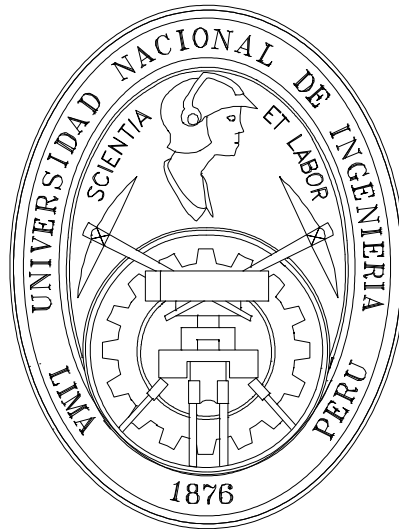


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**“AUTOMATIZACIÓN Y CENTRALIZACIÓN DEL
SISTEMA DE ENGRASE DE LA CENTRAL
HIDROELÉCTRICA DE HUINCO”**

MIGUEL ANGEL SERRANO COSIO

PROMOCIÓN 1999-I

LIMA – PERÚ

2006

**A mi madre MERCEDES,
mi agradecimiento eterno**

ÍNDICE

| | |
|---|---|
| PRÓLOGO | 1 |
| CAPÍTULO 1 | 3 |
| INTRODUCCIÓN | 3 |
| 1.1 Descripción del Giro de la Empresa | 3 |
| 1.2 Capacidad Instalada y Producción | 4 |
| 1.3 Objetivo | 5 |
| CAPÍTULO 2 | 6 |
| DESCRIPCIÓN DE ASPECTOS TÉCNICOS DE LA CENTRAL | 6 |
| 2.1. Descripción General | 6 |
| 2.1.1. Potencia | 6 |
| 2.1.2. Ubicación Geográfica | 6 |
| 2.1.3. Altitud de las Instalaciones | 7 |
| 2.2. Características del Equipo Electromecánico | 7 |
| 2.2.1. Datos Principales del Salto Hidráulico | 7 |
| 2.2.2. Configuración de los Grupos Generadores | 7 |
| 2.2.3. Motor Primo (Turbina Pelton) | 8 |
| 2.2.4. Generador | 8 |
| 2.2.5. Sistemas de Excitación | 9 |

| | | |
|--------|--|----|
| 2.3. | Transformador de Potencia | 9 |
| 2.4. | Líneas de Transmisión | 9 |
| 2.5. | Protecciones de Equipos Electromecánicos | 10 |
| 2.5.1 | Turbinas | 10 |
| 2.5.2 | Generadores | 10 |
| 2.5.3. | Transformadores de Potencia | 10 |
| 2.6. | Sistemas Auxiliares | 11 |
| 2.6.1. | Sistema Agua de Refrigeración | 11 |
| 2.6.2. | Servicios Auxiliares | 11 |
| 2.6.3. | Sistema de Aire Comprimido | 12 |
| 2.6.4. | Sistema Detector de Incendios | 13 |
| 2.7. | Obras Civiles | 13 |
| 2.7.1. | Presa y Toma de Captación | 13 |
| 2.7.2. | Galería a Presión | 13 |
| 2.7.3. | Válvula Mariposa | 14 |
| 2.7.4. | Conducto Forzado | 14 |
| | CAPÍTULO 3 | 15 |
| | PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LA GRASA | 15 |
| 3.1. | Las Grasas y sus Propiedades | 15 |
| 3.1.1. | Definición | 15 |
| 3.1.2. | Clasificación de las Grasas | 17 |
| 3.1.3. | Aditivos | 18 |
| 3.1.4. | Consistencia y Dureza de las Grasas | 18 |
| 3.1.5. | Propiedades de las Grasas | 19 |

| | | |
|--------------------------------------|---|-----------|
| 3.1.6. | Elección de una Grasa | 20 |
| 3.1.7. | Contraindicaciones | 21 |
| 3.2. | Clasificación de las Grasas según C.A.M.P.S.A | 22 |
| 3.3. | Análisis de Grasas.- Nociones | 25 |
| 3.3.1. | Punto de Gota de las Grasas Lubricantes | 25 |
| 3.3.2. | Penetración de las Grasas Lubricantes | 26 |
| 3.3.3. | Resudado de las Grasas | 28 |
| 3.3.4. | Determinación del Contenido de Agua de una Grasa | 30 |
| 3.3.5. | Determinación Rápida de la Viscosidad de una Mezcla de Aceites | 30 |
| 3.3.6. | Constantes Térmicas de los Aceites | 32 |
| 3.4. | Propiedades Típicas del MOLUB-ALLOY BRB 572 | 35 |
| 3.4.1. | Descripción | 35 |
| 3.4.2. | Propiedades Típicas | 36 |
| CAPÍTULO 4 | | 38 |
| MÉTODO TRADICIONAL DE ENGRASE | | 38 |
| 4.1. | Mantenimiento Preventivo por Grupo | 38 |
| 4.2. | Instrucciones de Mantenimiento | 39 |
| 4.2.1. | Engrase de Válvulas Esféricas | 39 |
| 4.2.2. | Engrase Turbinas | 42 |
| 4.3. | Descripción del Equipo de la Bomba Manual de Engrase | 46 |
| 4.3.1. | Instrucciones de Servicio de Modelo 7149 A | 46 |
| 4.4. | Desventajas del Método Tradicional | 46 |
| 4.4.1. | Desventajas del Engrase Actual | 48 |

| | |
|--|----|
| CAPÍTULO 5 | 49 |
| OPTIMIZACIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA ACTUAL | 49 |
| 5.1. Programa de Protección del Medio Ambiente | 49 |
| 5.2. Sistema Centralizado de Lubricación para las Válvulas Esféricas | 51 |
| 5.2.1. Ventajas del Sistema Centralizado | 51 |
| 5.2.2. Estudio de Ingeniería que permitirá Racionalizar el Consumo de Lubricantes | 51 |
| 5.2.2.1. Operación | 51 |
| 5.2.2.2. Ventajas | 52 |
| 5.2.2.3. Principales Componentes | 53 |
| 5.2.2.4. Problemas Críticos | 53 |
| 5.2.2.5. Cálculos Importantes | 54 |
| 5.2.2.6. Diseño del Sistema de Engrase | 63 |
| 5.3. Materiales Auto lubricados para el Árbol de Regulación | 65 |
| 5.3.1. Especificaciones Técnicas de los Materiales Auto lubricados | 65 |
| 5.3.1.1. Especificaciones Técnicas del NYLON | 65 |
| 5.3.1.2. Especificaciones Técnicas del TEFLON | 66 |
| 5.3.1.3. Especificaciones Técnicas del FEROFORM | 67 |
| 5.3.2. Ventajas de los Materiales Auto Lubricados | 67 |
| 5.3.3. Ubicación de los Materiales Auto Lubricados | 68 |
| 5.3.3.1. En el Árbol de Regulación | 68 |

