

# CAPÍTULO I

## 1 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 1.1. Antecedentes Investigativos

Para la elaboración de la presente investigación se realizó una revisión bibliográfica de varios trabajos previos relacionados con el tema de estudio, los cuales sirvieron de antecedentes y aporte teórico para este trabajo de tesis.

Entre los trabajos revisados se pueden mencionar los siguientes temas de tesis:

**MEDINA V., PACHECO W. (2009).** *“Estudio de productividad mediante tiempos empleados en el departamento de mantenimiento mecánico conversión de la empresa Productos Familia Sancela SA. Periodo 2008.”* En donde hacen mención de la importancia del bienestar laboral, enfocándose en que debe existir una cantidad adecuada, tanto de tiempos como de carga laboral, que permita ser más eficientes y garantice la producción continua, acorde con las exigencias de la empresa.

Como conclusión de esta investigación se realiza un estudio de tiempos y movimientos para optimizar los tiempos mejorando de esta manera la seguridad del personal que realiza las diversas tareas

Este estudio se enfoca en cómo mejorar la producción, direccionando la planificación del departamento de mantenimiento desde la creación de las órdenes de trabajo, su ejecución y culminación de la misma, exponiendo como aspectos principales la organización tanto de la infraestructura física como la correcta organización del personal que llevará a cabo las tareas asignadas al mantenimiento.

**ANDAGUA M. (2009).** *“Diseño e implementación de un método de trabajo para control y proceso del mantenimiento de Guías de laminación del tren 1 de la empresa NOVACERO SA.”* Hace mención de los estándares de mantenimiento en la empresa NOVACERO donde se elaboran varillas de construcción y ángulos.

Se pone de manifiesto el esfuerzo de la empresa por adquirir maquinaria de última generación para estar a la vanguardia del medio.

Como conclusión esta investigación apunta a crear una herramienta de mantenimiento que aporte a tener diferentes controles donde se pueda aportar con controles en donde se garantice que el equipo adquirido cumpla con los estándares requeridos por la empresa.

### ***1.2. Proceso de Elaboración del Cemento.***

El cemento portland como se lo conoce hoy en día es un pegante hidráulico inventado en el siglo XVIII y obtenido de la molienda del clinker portland- producto procedente de la calcinación a altas temperaturas de piedra caliza, yeso y ciertas adiciones. Los cementos se han utilizado históricamente, como mínimo desde hace 8.000 años, para hacer:

- **pastas de cemento** (cemento + agua)
- **morteros** (cemento + agua + arena)
- **hormigones** (cemento + agua + arena + áridos)

Entre los materiales básicos para la elaboración del cemento se tiene:

La Caliza que es una piedra natural muy abundante y dura, compuesta básicamente por carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ). En la harina cruda para el cemento este componente alcanza entre el 76-80% del total.

La Arcilla es la segunda materia prima importante para la fabricación de cemento; en esencia, está constituida principalmente de sílice y óxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) en un 60 a 65% y óxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) en un 15 a 18%; de cal ( $\text{CaO}$ ) en un 4 a 5% y óxido de hierro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) en un 4 a 6% y otros componentes. La principal fuente de álcalis en el cemento es el componente arcilloso.

El Yeso es otra de las materias primas empleadas en la fabricación del cemento. Este material actúa como retardador del fraguado, se usa en proporciones de 4 a 6%.

### ***1.3. Descripción del Proceso de Elaboración del Cemento.***

#### **a) Extracción.**

Las calizas y arcillas, materias primas fundamentales para la elaboración del cemento, se extraen de las canteras. Para derribar y fraccionar las rocas se realizan perforaciones profundas en el terreno, posteriormente se introducen explosivos, una vez disminuido el tamaño de las rocas es posible transportarlas a la trituradora a través de camiones. Los procesos en los que se emplean explosivos cuentan con la más alta tecnología con la finalidad de reducir las vibraciones, y de controlar al máximo la contaminación ambiental y sonora.

#### **b) Pre Homogenización.**

Aquí se reducen las variaciones de composición química de las materias primas para que el producto final tenga las características requeridas.

#### **c) Molienda de crudo.**

Los materiales, previamente mezclados, son llevados a los molinos en donde se transforman en polvo finísimo llamado crudo. Este material se deposita en grandes

cilindros de concreto llamados silos de homogenización y almacenamiento en los que permanece hasta que va a ser calcinado, se reducen las variaciones físicas y químicas del material crudo, mediante la acción de aire soplado en la parte inferior de los silos causando un movimiento continuo de la harina en el silo igualando la composición del material.

