



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**  
**Universidad del Perú. Decana de América**  
**Facultad de Ciencias Físicas**  
**Escuela Académico Profesional de Ingeniería Mecánica de**  
**Fluidos**

**Recomendación de aceite lubricante para engranajes  
de molino de bolas**

**MONOGRAFÍA TÉCNICA**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico de Fluidos

**AUTOR**

**Huber Abel JULCAMAYAN POVIS**

Lima, Perú

2014

## RESUMEN

La presente Monografía Técnica presenta La recomendación de Aceite Lubricante para engranajes de Molinos de Bolas, para una empresa del sector minero, la cual por razones de confidencialidad, se denominara La Empresa Minera.

La Empresa Minera se encuentra ubicada en la Sierra Central al Este de la Ciudad de Lima, provincia de Huarochirí, Departamento de Lima, a una altitud de 4210 msnm, y se dedica a la extracción y procesamiento de minerales, con una capacidad de Planta Concentradora de 3 500 TPD de mineral, obteniendo concentrados de metales de zinc, cobre, plomo y plata.

La Empresa Minera tiene un Plan Minero proyectado, el cual contempla un incremento en la capacidad de tratamiento de minerales, proyectando alcanzar la Planta Concentradora un ritmo de procesamiento de 4 000 TPD de mineral hacia el año 2014.

Como parte de las mejoras requeridas para llevar a cabo el aumento de la capacidad de procesamiento de la Planta Concentrado a 4 000 TPD, se encuentra el cambio de lubricantes para engranajes, que mejoren la Disponibilidad Mecánica de los molinos los cuales han tenido muchos problemas relacionados con los engranajes tanto abiertos (Piñón y Catalina) y los engranajes cerrados (Reductor de Velocidad).

Se desarrolló un estudio a nivel de Ingeniería del Mantenimiento basado en confiabilidad (Mantenimiento predictivo). De las condiciones en que se encuentran trabajando los engranajes del molino y con los resultados.

Obtenidos se procedió a recomendar las correcciones respectivas, para luego recién poder usar los lubricantes recomendados y extender la vida útil de los engranajes.

El presente trabajo monográfico se inicia con el Capítulo I, en el cual se hace una breve introducción en donde se da a conocer los aspectos más resaltantes de la Empresa Minera (descripción de procesos de producción, ubicación y aspectos climáticos), así como la situación actual del problema abordado, alcances y exclusiones del presente trabajo monográfico.

En el capítulo II se presenta un marco teórico en donde se da a conocer el concepto de Molino de Bolas y su participación dentro del proceso minero, así también se hace una breve descripción de las aplicaciones donde trabajan engranajes abiertos (Piñón y Catalina) y engranajes cerrados (Reductor de velocidad), se describe el concepto de engranajes, el concepto de lubricación, lubricación de engranajes, Concepto y partes del Mantenimiento, el mantenimiento basado en condición (Mantenimiento predictivo), las técnicas del mantenimiento predictivo tales como el análisis vibracional, el análisis termografico y el análisis de aceite y finalmente los criterios técnicos que se deben tomar en cuenta para realizar la selección de aceite lubricante para engranajes abiertos y engranajes cerrados.

En el Capítulo III se aborda la toma de datos de las condiciones de trabajo en que se encuentran los engranajes abiertos y los engranajes cerrados, utilizando las técnicas del mantenimiento basado en condición (Mantenimiento Predictivo), la primera parte se expone referente a los engranajes abiertos (piñón y catalina).

Una inspección de las condiciones externas, adjuntando pruebas fotográficas, seguida de los resultados de análisis termografico y del análisis vibracional, dichos resultados se dan a conocer para que se tomen medidas correctivas y finalmente se realiza un ejemplo de como se selecciona un lubricante para la aplicación de engranajes abiertos utilizando las hojas técnicas de dos marcas de lubricantes reconocidas y comerciales en el Perú.

En la segunda parte se expone referente a los engranajes cerrados (Reductor de velocidad), una inspección de las condiciones externas, adjuntando pruebas fotográficas, seguida de los resultados del análisis de aceite, del análisis vibracional y la temperatura de trabajo, al igual que en la primera parte dichos resultados se dan a conocer para que se tomen medidas correctivas y por último se realiza un ejemplo de cómo se selecciona un lubricante para la aplicación de engranajes cerrados utilizando las hojas técnicas de dos marcas de lubricantes reconocidas y comerciales en el Perú, las cuales son Mobil y Shell.

Finalmente en el capítulo IV, se presenta las conclusiones y recomendaciones producto del presente estudio.