| | | |
|-----------------------------|---|----|
| 5.3.3.2. | En Apertura y Cierre del Deflector | 71 |
| 5.3.4. | Estudio de Ingeniería que permitirá reemplazar los Materiales Actuales por los Auto Lubricados | 72 |
| 5.3.4.1. | Cálculo de Cargas y Esfuerzos sobre el Deflector | 72 |
| 5.3.4.2. | Cálculo de Cargas y Esfuerzos sobre el Brazo del Deflector | 75 |
| 5.3.4.3. | Cálculo de Cargas y Esfuerzos sobre el Servomotor | 78 |
| 5.3.4.4. | Cálculo de Cargas y Esfuerzos sobre el Árbol de Regulación | 81 |
| 5.3.5 | Tabla de Condiciones de Operación | 83 |
| CAPÍTULO 6 | | 84 |
| EVALUACIÓN ECONÓMICA | | 84 |
| 6.1 | Introducción | 84 |
| 6.2 | Indicadores Económicos de Rentabilidad | 85 |
| 6.2.1 | Costo Anual Equivalente (CAE) | 85 |
| 6.3 | Determinación de los Costos de Mantenimiento del Actual Sistema de Engrase | 87 |
| 6.3.1 | Costo de Mantenimiento de la Válvulas Esféricas | 87 |
| 6.3.2 | Costo de Mantenimiento del Árbol de Regulación | 88 |
| 6.4 | Determinación de la Inversión y Costos de Mantenimiento de los Sistemas de Engrase y Auto Lubricados Propuestos | 90 |
| 6.4.1 | Del Sistema Centralizado de Engrase | 90 |
| 6.4.2 | De los Materiales Auto Lubricados | 91 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 6.5 | Análisis Económico entre el Sistema Actual de Engrase con respecto a los Sistemas Propuestos | 92 |
| 6.5.1 | Análisis Económico entre el Sistema Actual con Respecto al Sistema Centralizado de Engrase | 92 |
| 6.5.2 | Análisis Económico entre el Sistema Actual con respecto a los Materiales Auto Lubricados | 93 |
| | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 97 |
| | BIBLIOGRAFÍA | 100 |
| | ANEXOS | 101 |
| | Anexo 1 – Análisis de Grasas | 102 |
| | Anexo 2 – Instrucciones de Mantenimiento | 106 |
| | Anexo 3 – Bomba Manual de Engrase | 117 |
| | Anexo 4 – Ubicación de los puntos de engrase de la Válvula Esférica | 120 |
| | Anexo 5 – Planificación del Sistema | 124 |
| | Anexo 6 – Propiedades de los Materiales Auto Lubricados | 126 |
| | Anexo 7 – Apertura y Cierre Deflector | 131 |

PRÓLOGO

Antecedentes

Producto de un plan de expansión eléctrica, cuya finalidad era atender adecuadamente la demanda de suministro eléctrico que se avecinaba. En 1922, Empresas Eléctricas Asociadas, bajo el impulso del Ing. Juan Carosio, acoge el proyecto del Ing. Pablo Boner que consistía en el aprovechamiento escalonado del recurso hídrico en los ríos Rimac y Santa Eulalia.

Habiendo represado las lagunas del ríos Santa Eulalia, derivando las aguas del río Rimac al Santa Eulalia, y construido las Centrales de Callahuanca, Moyopampa y Huampaní, según el proyecto del Ing. Pablo Boner había una tercera fase que cumplir que consistía en modificar la geografía.

En efecto, se trataba de construir un túnel trasandino que transportara las aguas de Marcapomacocha en la vertiente Atlántica hacia la vertiente del Pacífico. Dicho recurso hídrico serviría a la futura central Huinco y a las otras que ya existían.

El túnel trasandino, obra que constituye una proeza de ingeniería, fue concluida en 1962, tiene 10 Km. de largo y actualmente es el más alto del mundo.

La planta se encuentra en una caverna semicircular de 108 m de largo y 31 m de ancho y 24 m de alto. Se llega a la planta mediante una galería de acceso de 858 m de longitud.

La central fue construida en caverna, debido a que la estrecha garganta del Santa Eulalia, a la altura de Huinco, no dejaba espacio suficiente para la construcción de la Central ni del patio de llaves. De otro lado, la galería inclinada acortó la longitud de la tubería forzada y se redujo los costos en la construcción del conducto forzado.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del Giro de la Empresa

EDEGEL S.A.A. es una empresa privada dedicada a la generación de energía eléctrica.

Los orígenes de EDEGEL se remontan a 1906, con el nacimiento de Empresas Eléctricas Asociadas, empresa privada dedicada a la generación, transmisión y distribución de electricidad. Posteriormente, en 1974, la mayoría absoluta del capital de dicha empresa pasó a poder del estado, cambiando su razón social a Electrolima S.A.

En 1994, la empresa fue separada en tres diferentes unidades de negocio: generación, transmisión y distribución. La unidad de negocio de generación fue el origen de la Empresa de Generación Eléctrica de Lima S.A. (EDEGEL). El control de la Empresa fue transferida al sector privado en 1995, cuando el Estado vendió el 60% del capital social al consorcio Generandes.

EDEGEL es la mayor compañía privada de generación de electricidad en el Perú. A la fecha cuenta con una potencia efectiva total de 966.5 MW, de la cual 739.36 MW corresponde a potencia hidroeléctrica y 227.14 MW a potencia termoeléctrica.

EDEGEL, como empresa generadora percibe ingresos por la venta de potencia y la venta de energía, las cuales se realizan bajo contratos con clientes libres, clientes regulados o a través de transferencia de potencia y energía en el mercado spot.

EDEGEL forma parte del Sistema Interconectado Nacional y realiza sus operaciones conforme a lo establecido en la Ley de Concesiones Eléctricas y de acuerdo a lo indicado por el COES-Sinac. Además, cumple las normas aplicables a las actividades del sector eléctrico establecidas por el MEM y supervisadas por Osinerg.

1.2 Capacidad Instalada y Producción

EDEGEL cuenta con ocho plantas de generación, con una capacidad instalada de 966.5 MW de potencia. El 76.5% de su capacidad pertenece a energía hidráulica y está conformada por siete plantas: Huinco 258 MW, Matucana 120 MW, Callahuanca 72 MW, Moyopampa 63 MW, Huampaní 31 MW, Yanango 42.36 MW y Chimay 153 MW. El 23.5% restante proviene de energía térmica de su planta de Santa Rosa, que transformó su suministro de

combustible de petróleo a gas, aprovechando el gas de Camisea. Santa Rosa, ubicada en la margen izquierda del río Rímac y muy cerca del centro de la ciudad, fue inaugurada en 1895 y funcionó a petróleo hasta junio del 2005 que fue reconvertida para utilizar el gas de Camisea.

Si bien la producción hidráulica es más rentable dado su bajo costo de generación, el hecho de que EDEGEL cuente, adicionalmente, con capacidad térmica, le permite contratar mayor potencia, debido a que la generación térmica es más segura por no depender de los ciclos hidrológicos. Adicionalmente le da una mayor flexibilidad a la hora del despacho de energía y con la reconversión le permite a la empresa tener un ahorro diario de un millón 300 mil dólares en consumo de energía para la producción de electricidad.

1.3 Objetivo

Para la producción de Energía Eléctrica, Huinco es la planta más importante, es por esto que se deben mejorar constantemente los procesos y uno de los objetivos de este informe es reemplazar el método tradicional de engrase de los componentes mecánicos de la Central Hidroeléctrica de Huinco por un sistema automático y centralizado, a fin de optimizar esta operación y a su vez limar la posibilidad de contaminación del efluente que genera dicha central.

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DE ASPECTOS TÉCNICOS DE LA CENTRAL

2.1. Descripción General

2.1.1. Potencia

| UNIDAD N° | POTENCIA INSTALADA (MW) |
|-----------|----------------------------|
| 1 | 64,6 |
| 2 | 64,6 |
| 3 | 64,6 |
| 4 | 64,6 |
| TOTAL | 258,4 |

2.1.2. Ubicación geográfica

Huinco : A 63,5 Km. de Lima
Distrito : San Pedro de Casta
Provincia : Huarochirí
Río : Santa Eulalia

2.1.3. Altitud de las instalaciones

| | | |
|--------------------------------------|---|---------|
| Nivel centro del chorro (m.s.n.m.) | : | 1877,42 |
| Nivel sala de maquinas (m.s.n.m.) | : | 1878,35 |
| Nivel centro de turbina (m.s.n.m.) | : | 1878,85 |
| 0.Nivel máximo de embalse (m.s.n.m.) | : | 3170,00 |

2.2. Características del Equipo Electromecánico**2.2.1. Datos principales del Salto Hidráulico**

| | | |
|--|---|---------|
| Caudal máximo utilizable (m^3/s) | : | 25 |
| Producción específica (kWh/m^3) | : | 2,85 |
| Caída bruta (m.) | : | 1292,58 |
| Salto útil (m.) | : | 1245,00 |

2.2.2. Configuración de los Grupos Generadores

La planta tiene cuatro grupos generadores con eje horizontal, cada grupo tiene dos rodetes Pelton con un inyector en cada rodete, en el centro del eje está montado el alternador.