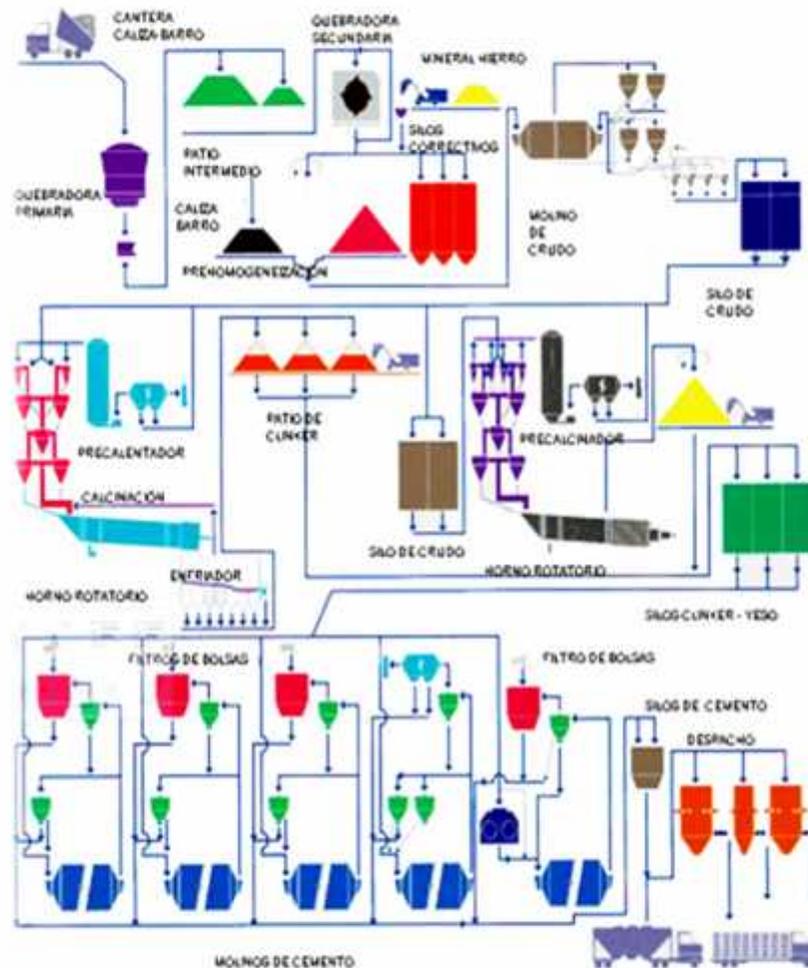
#### **d) Calcinación.**

La harina cruda es extraída del silo y enviada a la parte superior del precalentador, estructura vertical de gran altura cuyo interior circulan gases provenientes de la combustión del Horno los cuales, además de secar por completo los materiales incrementan su temperatura hasta los 850° C justo antes de entrar al horno. El horno es un cilindro de acero forrado en su interior con ladrillo refractario que utiliza como combustible principal el combustóleo, en el interior del horno el crudo se calienta hasta 1450° C y gracias a este calentamiento, el material se vuelve líquido, reacciona y se forman los compuestos químicos con propiedades cementantes. El Clinker es posteriormente almacenado en silos o en patios de almacenamiento.

#### **e) Molienda de cemento.**

El molino es alimentado con Clinker y con otros aditivos minerales como yeso, escoria, ceniza, caliza, puzolana, etc. Estos aditivos brindan características específicas al producto final, como alargar el tiempo de fraguado. Una vez que el cemento sale como producto final del molino es almacenado en silos para ser despachado en dos formas: a granel o sacos, de la primera forma el cemento es colocado en carros cisterna que los distribuyen a las plantas de concreto y en el caso del cemento envasado en sacos, se utilizan envasadoras y estibadores manuales o automáticos que los acomodan para llevarlos a los clientes.

## GRAFICO N° 1: PROCESOS DE ELABORACIÓN DEL CEMENTO



Fuente: Empresa HOLCIM Apasco (México)

### 1.4. Mantenimiento Industrial.

#### 1.4.1 Mantenimiento.

HEINTZELMAN J. (2001) señala que: *“Se entiende por mantenimiento a la función empresarial a la que se encomienda el control del estado de las*

*instalaciones de todo tipo, tanto las productivas como las auxiliares y de servicios.”*  
(pág. 1)

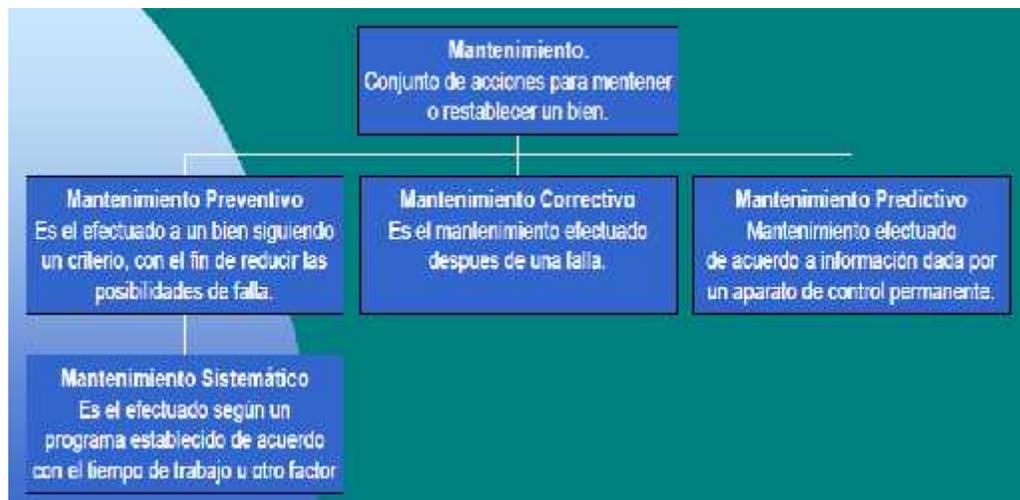
El autor de la presente investigación considera que mantenimiento es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo.

Conforme a la investigación realizada se concluye que el mantenimiento puede subdividirse en diferentes tipos, los cuales se describen a continuación.

### 1.4.2 Tipos de Mantenimiento

- Mantenimiento Preventivo.
- Mantenimiento Predictivo.
- Mantenimiento Correctivo.
- Mantenimiento sistemático.

**GRAFICO N° 2: TIPOS DE MANTENIMIENTO**



**Fuente:** HEINTZELMAN, J. Mantenimiento Industrial (2001)

**Mantenimiento Preventivo:** [www.mantenimientoplanificado.com](http://www.mantenimientoplanificado.com) (11-03.2013 a las 20:30) considera que: *“La finalidad del mantenimiento preventivo es: Encontrar y corregir los problemas menores antes de que estos provoquen fallas.”* (pág. 2).

El mantenimiento preventivo puede ser definido como una lista completa de actividades, todas ellas realizadas por; usuarios, operadores, y personal de mantenimiento, para asegurar el correcto funcionamiento de la planta, edificios. Máquinas, equipos, vehículos, etc.

**Mantenimiento Predictivo:** El mantenimiento predictivo es una técnica para pronosticar el punto futuro de falla de un componente de una máquina, de tal forma que dicho componente pueda reemplazarse, con base en un plan, justo antes de que falle. Así, el tiempo muerto del equipo se minimiza y el tiempo de vida del componente se maximiza.

**Técnicas aplicadas al mantenimiento predictivo:** Existen varias técnicas aplicadas para el mantenimiento predictivo entre las cuales tenemos las siguientes:

- a) Análisis de vibraciones.
- b) Análisis de lubricantes.
- c) Análisis por ultrasonido.
- d) Termografía.
- e) Análisis por árbol de fallas.

**Mantenimiento correctivo:** [www.renovatec.com](http://www.renovatec.com) vol. 4 (11-03.2013 a las 17:45) considera que: *“Se entiende por mantenimiento correctivo la corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan, Es la habitual reparación tras una avería que obliga a detener la instalación o máquina afectada por el fallo”.*(Pág. 5).

Históricamente el mantenimiento nace como servicio a la producción. Lo que se denomina Primera Generación del Mantenimiento cubre el periodo que se extiende desde el inicio de la revolución industrial hasta la Primera Guerra Mundial. En estos días la industria no estaba altamente mecanizada, por lo que el tiempo de paro de máquina no era de mayor importancia. Esto significaba que la prevención de las fallas en los equipos no era una prioridad.

Este mantenimiento es el que muchas empresas esperan evitar ya que cuando suceden generalmente paran la producción y los costos de mantenimiento se incrementan considerablemente, además de que no se tiene previsto el repuesto necesario para ese momento y los días sin producir impactan tanto en el ingreso que se deja de recibir como en la insatisfacción de clientes por no contar con la disponibilidad de ese producto.

