (2018). Mantenimiento. *Calidad*.

Knezevic, J. (Pg. 164, 1996). *Mantenimiento*. Madrid: Isdefe.

## ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El asesor Dr. José Santos Cortegana Salazar, *Haga clic o pulse aquí para escribir texto* docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería Ingeniería, Carrera profesional de Ingeniería Industrial, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo del proyecto de investigación del (os) estudiante(s):

- ***Juan Alberto Ibazeta Banoni.***

Por cuanto, **CONSIDERA** que el proyecto de investigación titulado:

“MODELOS DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA PLANTAS DE PROCESAMIENTO DE MINERALES”: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA CIENTÍFICA DE LOS ÚLTIMOS CINCO AÑOS.

Para aspirar al título profesional por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al interesado para su presentación.

---

Dr. José Santos Cortegana Salazar

Asesor