2.2.3. Motor Primo (Turbina Pelton)

| | GRUPO I | GRUPO II | GRUPO III | GRUPO IV |
|--------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| FABRICANTE | RIVA CALZONI | RIVA CALZONI | RIVA CALZONI | RIVA CALZONI |
| Nº DE SERIE | A: 4536 B: 4537 | A: 4538 B: 4539 | A: 4585 B: 4586 | A: 4588 B: 4587 |
| AÑO DE PUESTA SERVICIO | 1964 | 1965 | 1965 | 1966 |
| POTENCIA (HP) POR RODETE | 91 960 | 91 960 | 91 960 | 91 960 |
| VELOCIDAD (RPM) | 514 | 514 | 514 | 514 |
| CAUDAL POR GRUPO (m ³ /s) | 6,25 | 6,25 | 6,25 | 6,25 |

2.2.4. Generador

Cada unidad tiene las siguientes características:

- Fabricante : BROWN BOVERI
- Potencia aparente : 85 000 Kva
- Factor de potencia : 0,76
- Potencia nominal : 64 600 kW
- Potencia efectiva : 64 600 kW
- Tensión nominal : 12 500 kV
- Intensidad : 3 930 Amp
- Frecuencia : 60 HZ
- Velocidad : 514 RPM
- Refrigeración Bobinado : Transferencia AGUA vs. AIRE
- Refrigeración Cojinetes : Transferencia AGUA vs. ACEITE

2.2.5. Sistema de Excitación

- Excitatrices : Rotativa
- Auxiliar-principal : Auto excitación

2.3. Transformador de Potencia

Cada grupo generador tiene un banco de transformación de tensión conformado por tres unidades monofásicas, además de una unidad de reserva.

De los 13 polos o unidades, 6 son de fabricación Brown Boveri y 7 de Compagnia Generale Di Electticitica.

Las características principales de estas unidades son:

- Potencia : 28,333 kVA
- Tensiones : 12,5/235,6 kV
- Tipo de conexión : Yd11
- Enfriamiento : Transferencia AGUA-ACEITE

2.4. Líneas de Transmisión

- N° de líneas : 2
- Tipo del conductor : ALDREY
- Corriente máxima : 1000 Amp
- Longitud : 62 KM
- Tension nominal : 220 kV
- Sección : 491 mm²

2.5. Protecciones de Equipos Electromecánicos

2.5.1. Turbinas

- Sobre velocidad

2.5.2. Generadores

- Diferencial
- Tierra estator
- Tierra rotor
- Sobrecarga
- Sobre tensión
- Sobre corriente
- Mínima impedancia
- Cortocircuito en espiras
- Interrupción circuito de excitación
- Auto excitación
- Excitación negativa
- Contra incendio
- Corriente cojinete
- Cojinete protección térmica

2.5.3. Transformadores de Potencia

- Diferencial
- Buchholz
- Tierra 220 kV
- Sobre temperatura en el aceite
- Contra incendio

2.6. Sistemas Auxiliares

2.6.1. Sistema Agua de Refrigeración

- Tipo : Gravedad
- Capacidad de tanques (m³): 650
- N° tanques : 4
- Capacidad de c/ bomba (l/s): 90
- N° de bombas : 3

2.6.2. Servicios Auxiliares

Los servicios auxiliares de la central pueden ser alimentados a través de cualquiera de las tres siguientes fuentes de energía.

A) TRANSFORMADORES T6 - E1 - E4

- Fabricante : BBC
- Potencia (kVA) : 1000
- Tensiones (kV) : 13,085...10x246...10,625/11, 460...10x246...9000/234
- Corrientes (A) : 44,2...54,4/50,5...64,1/2,470
- Grupo de conexión: Dy5
- Tipo : TK ox

B) TRANSFORMADORES E2 – E3

- Fabricante : BBC

- Potencia (kVA) : 500
- Tensiones (kV) : 3,300...3,000/220
- Corrientes (A) : 87,47/1,312
- Grupo de conexión: Dy5
- Tipo : TK ox

C) GRUPO DIESEL

- Fabricante : CATERPILAR
- Potencia aparente (kVA): 625
- Potencia activa (kW): 500

2.6.3. Sistema de Aire Comprimido

CAVERNA

- Número de tanques : 2
- Número de compresoras : 2
- Capacidad de almacenamiento (m³) : 0,4
- Presión de almacenamiento (Kg/cm²) : 30
- Presión de servicio (Kg/cm²) : 15

CASA APARATOS

- Número de tanques : 4
- Número de compresoras : 2
- Capacidad de almacenamiento (m³) : 1
- Presión de almacenamiento (Kg/cm²) : 30

- Presión de servicio (Kg/cm²) : 15

2.6.4. Sistema Detector de Incendio

La central cuenta con un sistema de detección electrónico Fenwall 4000, compuesto de un panel central y sensores de humo y temperatura en los diferentes ambientes de la caverna.

2.7. Obras Civiles

2.7.1. Presa y Toma de Captación

- Altitud (m:s:n:m) : 3170
- Capacidad de embalse (miles de m³) : 430
- Número de compuertas de presa : 4
- Número de compuertas de fondo : 1
- N° compuertas ingreso desarenadores : 9
- N° compuertas desarenadores : 9
- N° compuertas de entrada a la galería : 1
- N° compuertas de aliviadero : 1

2.7.2. Galería a Presión

- Longitud (m.) : 13,120
- Diámetro (m.) : 3
- Pendiente (unid/1000) : 2,5
- Número de Ventanas : 6
- Caudal Nominal : 25

2.7.3. Válvula Mariposa

- Sistema de Mando Óleo Hidráulico
- Diámetro (m) : 2,5
- CAUDAL NOMINAL (m³/s) : 25
- Caudal máximo (sobre velocidad) (m³/s) : 30

2.7.4. Conducto Forzado

- Longitud al Descubierta (m) : 550
- Longitud Galería Blindada (m) : 1400
- Espesores (mm) : 10 a 30
- Pendiente (%) : 80
- Diámetros (m) : 2,5 a 2,2
- Material Acero Aldur

CAPÍTULO 3

PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS DE LA GRASA

3.1. Las Grasas y sus Propiedades

3.1.1. Definición

Se llama grasa a un producto sólido, de consistencia pastosa, que se utiliza en la lubricación de aquellos elementos industriales en que dicha operación no puede efectuarse con un aceite lubricante, bien por su situación a la que no se puede acceder una vez montado, o bien porque no convienen goteos, o por realizar el trabajo en ambientes polvorientos.

La grasa es una composición química más o menos compleja, en la cual se pueden obtener consistencias o espesamientos mayores o menores.

Los elementos principales que entran en la composición de una grasa son: un agente espesante y un fluido lubricante, pudiendo añadirse en algunos casos determinados aditivos

que comuniquen a dicha grasa ciertas características especiales.