#### **Tipos de mantenimiento correctivo.**

- No programado.
- Programado.
- Mantenimiento sistemático.

**No programado:** Se realiza la reparación del daño inmediatamente luego de que el equipo tuvo la falla. Este mantenimiento es el que sucede cuando no hubo los medios o la información suficiente para detectar la anomalía y el paro del equipo fue inminente y abrupto, siendo en ocasiones de consecuencias catastróficas. Este es el mantenimiento que incide directamente en los indicadores de productividad afectando de forma directa el MTBF (tiempo medio entre fallas).

**Programado:** Supone la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios y además el momento de realizar la reparación se adapta a las necesidades de producción. La decisión entre

corregir un fallo de forma planificada, es el resultado de los reportes dados por los departamentos preventivos.

**Mantenimiento sistemático:** Este es el mantenimiento en el cual mediante un cronograma de recambio de piezas, se realizan trabajos de repotenciación de la máquina independiente de si sus elementos están en mal estado o no. No todas las empresas han adoptado este tipo de mantenimiento, ya que se considera que en el mantenimiento preventivo se detectará cualquier situación anómala en la máquina que será corregida antes de que esta falle.

### ***1.5 Tribología y Lubricación***

DEL CASTILLO F. (2007) Dice *“La tribología, "frotar o rozar" es la ciencia que estudia la fricción, el desgaste y la lubricación que tienen lugar durante el contacto entre superficies sólidas en movimiento”*. (pág. 7).

Antes del nacimiento de la tribología como ciencia se pensaba en el término “lubricación” o ingeniería de lubricación. Para entender la tribología se requieren conocimientos de física, química y tecnología de materiales. Las tareas de la tribología son las de reducir la fricción y desgaste para conservar y reducir energía, lograr movimientos más rápidos y precisos, incrementar la productividad y reducir el mantenimiento. Con la tribología como ciencia se estudia la fricción y sus efectos asociados, como el desgaste, tratando de prevenirlos con mejores diseños y prácticas de lubricación. La tribología toma en cuenta, aspectos de la maquinaria industrial:

- El diseño
- Los materiales de las superficies en contacto
- El sistema de aplicación del lubricante
- El medio circundante
- Las condiciones de operación.

### 1.5.1. Fricción

La fricción se define como la resistencia al movimiento durante el deslizamiento o rodamiento que experimenta un cuerpo sólido al moverse sobre otro con el cual está en contacto. Esta resistencia al movimiento depende de las características de las superficies. Existen dos tipos principales de fricción: fricción estática y fricción dinámica. La fricción depende de:

- a) la interacción molecular (adhesión) de las superficies
- b) la interacción mecánica entre las partes.

La fricción no es una propiedad del material sino es una respuesta integral del sistema. Existen tres leyes de la fricción:

- La fuerza de fricción es proporcional a la carga normal.
- La fuerza de fricción es independiente de la aparente área de contacto entre las superficies deslizantes.
- La fuerza de fricción es independiente a la velocidad de deslizamiento.

### 1.5.2 Desgaste

El desgaste es el daño de la superficie por remoción de material de una o ambas superficies sólidas en movimiento relativo. Es un proceso en el cual las capas superficiales de un sólido se rompen o se desprenden de la superficie. Al igual que la fricción, el desgaste no es solamente una propiedad del material, es una respuesta integral del sistema. El desgaste puede presentarse debido a los siguientes factores:

- **Desgaste por fatiga:** surge por concentración de tensiones mayores a las que puede soportar el material. Incluye las dislocaciones, formación de cavidades y grietas.

- **Desgaste abrasivo:** es el daño por la acción de partículas sólidas presentes en la zona del rozamiento.
- **Desgaste por erosión:** es producido por una corriente de partículas abrasivas, muy común en turbinas de gas, tubos de escape y de motores.
- **Desgaste por corrosión:** originado por la influencia del ambiente, principalmente la humedad, seguido de la eliminación por abrasión, fatiga o erosión, de la capa del compuesto formado. A este grupo pertenece el Desgaste por oxidación.
- **Desgaste por frotación:** aquí se conjugan las cuatro formas de desgaste mencionadas anteriormente, en este caso los cuerpos en movimiento tienen movimientos de oscilación de una amplitud menos de 100  $\mu\text{m}$ . Generalmente se da en sistemas ensamblados.
- **Desgaste por deslizamiento:** También conocido como desgaste por adhesión es el proceso por el cual se transfiere material de una a otra superficie durante su movimiento relativo como resultado de soldadura en frío debido a las grandes presiones existentes entre las asperezas.
- **Desgaste fretting:** es el desgaste producido por las vibraciones inducidas por un fluido a su paso por un conducto.
- **Desgaste de impacto:** son las deformaciones producidas por golpes y que producen una erosión en el material.

Los análisis realizados a distintos sistemas han demostrado que 75% de las fallas mecánicas se deben al desgaste de las superficies en rozamiento, entonces se deduce

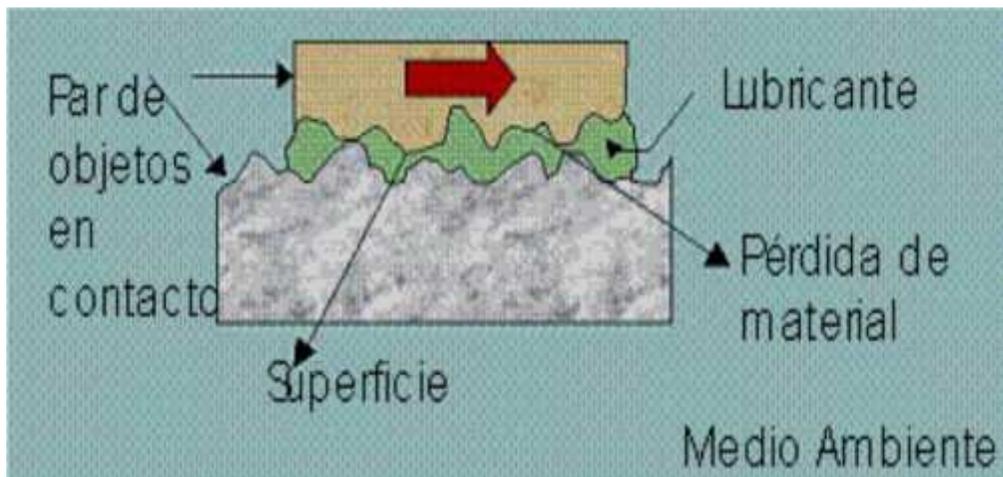
fácilmente que para aumentar la vida útil de un equipo se debe disminuir el desgaste al mínimo posible.