El agente espesante y el fluido lubricante deben unirse en íntima dispersión y a continuación los aditivos. La elaboración de una grasa se hace, en líneas generales, calentando en una caldera el agente espesante hasta su temperatura de fusión y añadiendo lentamente a partir de este momento el fluido lubricante en pequeñas dosis y sin dejar que la temperatura descienda.

Es importantísimo mantener ininterrumpidamente durante todo el proceso la agitación de la masa.

Como fluidos lubricantes se pueden emplear, y de hecho se emplean generalmente, aceites derivados del petróleo y, en otros casos, compuestos orgánicos para aplicaciones particulares.

Como agentes espesantes se utilizan jabones de metales alcalinos o alcalinos-térreos, o agentes gelificantes naturales u orgánicos.

Los aditivos, cuya finalidad estriba en mejorar las propiedades de los jabones metálicos, se añaden cuando ya está fabricada la grasa, sin dejar de agitar durante la operación.

3.1.2. Clasificación de las Grasas

Según los agentes espesantes utilizados, las grasas se clasifican en:

- a) Grasa de Calcio (Cuando la base es el jabón de Ca).
- b) Grasa de Sodio (Cuando la base es el jabón de Na).
- c) Grasa de Litio (Cuando la base es el jabón de Li).
- d) Grasa de Aluminio (Cuando la base es el jabón de Al).
- e) Grasa de Bario o de Estroncio (Cuando la base es el jabón de Ba o de Sr).
- f) Grasa de Zinc (Cuando la base es el jabón de Zn).
- g) Grasa de bentonita.
- h) Grasa de sílice coloidal (gel).

Esta clasificación podría considerarse como base fundamental para iniciar la fabricación de una grasa, aunque existen tipos en la que se toman como agentes espesantes mezclas de jabones de distinta clase, según convenga a la aplicación que se va a dar al producto.

3.1.3. Aditivos

Como aditivos principales para estas grasas se utilizan generalmente los antioxidantes, los extrema presión, etc., y también, en muchos casos, el disulfuro de molibdeno, el grafito, compuestos de tungsteno, titanio, etc.

3.1.4 Consistencia y Dureza de las Grasas

La dureza de las grasas se llama consistencia y viene determinada por la penetración que tiene en el seno de las mismas un cono de determinadas medidas y en determinadas condiciones, de todo lo cual se darán las oportunas explicaciones en el punto **3.3**.

Esta dureza de las grasas viene normalizada por el llamado número N.L.G.I (Instituto Nacional del las Grasas y Lubricantes)

A medida que este número aumenta, crece con ello la dureza del producto y disminuye, como es lógico, la penetración del mismo. Inversamente, a mayor penetración, menor consistencia.

La tabla N° 1- nos relaciona el número N.L.G.I. con el valor de la correspondiente penetración.

TABLA N° 1

| N° N.L.G.I. | Penetración ASTM trabajada |
|--------------------|-----------------------------------|
| 0 | 355-385 |
| 1 | 310-340 |
| 2 | 265-295 |
| 3 | 220-250 |
| 4 | 175-205 |
| 5 | 130-160 |
| 6 | 85-115 |

3.1.5 Propiedades de las Grasas

Las propiedades de una grasa varían según la base de jabón espesante empleada.

En líneas generales se aconseja consultar la Tabla N° 2 en la que, además de expresar las resistencias mecánica, térmica y al agua, se indica también el aspecto característico.

TABLA N° 2

| | Aspecto | Propiedades Principales | | |
|-------------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------|---------------------|
| | | Resistencia mecánica | Resistencia Térmica | Resistencia al agua |
| Grasa de Calcio | Mantecoso | Mala | Mala | Muy buena |
| Grasa de Sodio | Más o menos fibroso | Muy buena | Buena | Mala |
| Grasa de Litio | Más o menos Mantecoso | Buena | Buena | Buena |
| Grasa de Aluminio | Transparente. e. Tenaz | Mediocre | Muy Mala | Buena |
| Grasa de Bario o de Estroncio | Mantecoso o Fibroso | Buena | Buena | Muy buena |
| Bentonita | Liso | Mala | Muy buena | Buena |
| Sílice Coloidal | Liso | Mala | Muy buena | Mediocre |

3.1.6 Elección de una Grasa

A continuación citaremos las reglas para elegir la grasa apropiada en el caso de que el problema de lubricación presentado al técnico se pueda, y se deba, resolver con una grasa.

- Las grasas que tengan como base un jabón de calcio deben aplicarse en los cojinetes lisos y en los elementos de las bombas de agua.
- Las grasas que tengan por base un jabón de sodio deben utilizarse en los cojinetes de bolas y rodillos y en los tipos de engranajes que van encerrados bajo cárter.

- Las grasas que tengan como base un jabón de aluminio, deben emplearse en los elementos de chasis de automóviles y materiales de construcción.
- Las grasas que tengan como base un jabón de Litio tienen aplicaciones en el campo del engrase general, siempre que se requiera una grasa de buena calidad.
- Las grasas que tengan como base un jabón de Bario o de Estroncio deben emplearse en todos aquellos elementos a lubricar de uso general cuando las exigencias no sean excesivas.
- Las grasas que como base la bentonita deben utilizarse en elementos que, por cualquier motivo, trabajen a elevada temperatura.
- Las grasas que tengan como base Sílice coloidal (gel) deben utilizarse igualmente cuando los elementos a lubricar estén sometidos a elevadas temperaturas de trabajo.

3.1.7 Contraindicaciones

Como es lógico, existen ciertas contraindicaciones para los tipos de grasas reseñados, por las cuales éstas no deben ser utilizadas aunque las condiciones de trabajo sean óptimas.

Así pues:

- Una grasa cuya base es un jabón de calcio no debe ser usada en cojinetes de bolas o engranajes.
- Una grasa cuya base sea un jabón de sodio no debe ser utilizada en elementos que trabajen en presencia de agua o puedan ser afectados por ella.
- Una grasa cuya base es un jabón de aluminio no debe trabajar a temperatura superiores a los 60°C.
- Una grasa cuya base sea un jabón de estroncio o de bario no debe mezclarse con otras grasas.
- Una grasa cuya base sea la bentonita no debe ser utilizada en cojinetes de bolas.
- Una grasa cuya base sea el gel de sílice tampoco debe ser utilizada en cojinetes de bolas.

Con estos consejos prácticos el técnico en lubricación puede llevar con cierto orden el plan de engrase de una industria y, asimismo, racionalizar este sistema de trabajo tan poco conocido.

3.2. Clasificación de las grasas según C.A.M.P.S.A.

El organismo oficial que rige la industria de los productos lubricantes CAMPSA. (Compañía Administradora del Monopolio del Petróleo Sociedad Anónima) ha unificado las grasas en una serie de grupos numerados de 0 a 17, clasificándolas según la base metálica del

jabón empleado y, en consecuencia, de la aplicación que se les puede dar.

En esta clasificación se dan una serie de características que definen cada uno de estos grupos y a las cuales se han de ajustar estrictamente los fabricantes a los que este organismo - C.A.M.P.S.A.- ha concedido licencia de elaboración de grasas.

Esta gama de grasas es suficientemente amplia para cubrir las necesidades de los usuarios de este tipo de productos lubricantes, si bien quedan algunas lagunas que cubrir, sobre en la industria automatizada, de energía nuclear, aviación, etc.; sin embargo esta cuestión no constituye un gran problema puesto que C.A.M.P.S.A. expide licencias de importaciones de productos extranjeros que satisfacen ampliamente las necesidades de la industria moderna.

A continuación, en la Tabla N° 3, se indica la clasificación realizada por C.A.M.P.S.A. de los grupos de grasas vigentes actualmente en la industria nacional.