### 1.5.3 Lubricación.

TRUJILLO G. (2010) define a la lubricación como: *“Es la ciencia de la reducción de la fricción mediante la aplicación de un material para mejorar la suavidad de movimiento de una superficie respecto a otra”* (Pag.44).

La lubricación consiste en la introducción de una capa intermedia de un material ajeno entre las superficies en movimiento. Estos materiales intermedios se denominan lubricantes y su función es disminuir la fricción y el desgaste. La palabra lubricante proviene del latín “lubricum” que significa resbaladizo y veloz. El término lubricante es muy general, y puede estar en cualquier estado material: líquido, sólido, gaseoso e incluso semisólido o pastoso.

**GRAFICO N° 3: FUNCIÓN DE LA LUBRICACIÓN**



**Fuente:** CASTILLO F. Laboratorio de tecnología de los materiales.

Las ventajas que se derivan del uso de lubricantes son:

- Disminución de la energía que se pierde por fricción de dos superficies.
- Disminución del desgaste de las piezas y
- Mejor eliminación del calor producido por las piezas al rozar.

#### **1.5.4 Lubricantes.**

Un 'lubricante' es una sustancia que, colocada entre dos piezas móviles, no se degrada, y forma así mismo una película que impide su contacto, permitiendo su movimiento incluso a elevadas temperaturas y presiones. Una segunda definición es que el lubricante es una sustancia (gaseosa, líquida o sólida) que reemplaza una fricción entre dos piezas en movimiento relativo por la fricción interna de sus moléculas, que es mucho menor. El lubricante cumple variadas funciones dentro de una máquina o motor, entre ellas disuelve y transporta al filtro las partículas fruto de la combustión y el desgaste, distribuye la temperatura desde la parte inferior a la superior actuando como un refrigerante, evita la corrosión por óxido en las partes del motor o máquina, evita la condensación de vapor de agua y sella actuando como una junta en determinados componentes.

Un lubricante se compone de una base, que puede ser mineral o sintética y un conjunto de aditivos que le confieren sus propiedades y determinan sus características. Cuanto mejor sea la base menos aditivo necesitará, sin embargo se necesita una perfecta comunión entre estos aditivos y la base, pues sin ellos la base tendría unas condiciones de lubricación mínimas.

#### **1.5.5 Obtención del Lubricante.**

El primer paso para la obtención de los aceites lubricantes comerciales es la obtención de los aceites en las refinerías de petróleo. Para lograr esto se somete al

crudo de petróleo en cualquier refinería, al proceso de destilación atmosférica, con objeto de fraccionarlo en diferentes cortes. Los cortes típicos suelen ser gas, gases licuados del petróleo (GLP), naftas, queroseno, gasóleo y el llamado Bunker. Cuando el crudo utilizado es de naturaleza parafinica se podrán obtener las bases lubricantes. Estas fracciones no se obtienen en todas las refinerías, puesto que dependen del crudo procesado y también de las exigencias del mercado en el momento de la producción. Cuando se producen bases lubricantes, se obtienen cuatro tipos diferentes: SPD (Spindle distillate), LND (light neutral distillate), MND (médium neutral distillate) y HND (Heavy neutral distillate). De todos ellos el SPD es el más ligero, y el HND es el más pesado. Sus intervalos de ebullición, aproximadamente, son:

SPD: 320° – 390°C

LND: 390° – 440°C

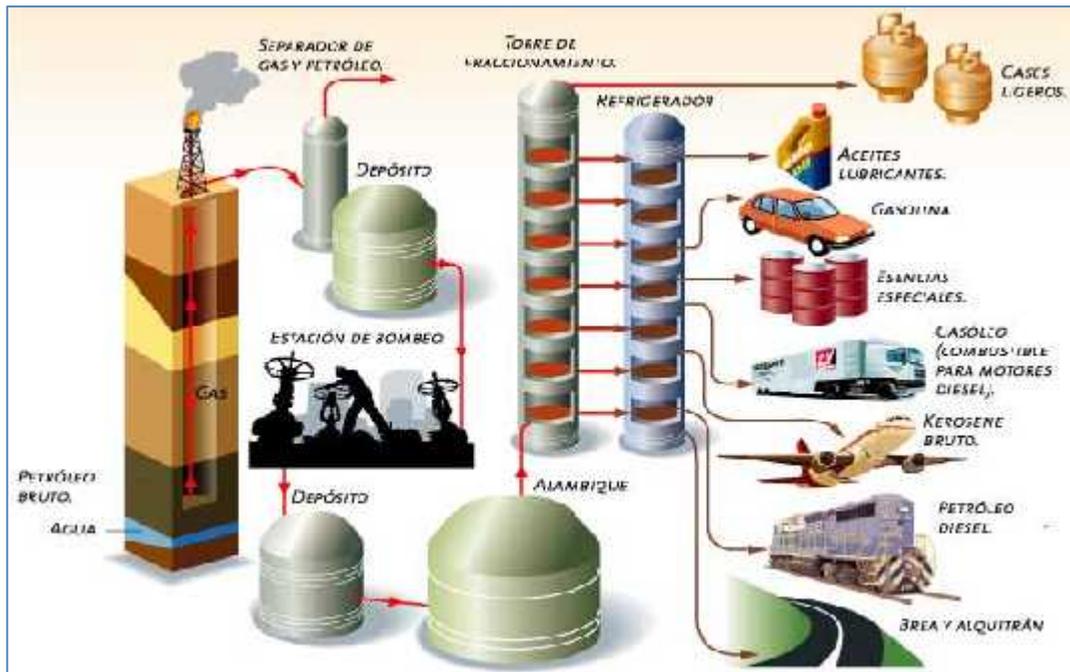
MND: 440° – 490°C

HND: 490° – 540°C

Las bases lubricantes obtenidas en las refinerías deben poseer ciertas características, las que se resumen en el siguiente cuadro:

- Deben ser químicamente estables.
- No deben oxidarse, ni formar barros, ni degradarse.
- Su viscosidad debe variar poco con la temperatura.
- Deben estar libres de impurezas y no solidificar a bajas temperaturas.

## GRAFICO N° 4: OBTENCIÓN DEL ACEITE MINERAL



Fuente: <http://noria.com/splunes>, enero 21, 2013, 6:49:20 PM

### 1.5.6 Clasificación de los Lubricantes.

Según su génesis: los lubricantes pueden ser de origen animal, vegetal, mineral y sintético y estos a su vez se dividen según su estado físico en lubricantes sólidos, líquidos o gaseosos. Los lubricantes de origen animal y vegetal en el ámbito industrial se encuentran en desuso debido a su poca vida útil.

#### Lubricantes de origen Mineral.

Es el más usado y barato de las bases parafínicas. Se obtiene tras la destilación del crudo, después del gasóleo y antes que el alquitrán, comprende un 50% del total del crudo, este hecho así como su precio hacen que sea el más utilizado.