TABLA N° 3

Clasificación C.A.M.P.S.A. para Grasas Lubricantes

| Grupo | Denominación | Base | Penetración | Punto de Gota °C |
|-------|----------------------------------|--|--|-------------------------|
| 0 | Consistentes | Ca | 200-350 | >80° |
| 1 | Consistentes | Ca + cargas inertes | 150-300 | >80° |
| 2 | Consistentes | Ca + aditivos anticorrosivos | Fluida 300-385 Semidura 200-300 Dura 85-200 | >85° >90° >95° |
| 3 | Grafitadas | Ca + grafito | 250-250 | >85° |
| 4 | Base Mixta | Li-Ca Na-Ca Na-K | 180-350 | >140° |
| 5 | Fibrosas | Na | Semifluida 260-310 Fluida 170-260 Extrafluida 130-170 | >140° >150° >160° |
| 6 | Grasa en bloques | Na | 50-1000 | >165° |
| 7 | Extrema presión | Ca + EP Li | 200-300 | >150° |
| 8 | De Litio | Li | Fluida 300-385 Semidura 200-300 Dura 130-200 | >190° >200° >210° |
| 9 | De Aluminio | Al | Fluida 310-385 Semidura 260-310 Dura 200-260 | >75° >85° >95° |
| 10 | De Bario | Ba | 180-220 | <130° |
| 11 | Grasas molibdenizadas | Li + S ₂ Mo Ca | 250-300 | >190° |
| 12 | Grasa negra semilíquida | Ca | | 65°-70° |
| 13 | Grasa negra consistente superior | Ca | 175-300 | >80° |
| 14 | Grasa Parafinosa | Parafina o petrolatum | 225-300 | >50° |
| 15 | Asfálticas semilíquidas | Asfalto + aditivo EP | Viscosidad 5-50 °E a 50°C | |
| 16 | Líquidas reversibles | Estereato de aluminio y naftenato de plomo u otros aditivos EP | Fluida 12-20°E a 50°C Semiviscosa 20-40°E a 50°C Viscosa 40-70 °E a 50°C | |
| 17 | Líquidas textiles | Ca | Fluida 5-8°E a 50°C Semiviscosa 8-12°E a 50°C Viscosa 12-20 °E a 50°C | |

3.3. Análisis de Grasas.- Nociones

3.3.1. Punto de Gota de las Grasas Lubricantes

(Norma ASTM-D-566)

Se llama punto de gota de una grasa a la temperatura por la cual dicha grasa pasa del estado semisólido, en el que se encuentra a temperatura ambiente, al estado líquido, bajo determinadas condiciones.

Se coloca en un tubo de ensayo (Ver Anexo 1, fig.N° 1) provisto de tres muescas una cápsula metálica que tiene en su fondo un orificio calibrado. En dicha cápsula se introduce a presión la grasa objeto del ensayo y en su seno se coloca un termómetro, de forma que el bulbo de éste quede dentro de la cápsula.

La grasa que sobresalga de la cápsula, tanto por el orificio como por la parte superior, se elimina por medio de una espátula.

El conjunto tubo de ensayo-grasa-termómetro se introduce dentro de un baño con la ayuda de un soporte, baño cuya temperatura se controla mediante un termómetro.

Una vez preparado todo en la forma indicada, comienza la calefacción del conjunto y, en el instante en que la primera

gota de grasa se desprende y cae, se leen las temperaturas que marcan ambos termómetros, tomándose como “punto de gota” de la grasa el promedio de estas dos temperaturas.

3.3.2. Penetración de las Grasas Lubricantes

(Norma ASTM-D-217)

Este ensayo tiene por finalidad determinar la consistencia de las grasas lubricantes mediante la medida de la penetración efectuada en ellas por un cono normalizado.

Este ensayo debe hacerse con la grasa “no trabajada”, expresando la penetración en décimas de milímetro.

Se dice que una grasa es “trabajada” cuando el valor de la penetración anterior se altera por medio de cualquier movimiento de agitación o de batido durante un período de tiempo determinado.

La penetración se determina a $25 \pm 0,5$ °C con un penetrómetro (Ver Anexo 1, figs. Nos. 2 y 4), aparato que permite aplicar el cono patrón a la muestra durante 5 segundos, tal como se ha indicado.

Las penetraciones en las grasas “trabajadas” se determinan inmediatamente después de someter a la grasa a 60

recorridos del émbolo de un aparato especial para trabajarla (Ver Anexo I, figs.Nos. 3 y 5), realizando seguidamente la prueba de penetración a la misma temperatura que en el caso anterior, es decir a $25 \pm 0,5$ °C.

Para realizar este ensayo se ha de preparar la grasa en un vaso y homogeneizarla, tratando sobre todo de hacer desaparecer las burbujas que hayan podido formarse en su interior.

Se coloca el vaso en la plataforma del penetrómetro, ajustando el indicador en el extremo inferior del cono hasta que éste roce la superficie de la muestra en un punto lo más próximo posible al centro del recipiente. Mediante una llave se fijan los citados elementos en su posición haciendo descender el cono hasta que toque la superficie de la grasa. Entonces se deja libre el cono durante 5 segundos, medidos con un cronómetro, con una aproximación de 0,1 segundos.

Una vez transcurrido este tiempo, se presiona ligeramente el eje indicador hasta que tropiece con el cono, anotando la penetración indicada por la correspondiente escala con una aproximación de 0,1 mm.

El cono de acero tiene, entre otras, las siguientes características:

- Punta de acero endurecido: 30° de abertura
- Diámetro boca superior : 64,5-65 mm
- Arco : 94" ± 15"
- Altura : 28,5-29 mm
- Peso total : 102,5 ± 0,5 g

3.3.3. Resudado de las Grasas

(Norma I.P. 121-55)

El Objeto de este ensayo es medir la tendencia que poseen las grasas a separarse del aceite base durante su almacenaje.

Para ello se pesa en vacío un cilindro metálico y se llena con la muestra de grasa a ensayar, cuidando que no quede aire en forma de burbujas en su interior. Luego se alisa perfectamente la superficie con una espátula, de forma que la grasa no sobrepase el borde del cilindro.

Este cilindro tiene en la parte inferior una malla de determinada luz en forma de cono, denominada separador.

Se pesa aparte y en vacío el vaso colector del aceite, encima del cual se coloca el cilindro, y bien centrado sobre éste un peso de 100 g.

Todo este conjunto se introduce en una cámara a la temperatura de 25 ± 1 °C o de 40 ± 1 °C, según se desee.

Al cabo de 7 días se quita el separador y, si se comprueba que alguna gota de aceite se halla en el vértice del cono, se la obliga a caer en el vaso colector, pesando seguidamente éste para determinar la cantidad de aceite separado.

El cálculo del valor se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ aceite separado} = \frac{\text{Peso del aceite separado}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

Se aconseja que este ensayo sea repetido por tres veces y que se dé como valor definitivo la media aritmética de los tres valores hallados.

3.3.4. Determinación del contenido en agua de una Grasa

Se pesan 10 g de grasa y se colocan en una cápsula de porcelana, seca y tarada, con un poco de arena calcinada;

esta cápsula se introduce luego en una estufa durante 2 horas a la temperatura de 105 °C. La pérdida de peso, expresada en tanto por ciento, nos dará aproximadamente el agua contenida.

Otro procedimiento a seguir es el de destilación, debido a Marcusson, que se desarrolla como se indica.

En un matraz se colocan 100 cc de grasa y 100 cc de xileno. Se calienta el baño y se separan por destilación 5 cc, que se recogen en una probeta graduada en décimas de mm.

En ella se puede leer la cantidad de agua contenida, ya que los ácidos grasos volátiles, han quedado excluidos por disolverse éstos en el xileno.