Existen dos tipos de lubricantes minerales clasificados por la industria, grupo 1 y grupo 2 atendiendo a razones de calidad y pureza predominando el grupo 1. Es una

base de bajo índice de viscosidad natural (SAE 15). Los lubricantes minerales obtenidos por destilación del petróleo contienen grandes cantidades de aditivos para poder:

- Soportar diversas condiciones de trabajo.
- Lubricar a altas temperaturas.
- Permanecer estable en un amplio rango de temperatura.
- Tener la capacidad de mezclarse adecuadamente con el refrigerante
- Tener un índice de viscosidad alto.
- Tener higroscopicidad definida como la capacidad de retener humedad.

### **Lubricantes de origen Sintético**

Es una base artificial y por lo tanto del orden de 3 a 5 veces más costosa de producir que la base mineral. Se fabrica en laboratorio y puede o no provenir del petróleo. Poseen unas excelentes propiedades de estabilidad térmica y resistencia a la oxidación, así como un elevado índice de viscosidad natural (SAE 30). Poseen un coeficiente de tracción muy bajo, con lo cual se obtiene una buena reducción en el consumo de energía.

El desarrollo de los lubricantes sintéticos es producto principalmente de los avances tecnológicos de las maquinarias y de los mecanismos con que trabajan ya que estos deben operar en condiciones extremas actualmente. Existen varios tipos de lubricantes sintéticos, los más empleados son:

- a) HIDROCRACK o grupo 3
- b) PAO o grupo 4
- c) PIB o grupo 5
- d) ESTER

**a.- Hidrocrack.** Es una base sintética de procedencia orgánica que se obtiene de la hidrogenización de la base mineral mediante el proceso de hidrocracking. Es el lubricante sintético más utilizado por las compañías petroleras debido a su bajo costo en referencia a otras bases sintéticas y a su excedente de base mineral procedente de la destilación del crudo.

**b.- PAO.** Es una base sintética de procedencia orgánica pero más elaborada que el hidrocrack, que añade un compuesto químico a nivel molecular denominado Poli-Alfaolefinas que le confieren una elevada resistencia a la temperatura y muy poca volatilidad (evaporación).

**c.- PIB.** Es una base sintética creada para la eliminación de humo en el lubricante por mezcla en motores de 2 tiempos. Se denomina Poli-isobutileno.

**d.- ESTER.** Es una base sintética que no deriva del petróleo sino de la reacción de un ácido graso con un alcohol. Es la base sintética más costosa de elaborar porque en su fabricación por "corte" natural se rechazan 2 de cada 5 producciones. Se usa principalmente en aeronáutica por su resistencia a temperaturas extremas (-68 °C a +325 °C) y la polaridad que permite al lubricante adherirse a las partes metálicas debido a que en su generación adquiere carga electromagnética, hacen de esta base la reina de las bases en cuanto a lubricantes líquidos. Es comúnmente empleado de automoción en competición.

### **Lubricante Vegetal.**

Este lubricante tiene como base su origen vegetal ya que su único uso es en la industria alimenticia que por obvias razones debe precautelar la pulcritud de los alimentos procesados, donde se tienen procesos especiales de refinación dependiendo del tipo de semilla, se pueden encontrar los siguientes tipos:

- Canola.
- Girasol.
- Soja.

### **1.5.7 Aditivos.**

La base de un lubricante por sí sola no ofrece toda la protección que necesita un motor o componente industrial, por lo que en la fabricación del lubricante se añade un compuesto determinado de aditivos atendiendo a las necesidades del fabricante del motor (Homologación o Nivel autorizado) o al uso al que va a ser destinado el lubricante en cuestión.

Los aditivos usados en los lubricantes son:

- **Antioxidantes:** Retrasan el envejecimiento prematuro del lubricante.
- **Antidesgaste Extrema Presión (EP):** Forman una fina película en las paredes a lubricar. Se emplean mucho en lubricación por barboteo (Cajas de cambio y diferenciales)
- **Antiespumantes:** Evitan la oxigenación del lubricante por cavitación reduciendo la tensión superficial y así impiden la formación de burbujas que llevarían aire al circuito de lubricación.
- **Antiherrumbre:** Evita la formación de óxido en las paredes metálicas internas del motor y la condensación de vapor de agua.

- **Detergentes:** Son los encargados de arrancar los depósitos de suciedad fruto de la combustión.
- **Dispersantes:** Son los encargados de transportar la suciedad arrancada por los aditivos detergentes hasta el filtro o Carter del motor.
- **Espesantes:** Es un compuesto de polímeros que por acción de la temperatura aumentan de tamaño aumentando la viscosidad del lubricante para que siga proporcionando una presión constante de lubricación.
- **Diluyentes:** Es un aditivo que reduce los micro cristales de cera para que fluya el lubricante a bajas temperaturas.

**TABLA N° 1: ADITIVOS SEGÚN APLICACIÓN DEL LUBRICANTE**

TIPOS DE ACEITE	ADITIVOS							
	Espuma	Herrumbre	Oxidante	EP	AW	COM	Detergente	Dispersante
Engranajes	X	X	X	X				
Hidráulicos	X	X	X		X			
Tornillo sin fin	X	X	X			X		
Motor	X	X	X		X		X	X
Engranaje Automotriz	X	X	X	X				

**Fuente:** Empresa Teghnosis

**Elaboración:** Tesista

### 1.5.8 Normalización de los Lubricantes.

Existen diversos tipos de clasificaciones de lubricantes según el ámbito geográfico, según sus propiedades y el fabricante de la máquina a lubricar. Según el ámbito geográfico podemos encontrar la clasificación americana API (American Petroleum Institute), la clasificación Japonesa JASO (Japanese Automotive Standards Organization) y la Europea ACEA (Asociación de Constructores Europeos Asociados). Según sus propiedades se clasifican según la norma SAE (Society of Automotive Engineers) que básicamente separa el comportamiento del lubricante a temperatura de 18 °C y la define con una letra W proveniente del inglés "Winter" (Invierno-Frío) y otra letra que define el comportamiento del lubricante en temperatura de trabajo 95 °C-105 °C.

### 1.5.9 Viscosidad.

La viscosidad es la oposición de los líquidos a fluir, es una medida de la fricción interna del aceite, es la propiedad más relevante del aceite para fines de lubricación pues aporta el espesor de película necesario para fines de lubricación. La viscosidad se mide con un **viscosímetro** que consiste en que un volumen determinado aceite fluya en cierta cantidad de tiempo (en segundos).

La medida de la viscosidad se expresa comúnmente con dos sistemas de unidades SAYBOLT (SUS) o en el sistema métrico CENTISTOKES (cSt) para la viscosidad cinemática y Cp, para la viscosidad dinámica que es  $Cp = cSt \times \text{densidad}$ . El criterio que generalmente se usa para una correcta viscosidad es:

- A mayor velocidad menor viscosidad.
- A menor velocidad mayor viscosidad.

**GRAFICO N° 5: TIPOS DE VISCOSIDAD**



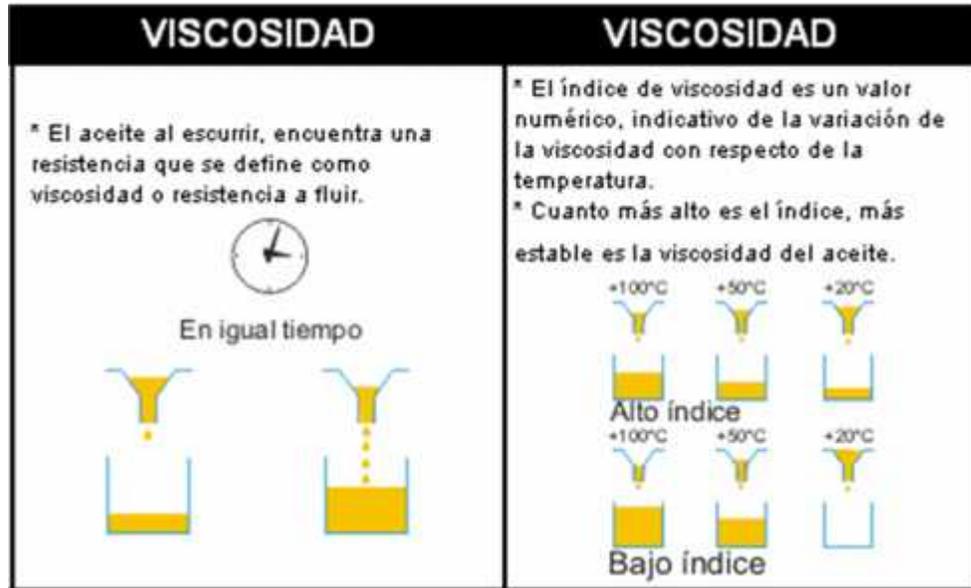
Fuente: <http://www.widman.biz/Seleccion/efecto.html> el 05/05/2013 a las 00:08

### **Índice de Viscosidad**

El índice de viscosidad (IV) es una medida de que tanto cambiará la viscosidad al variar la temperatura, El índice de viscosidad se lee en la hoja técnica del aceite, es un número adimensional donde como conocimiento se debe saber lo siguiente.

- Un IV alto (mayor a 90) significa que el cambio es menor.
- Un IV bajo (menor a 70) significa que el cambio es mayor.

## GRAFICO N° 6: INDICE DE VISCOSIDAD



**Fuente:** <http://www.monografias.com/trabajos13/visco/visco.shtml> el 04/05/2013 a las 11:50pm.

### Relación de viscosidades entre normas.

La viscosidad tiene diferente designación según las normas con que se trabajan, ya que los aceites son clasificados según su uso ya sea por las normas AGMA (American Gear Manufacturers Association) o Sociedad americana de constructores de cajas reductoras. SAE (Society of Automotive Engineers), o ISO (International Organization for Standardization), las cuales indican como aplicar correctamente el lubricante según la viscosidad solicitada.

**GRAFICO N° 7: RELACIÓN DE LA VISCOSIDAD ENTRE NORMAS**



Fuente: <http://maquinasdebarcos.blogspot.com/2009/10/grados-de-viscosidad-iso> El 05/05/2013 a las 00:39

### 1.5.10 Aplicación de los Lubricantes

Cuando se realiza el balance final uno puede darse cuenta que en resumidas cuentas hay tres tipos de componentes de las maquinarias, sean estas industriales o automotrices, que son las que requieren lubricación:

- Los cojinetes (rodamientos y platos)
- Los cilindros y pistones, y
- Los engranajes.

## Los Cojinetes

Los cojinetes antifricción o rodamientos, que se puede observar en la Fig. 12 están compuestos de un anillo interior (1), un anillo exterior (2), elementos rodantes que pueden ser bolas o rodillos (3), y un retenedor o jaula de los elementos rodantes (4), la función de la jaula es la de separar los elementos rodantes a intervalos iguales, mantenerlos en su lugar entre la pista interna y externa, permitiéndoles rodar libremente .



**Fuente:** <http://confiabilidad.net/articulos/principios-basicos-para-el-engrasado-de-motores-electricos/> El 10/09/2013 a las 00:39

Las superficies de contacto y la forma de trabajar de los rodamientos permiten hablar de puntos de contacto que van desde un punto en el caso de los rodamientos de bolas hasta una línea que sería en el caso de los rodamientos de rodillos de diferentes geometrías. Se calcula que solamente un 10% de los rodamientos llegan a su vida final, debido a fatiga del lubricante, malos montajes, fallas en la fabricación y transporte, y que el 43 % de las fallas de los rodamientos corresponden a fallas de lubricación, desbalanceo y desalineación.

Normalmente los rodamientos en un buen porcentaje, son lubricados mediante el uso de grasa. La grasa tiene la ventaja de soportar la no hermeticidad de muchos rodamientos, así como el poder servir como un tapón de aislamiento del medio ambiente, no permitiendo la entrada de partículas extrañas a los caminos de rodadura y rodillos.

El aceite por su parte, tiene la ventaja de que puede ser cambiado con mayor rapidez, puede ser filtrado, enfriado y reacondicionado para que prosiga su trabajo dentro de los rodamientos ya que en el alojamiento del cojinete existen conductos que permiten impulsar aceite a través de los cuales fluye el lubricante y se puede establecer una película que nos garantice una lubricación hidrodinámica.