3.3.5. Determinación rápida de la viscosidad de una mezcla de aceites

Se trata de determinar la viscosidad de una mezcla de aceites lubricantes por medio de un ábaco ASTM, o de cualquier otro sistema que se puede confeccionar experimentalmente, estableciendo los diferentes porcentajes de viscosidad que han de componer la mezcla requerida, conociendo

previamente las respectivas viscosidades de los dos lubricantes que se dispone para realizarla.

El método a seguir es sencillo. En el gráfico de la figura N° 6 (Ver Anexo I) se muestra la facilidad de la operación, que se lleva a cabo según se detalla a continuación. Por el punto 0 % se traza la ordenada correspondiente hasta alcanzar el nivel de viscosidad de aceite más fluido (F). Igualmente se procede con el punto 100 % hasta alcanzar la viscosidad del lubricante más viscoso (punto V).

Una vez hecho esto se une mediante una recta los puntos obtenidos F y V. Luego pueden presentarse dos casos:

1. Que se desee conocer la viscosidad de una mezcla de la que se sabe el porcentaje de los dos aceites que la integran.
2. Que se desee saber en qué proporción hay que mezclar dos aceites de viscosidades conocidas para obtener una mezcla de una viscosidad determinada.

Para resolver el primer caso se marca sobre la recta 0-100 el porcentaje de la mezcla que se ha efectuado (60 % por ejemplo); se traza la ordenada de este punto hasta cortar la

recta FV, lo que sucede en el punto M, trazando por él su abscisa correspondiente que en la escala de viscosidades nos dará la perteneciente a la mezcla.

Para resolver el segundo caso, la construcción del gráfico se inicia de igual forma; una vez obtenida la recta FV se busca en la escala de viscosidades la que ha de tener la mezcla, y por ese punto P se traza una horizontal que corte la recta FV (punto M), trazando por esta intersección una vertical hasta el eje de porcentajes 0-100, sobre el que hallaremos el tanto por ciento de lubricantes a emplear para obtener la mezcla de viscosidad deseada.

3.3.6. Constantes térmicas de los aceites

○ Calor específico de los aceites minerales

Como idea concreta estableceremos que debe tomarse como calor específico para todo tipo de aceite mineral el valor medio de 0,45 kilocalorías por kilogramo y por grado centígrado, ya que dicha constante física sufre muy pocas variación con la viscosidad de aceite y, en un trabajo de tipo industrial, no vale la pena corregirla por suponer un error mínimo.

○ Radiación y transmisión de calor

Este concepto se refiere a la pérdida de calor del aceite contenido en un depósito a través del binomio formado por la pared, generalmente de hierro, y el aire. Esta constante fija, para una pared no protegida térmicamente, es en todo caso de $4 \text{ kcal/h.m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$.

- **Calor específico, conductividad y difusividad térmica de los aceites.**

Del calor específico ya hemos tratado anteriormente; debemos añadir que de su conocimiento depende el que podamos o no apreciar con mayor fidelidad la propiedad de transmisión del calor del lubricante de que se dispone. Como hemos dicho, se toma como calor específico de un aceite mineral, sin tener en cuenta errores básicos, el valor de $0,45 \text{ kcal / kg } ^\circ\text{C}$ que, como puede observarse, es aproximadamente la mitad de la densidad, y que además aumenta con la temperatura.

En cuanto a la conductividad térmica de los aceites podemos afirmar que es muy débil.

Si designamos por **K** a la conductividad del aceite expresada en calorías / cm^3 , y por **C** al calor específico del mismo, también en calorías / cm^3 , la relación:

$$D = \frac{K}{C}$$

Recibe el nombre de difusividad, en la cual, cuanto más elevado es el calor tanto más rápidamente es transportado al interior de la sustancia.

Como ejemplo citaremos el valor de estas tres magnitudes para el caso del aceite de parafina, donde $K = 3,5 \times 10^{-4}$; $C = 0,405$ y $D = 8,64 \times 10^{-4}$.

○ **Dilatación de los aceites**

Independientemente de que puede lograrse una exacta determinación del volumen a distintas temperaturas, gracias a las medidas de las respectivas densidades del aceite, el Bureau of Standards (Normas de pesos y medidas) en una tabla de corrección de volúmenes establece un valor medio del coeficiente de dilatación del orden de $0,000627 \text{ cm}^3 / ^\circ\text{C}$.

Como ejemplo consideraremos un depósito de almacenamiento de aceite para un sistema de calefacción, calculado para contener 350 litros a la temperatura ambiente de $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Suponiendo que debe

tenerse en cuenta la posibilidad de que se produzca un incremento de la temperatura del orden de los 175 °C, la capacidad necesaria para la dilatación del sistema debería ser de $350 \times 175 \times 0,000627 = 38,5$ litros, lo que representa el aumento de volumen a tener en cuenta para hacer frente a la dilatación del fluido.

3.4. Propiedades Típicas del Molub – Alloy Brb 572

3.4.1. Descripción

Molub-Alloy BRB 572 se fabrica de petróleo / aceite bajo, contiene inhibidores contra el óxido y corrosión, y se fortifica contra la oxidación para la vida de servicio muy larga.

Esta única grasa es excelente en estabilidad de corte y en movilidad controlada bajo el corte. Este es el resultado de la selección de un litio más estable que espesa el sistema y las técnicas industriales especiales.

El transporte de carga y la capacidad del antidesgaste va más allá de aquellos resultados de grasas convencionales de aditivos químicos que trabajan sinérgicamente con Molub-Alloy selecta que lubrica sólidos el mezclado uniforme a lo largo de la grasa. Los sólidos lubricados son muy eficaces protegiendo las superficies de las líneas nuevas cuyo

funcionamiento son periodos críticos. Las superficies de las presiones buenas son vitales a la vida de servicios prolongados.

3.4.2. Propiedades Típicas

| PROPIEDADES TÍPICAS | Molub-Alloy BRB 572 |
|--|----------------------------|
| NLGI Grado | 2 |
| Espesador | Litio |
| Punto de Condensación, ASTM D 566, °F/°C | 370/188 |
| Propiedades Básicas del Fluido | |
| Viscosidad, ASTM D 445, D 2161: | |
| @ Δ _o °C, cSt | 143 |
| @ 100°C, cSt | 14 |
| @ 100°F, cSt/SUS | 162/750 |
| @ 210°f, cSt/SUS | 14/75 |
| Punto de Inflamación, ASTM D 92, °F/°C, | 450/232 |
| Punto de Congelación, ASTM D 97, °F/°C, | +5/-15 |
| Estabilidad de la oxidación, ASTM D 942 | |
| Caída de presión @ 100 hrs., psi/kPa | 3/20 |
| Caída de presión @ 300 hrs., psi/kPa | 7/48 |
| Fuga de Agua, ASTM D 1264: | |
| @ 100°F/38°C, pérdida porcentual, | 7.7 |
| @ 175°F/79°C, pérdida porcentual | 9.5 |
| Propiedades Preventivas de Corrosión. | |
| ASTM D 1743, tasando, | 1 (Pass) |
| Pruebas anticorrosivas, | |
| DIN 51802, IP 220/67, tasando, | 0 (Pass) |
| Penetración, ASTM D 217 | |
| Trabajo de la carrera 60 Golpes, mm/10, | 265/295 |
| Trabajo de la carrera 100M Golpes, cambio porcentual, | +5 |
| Estabilidad del cilindro, ASTM D 1831, cambio porcentual | 6 |
| Estabilidad de la Máquina, SKF-V2F mecánica, | |
| 500 rpm @ 122°F/50°C | Ningún goteo |
| Separador de aceite, ASTM D 1742, porcentual, | 3,2 |

| | |
|--|-----------|
| Rendimiento de los rodamientos, ASTM D 1263: | |
| Goteo, gramos, | 0,04 |
| Depósitos | Ninguno |
| Prueba EP, ASTM D 2509, Valor de OK, lbs/kg, | 35/16 |
| Prueba de la cuatro Bolas EP, ASTM D 2596: | |
| Índice de Uso de carga, kg. | 63 |
| Cantidad de Soldadura, kg. | 250 |
| Prueba de las cuatro Bolas (1hr., 40 kg., 1800 rpm, 75°C/167°F), | |
| Marque con cicatriz diámetro, mm, | 0,52 |
| Rendimiento de Rodamiento Presión - dinámica, DIN 51806 (SKF R2F): | |
| Temperatura Ambiente | Paso |
| Temperatura elevada | Paso |
| Clasificación de Calidad, Sólidos de la Molub-alloy, | Precisión |

CAPÍTULO 4

MÉTODO TRADICIONAL DE ENGRASE

4.1. Mantenimiento Preventivo por Grupo

MANTENIMIENTO PREVENTIVO GRUPO EN HORAS HOMBRE MENSUAL

| DETALLE | Nº HORAS H | Nº HOMBRES H | TOTAL Hh (02 Quinc) |
|--|------------|--------------|---------------------|
| - ALTERNADOR: Limpieza de anillos y portacarbonos del rotor y escobilla de puesta a tierra. | 3 | 2 | 12 |
| - EXCITATRICES: Sopleteado con aire comprimido y limpieza de los colectores. | | | |
| - CARBONES: Cambio según estado. | | | |
| - TRANSFORMADORES: Secado de sal deshumecedora (U,V,W), (según estado) | 4 | 1 | 8 |
| - COJINETES: Limpieza de bases cojinetes. | 2 | 1 | 4 |
| - VALVULAS ESFERICAS: Engrase general. | 2 | 2 | 8 |
| - TURBINAS: Engrase válvula piloto, introductores, válvula de freno y árbol de regulación | 2 | 2 | 8 |
| - REGULADOR DE VELOCIDAD: - Limpieza de filtros magnéticos y mallas. - Centrifugado de aceite (02 vueltas completas). | 8 | 2 | 32 |
| - BOMBAS REFRIG. Y DRENAJE: Engrase general | 1 | 2 | 4 |
| - ELECTROV. AGUA REFRIG. : Engrase general. | 1 | 2 | 4 |
| - CARCAZA: Limpieza exterior. | 2 | 1 | 4 |
| - REVISION HIDRÁULICA | 3 | 3 | 18 |
| | | | 102 |

4.2. Instrucciones de Mantenimiento

4.2.1. Engrase de Válvulas Esféricas (Ver Anexo 2)

1) Objetivo

Mantener en óptimas condiciones de funcionamiento los puntos móviles de dicha válvula y un trabajo adecuado de las empaquetaduras de todo el componente.

2) Alcance

Central Huinco Grupos 1, 2, 3 y 4, Válvulas Esféricas en general (8 válvulas)

3) Responsabilidad:

De los Operadores y Maquinistas de operación

4) Actividades

4.1) Condiciones Previas:

- a. Coordinar con el operador de turno.
- b. Grupo fuera de servicio.
- c. Colocar tarjeta de seguridad en sala de mando y sala de máquinas.

4.2) Procedimiento:

- a. Pesar la engrasadora cuando se encuentre lista para iniciar el proceso de engrase.

- b. Poner aguas arriba el cierre de las válvulas esféricas.
- c. Abrir válvula de purga del inductor.
- d. Proceder a introducir grasa en los puntos de engrase observando su ingreso adecuado hasta el rebose por el eje; en las graseras que van a la empaquetadura en "V" del servomotor de rotación, echar aproximadamente 20 bombeadas.
- e. Limpiar los puntos de engrase.
- f. Seguir el mismo procedimiento en los puntos del 2 al 5 para el caso de la válvula esférica lado "B".
- g. Pesar la engrasadora al final del proceso de engrase. La diferencia entre el pesado antes y después del trabajo nos dará el consumo promedio de grasa.

Nota: Si existiera alguna graseras en mal estado proceder a cambiarlas.

4.3) Normalización

- a. Cerrar purga de los inductores.
- b. Utilizando la válvula de estanqueidad de las válvulas esféricas, asegúrese del cierre de las mismas en posición aguas abajo.

- c. Retirar las tarjetas debidamente firmada y entregar al operador.

| | |
|-----------------------------|-------------------|
| Duración total del trabajo: | 02.00 hrs. |
| Periodicidad | Quincenal |

5) Personal

- Asistente operador
- Maquinista

6) Equipos y Herramientas:

- Una engrasadora manual
- Una llave francesa de 8".
- Un balde para los residuos de la grasa.
- Escalera de aluminio de 4 pasos.

7) Materiales y Repuestos:

- ½ kg. de waype.
- ½ galón de kerosén.
- ½ kg. Grasa Mollub-Alloy.

8) Referencias:

- Programa de Mantenimiento Mecánico CA&E.
- Cartilla de MBO

9) Definiciones

| | |
|---------------|-----------------------------------|
| MOLLUB-ALLOY: | Grasa color negro multiuso. |
| MBO: | Mantenimiento Básico Operacional. |

10) Documentación:

- Planning del MBO
- OTS de trabajo

4.2.2. Engrase de Turbinas (Ver Anexo 2)

1) Objetivo

Lubricar los puntos en movimiento del sistema de regulación de Turbina, logrando respuestas inmediatas a una acción de orden del regulador.

2) Alcance

Central Huinco Grupos 1, 2, 3 y 4, articulación de turbinas y accesorios.

3) Responsabilidad:

Del operador y Maquinista de operación.

4) Actividades

4.1) Condiciones Previas:

- a. Coordinar con el operador.
- b. Grupo en servicio (de preferencia)
- c. Colocar tarjeta de seguridad.

4.2) Procedimiento:

a. Usando la engrasadora introducir grasa MOLLUB-ALLOY en los puntos de engrase determinados. Esto incluye lo siguiente: Turbinas, Válvulas Pilotos, Válvulas de Freno y Árbol de Regulación. Poner aguas arriba el cierre de las válvulas esféricas.

b. Al engrasar el brazo de accionamiento del árbol de regulación y deflectores.

Tener cuidado en lo siguiente:

- Retirar la tapa superior de la válvula piloto.
- Introducir la grasa hasta observar por la parte interna que ingrese la cantidad de grasa necesaria evitando rebosar dentro del cárter de la válvula piloto.
- Una vez engrasado este punto retirar la tapa lateral de la válvula piloto con el fin de limpiar la grasa que rebosa y se acumula en la lata especialmente confeccionada para este fin.
- Una vez limpiado este depósito se procederá a colocar ambas tapas en la válvula piloto.

IMPORTANTE: El buen cumplimiento de esta parte del procedimiento permitirá eliminar la causa más importante de contaminación de aceite del regulador que se origina por la mezcla de grasa y aceite dentro del cárter de la válvula piloto y que descarga al cárter del regulador de velocidad.

- c) Limpiar adecuadamente los puntos de engrase así como las zonas cercanas a los puntos de engrase (acumulación de grasa agua y aceite en pisos y carcazas) para eliminar vestigios de agua.
- d) Verificar el estado de las graseras en caso de estar defectuosos, proceder a su cambio.

Duración total del trabajo: **2 horas**

Periodicidad **Quincenal**

5) Personal

- Un electromecánico.
- Un Maquinista.