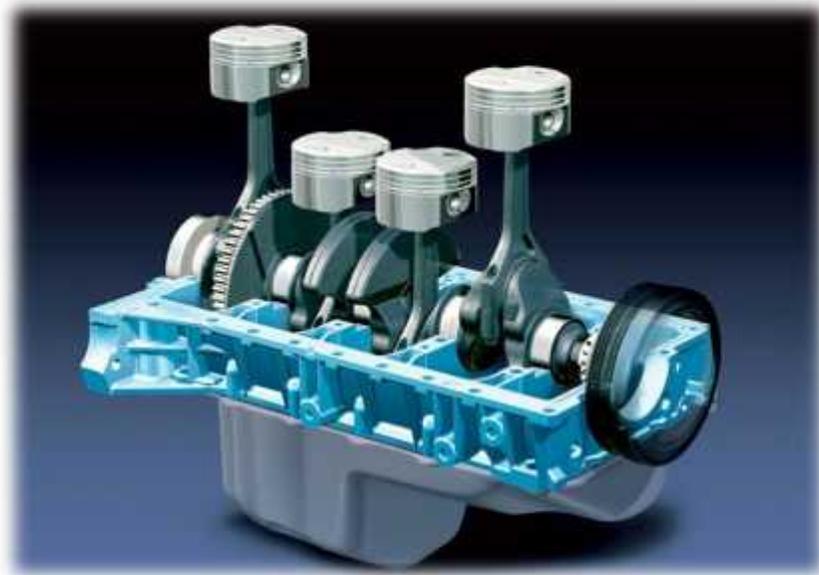
La baja fricción, la confiabilidad elevada, el poco mantenimiento y las holguras reducidas que se mantienen a lo largo de la vida del cojinete de rodamiento son las principales ventajas de este tipo, hay que tener en cuenta que solo existe una pequeña diferencia entre la fricción de trabajo de los cojinetes antifricción y los cojinetes planos cuando se les da el mantenimiento apropiado ya que la fricción de arranque de los rodamientos antifricción es mucho menor que la de los planos

### **Pistones y Cilindros**

Los cilindros y pistones suelen ser elementos de difícil lubricación, a diferencia de los rodamientos, donde normalmente se cumplen regímenes de lubricación hidrodinámica, los cilindros y pistones normalmente trabajan en condiciones de lubricación donde se esperan frecuentes contactos entre rines y cilindros esto es una lubricación límite. En estos casos normalmente la lubricación se hace por salpique y es por ello que los pistones suelen tener un ring o anillo de control de aceite, que permite hacer el salpicado hacia la superficie interna del cilindro.

Normalmente los pistones conllevan una dificultad adicional, que es la temperatura. En el caso de un compresor de aire de pistón, el aire puede estar saliendo hasta 200° C, lo cual complica la vida del lubricante porque le somete a regímenes de oxidación extremadamente altos. Así mismo en el caso de las altas temperaturas pueden producirse también subproductos de la oxidación del aceite que empieza a crear depósitos de carbón, sea en los asientos de las válvulas de salida, en el caso de los compresores de aire, o en las válvulas de entrada, en el caso de los motores a gasolina y diesel, que van a dificultar el normal comportamiento de todo el sistema, debido fundamentalmente a pérdidas, sea en la compresión por haber un retorno del aire ya comprimido o por efecto de la pérdida de compresión debido a que no haya un cierre hermético en la válvula de admisión.

#### GRAFICO N° 9: PISTONES Y CILINDROS



**Fuente:** <http://estudio-automotriz.blogspot.com/2012/04/el-motor-de-combustion-interna-se.html> 04

Normalmente, los pistones y específicamente los anillos de los pistones, constituyen entre el 20% y hasta el 40 % de la fricción total de un sistema, ya sea de compresión de aire o gases o de motores de combustión interna.

## **Engranajes**

Los engranajes sirven para:

- Transmitir potencia
- Cambiar el sentido de giro
- Cambiar la dirección de los ejes

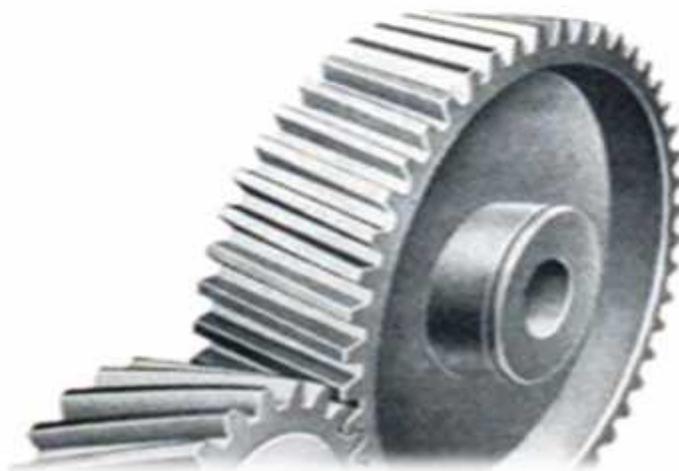
Estos engranajes pueden estar encerrados en cajas, carcasas o trabajar expuestos, en un caso se llaman cajas de engranajes y en el otro se denominan engranajes abiertos. Las cajas de engranajes cerradas normalmente utilizan aceite cuando se trabaja en los tipos de engranajes helicoidales, aunque también pueden operar con grasas semifluidas

Cuando se trabaja con engranajes del tipo tornillo sin fin, se pueden utilizar indistintamente aceites muy pesados, así como grasas semifluidas que aseguran por un lado la hermeticidad y que al mismo tiempo no sufran acanalamiento provocando escasez de lubricante en la corona y en el tornillo sin fin.

### **Hay Diferentes Tipos Básicos de Engranajes:**

- a) Engranajes Rectos y Helicoidales.-** En los engranajes de tipo recto estos son paralelos al eje. El contacto entre los dientes es limitado, son ruidosos y poco eficientes, aunque a su favor tienen el ser muy económicos en su fabricación. Son muy comunes en las cajas de velocidades y en engranajes de tipo pequeño donde la eficiencia no es mayormente importante. En los engranajes helicoidales sus dientes están cortados en un plano espiral respecto al eje.

## GRAFICO N° 10: ENGRANAJES RECTOS Y HELICOIDALES.



**Fuente:** <http://trabajocp2012.weebly.com/catalina-vasquez.html> &  
<http://javigarciatec3eso.files.wordpress.com/2009/11/14.jpg> El 14/09/2013 a las 00:39

**b) Engranajes Cónicos.-** Sirven normalmente para transmitir potencia en cualquier ángulo aunque especialmente se los utiliza para ángulos de  $90^\circ$ . La base es cónica y el ángulo de corte es el que determina el ángulo de los ejes. Normalmente este tipo de engranajes es más eficiente porque conlleva más contacto entre los dientes que en el caso de los engranajes de dientes rectos. Sirven normalmente, los engranajes cónicos, para el cambio de sentido y de

dirección, ya que van a existir ángulos entre los ejes que están conformados por dos engranajes cónicos

**GRAFICO N° 11: ENGRANAJES CÓNICOS.**



**Fuente:** <http://www.engranajesjuaristi.com/engranajes-conicos-rectos.php> :El 14/09/2013 a las 16:39

- c) **Engranajes Tipo Hipoides.-** Son los que se utilizan en el trompo del diferencial de los vehículos; aunque también se los ubica en muchas herramientas eléctricas y neumáticas.

**GRAFICO N° 12: ENGRANAJES HIPOIDALES.**



**Fuente:** [http://mecanismos-engranes.blogspot.com/2013\\_05\\_01\\_archive.html](http://mecanismos-engranes.blogspot.com/2013_05_01_archive.html) :El 14/09/2013 a las 16:39.

**d) Engranajes de tornillo sin fin.-** Compuestos de un gusano que gira a alta velocidad en la parte superior o inferior de la caja y de un engranaje tipo corona helicoidal normalmente de bronce, sus temperaturas de operación son más altas, por la gran fuerza que pueden deslizar y normalmente exceden los 40° C sobre el ambiente.

**GRAFICO N° 13: ENGRANAJES DE TORNILLO SIN FIN.**



**Fuente:** <http://www.slideshare.net/kurica9/exposicion-diapo> : El 14/09/2013 a las 16:39

## *1.6 Los Manuales.*

Los manuales son textos utilizados como medio para coordinar, registrar datos e información en forma sistémica y organizada. También es el conjunto de orientaciones o instrucciones con el fin de guiar o mejorar la eficacia de las tareas a realizar. Pueden distinguirse los manuales de:

**Organización:** este tipo de manual resume el manejo de una empresa en forma general. Indican la estructura, las funciones y roles que se cumplen en cada área.

**Departamental:** dichos manuales, en cierta forma, legislan el modo en que deben ser llevadas a cabo las actividades realizadas por el personal. Las normas están dirigidas al personal en forma diferencial según el departamento al que se pertenece y el rol que cumple.

**Política:** sin ser formalmente reglas en este manual se determinan y regulan la actuación y dirección de una empresa en particular.

**Procedimientos:** este manual determina cada uno de los pasos que deben realizarse para emprender alguna actividad de manera correcta.

**Técnicas:** estos manuales explican minuciosamente como deben realizarse tareas particulares, tal como lo indica su nombre, da cuenta de las técnicas.

**Bienvenida:** su función es introducir brevemente la historia de la empresa, desde su origen, hasta la actualidad. Incluyen sus objetivos y la visión particular de la empresa. Es costumbre adjuntar en estos manuales un duplicado del reglamento interno para poder acceder a los derechos y obligaciones en el ámbito laboral.

**Puesto:** determinan específicamente cuales son las características y responsabilidades a las que se acceden en un puesto preciso.

**Múltiple:** estos manuales están diseñados para exponer distintas cuestiones, como por ejemplo normas de la empresa, más bien generales o explicar la organización de la empresa, siempre expresándose en forma clara.

**Finanzas:** tiene como finalidad verificar la administración de todos los bienes que pertenecen a la empresa. Esta responsabilidad está a cargo del tesorero y el controlador.

**Sistema:** debe ser producido en el momento que se va desarrollando el sistema. Está conformado por otro grupo de manuales.

**Calidad:** es entendido como una clase de manual que presenta las políticas de la empresa en cuanto a la calidad del sistema. Puede estar ligado a las actividades en forma sectorial o total de la organización.

### **1.6.1 Razones y beneficios para contar con un sistema documentado.**

La norma ISO 9001 establece la importancia de que existan en las empresas un sistema de calidad documentado, como una manera de asegurar su implementación se enumera algunas razones y beneficios al respecto:

- Es requisito de la norma ISO 9001 establecer y mantener procedimientos documentados del sistema de calidad para todos los 20 elementos (cláusulas) de la norma.

- Este sistema documentado es una herramienta para los empleados, ya que les permite conocer la manera de como se debe trabajar y llevar a cabo sus labores relacionadas con asegurar la calidad del producto.
- Por la razón anterior se usa para complementar la capacitación de los empleados.
- La labor de establecer el sistema documentado puede simplificar un proceso complejo y propenso a errores.
- Puede utilizarse como un parámetro de comparación, entre lo que esta establecido en los documentos y en la práctica, lo que facilita llevar a cabo auditorias para verificar el cumplimiento. Provee evidencia objetiva para las auditorias.
- Provee un método para evaluar el rendimiento del sistema de calidad de los proveedores y subcontratistas, de esta manera se asegura que los mejores proveedores del producto de calidad sean seleccionados.

### **1.6.2 Cambios o modificaciones de los documentos.**

Cualquier cambio o modificación de un documento debera revisarlo y aprobarlo el mismo servicio u organización que lo aprobo inicialmente, en este caso las “Coordinaciones de Mantenimiento y Producción de la empresa” ha menos que se haya especificado expresamente otra cosa, las organizaciones designadas deberán tener acceso a toda la información pertinente en la que puedan fundamentar su revisión y aprobación. Cuando sea posible, se deberá dejar constancia de la naturaleza del cambio en el documento o en los anexos apropiados.

### **1.7 Definición de términos básicos.**

***Aceite.-*** Es un lubricante en estado líquido que tiene como objetivo disminuir el rozamiento de mecanismos en contacto.

***Aditivo.-*** Son sustancias químicas que se añaden a los básicos para mejorar sus propiedades, impartirles nuevas características y eliminar propiedades indeseables.

***Espesante.-*** o (jabón) Es el sistema que mantiene juntos el aceite y/o los aditivos para permitir que funcione la grasa lubricante. El sistema de espesante está formado por jabones o no jabones. El tipo de espesante confiere a la grasa sus características típicas.

***Grasa.-*** Es la mezcla de un aceite base en un 90% más un 10% de espesante para formar un lubricante sólido o semisólido.

***Lubricante.-*** Son sustancias sólidas, semisólidas o líquidas de origen mineral, vegetal, animal o sintético que pueden utilizarse para reducir el rozamiento entre piezas y mecanismos en movimiento.

***Mineral.-*** Es la proveniencia de la base del aceite, en este caso por ser un derivado del petróleo es de origen mineral.

***Sintético. -*** Es de origen sintético cuando el aceite base se ha formado por químicos en un laboratorio, derivado de polímeros.

***Tribología. -*** Es la ciencia que estudia el desgaste, por efecto del rozamiento y como evitarlo mediante la Lubricación.

**Viscosidad.-** Es la propiedad más importante y fundamental de un lubricante líquido. Se puede definir como su resistencia a fluir o lo que es lo mismo la medida del rozamiento interno de sus moléculas.

**Polialfaolefina.-** Es el sintético más usado y su nombre se debe a que está basado en la elaboración proveniente de Polímeros.

### ***1.8 Abreviatura utilizada.***

**SAE.-** (*Society of Automotive Engineers*) o *Sociedad de Ingenieros Automotrices*

**AGMA.-** American Gear Manufactures Association.

**ISO.-** International Organization for Standardization

**PPM.-** Partes por millón

**PQ.-** Cuantificación de partículas

**PAO. -** Polialfaolefina

**AW.-** Anti Wear (Anti Desgaste)

**MTBF.-** (Mean Time Between Failures) Tiempo Medio entre Fallas

**EPP.-** Equipo de Protección Personal