6) Equipos y Herramientas:

- Una llave mixta # 11
- Una llave mixta # 12
- Una llave mixta # 13
- Engrasadora neumática
- Llave francesa de 8"

7) Materiales y Repuestos:

- ½ kg. de waype.
- ½ galón de kerosén o Gasolina.
- Graseras rectas, en 45 o en 90.
- Grasa MOLLUB-ALLOY

8) Referencias:

- Programa de Mantenimiento Mecánico CA&E.
- Cartilla de MBO

9) Definiciones

- MOLLUB-ALLOY: Grasa color negro multiuso.
- MBO: Mantenimiento Básico Operacional.

10) Documentación:

- Planning del MBO
- OTS de trabajo

4.3. Descripción del Equipo de la Bomba Manual de Engrase

4.3.1. Instrucciones de Servicio del Modelo 7149-4

La serie 7149-4 de la bomba vertical con válvula en el émbolo, es diseñada para entregar a los cojinetes o puntos fuera del camino del equipo con diversos tipos de accesorios de grasa.

Estas bombas desarrollan desde 2500 a 5000 PSI (176 a 352 kg/cm²) entregan aproximadamente 1/3 onza por el golpe con la palanca adherida para bombear en la posición del centro normal. El recipiente del lubricante tiene una capacidad de 35 libras.

Ver Anexo 3, fig. N° 7 del modelo 7149-A4 de la bomba vertical con válvula en el émbolo.

FUNCIONAMIENTO

Para llenar recipiente:

1. Levantar la palanca y limpiar cabezal del recipiente.
2. Aflojar los tornillos moleteados de mariposa y un lado de la tapa de deslizamiento.
3. Llenar el recipiente de lubricante y tener cuidado que se forme ninguna bolsa de aire.

Para usar:

1. Verificar el estado de la manguera y ver que todas las conexiones estén seguras.
2. La palanca fija a la posición apropiada, ver fig. N° 7 y 8, Anexo 3.
 - A. Para los lubricantes de peso ligeros y las temperaturas cálidas.
 - B. Para los lubricantes de mediana consistencia.
 - C. Para los tiempos fríos y/o los lubricantes espesos.
3. Limpiar el montaje y acople y coloca acople sobre el montaje.
4. Bombeo lubricante hacia adentro del cojinete. Sacar acople.
5. Envuelva la manguera alrededor del cubo y adhiera el acople a encajar encima del recipiente. En la mayoría de los modelos, este montaje sirve como una descarga de la presión y permitir el exceso de lubricante encontrarse atrás con el recipiente.

Si la bomba no establece presión o entrega lubricante:

1. Verifique para ver si el nivel del lubricante es bajo o si las bolsas de aire se han desarrollado permitiendo ingresar aire en la bomba.
2. Verifique manguera y conexión para las fugas.
3. Si todavía no establece presión, la bomba debe repararse con equipo de la reparación mayor o reemplazo.

4.4. Desventajas del Método Tradicional**4.4.1 Desventajas del Engrase Actual (Ver Anexo 4)**

- Grupo fuera de Servicio
- Contaminación de la grasa con el agua que va al río
- No hay un adecuado control con la cantidad de grasa utilizada
- Tiempo largo para el engrase.
- Operación discontinua
- Aumento de costos operativos
- No asegura una efectiva lubricación
- No ahorra la mano de obra de lubricación
- Molestias para los obreros por fugas de grasa
- Graseras en mal estado por el constante uso de poner y sacar las conexiones

CAPÍTULO 5

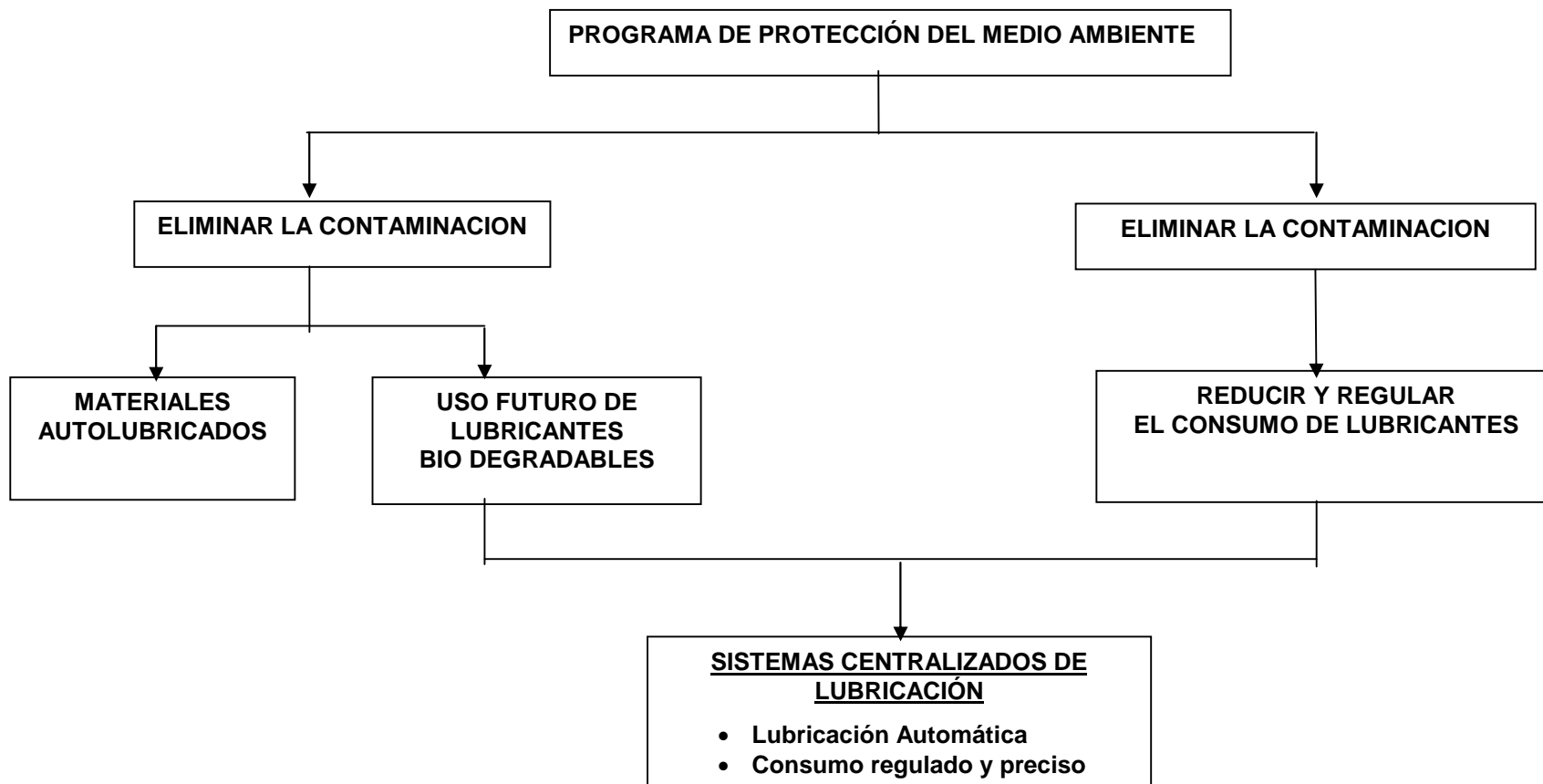
OPTIMIZACIÓN TÉCNICA DEL SISTEMA ACTUAL

Debido a las razonables preocupaciones ambientales, y en previsión a las futuras regulaciones para la protección del Medio Ambiente, he creído conveniente mejorar el impacto ambiental en el más corto plazo a través de un programa de Protección del Medio Ambiente que he diseñado al cual se muestra a continuación.

5.1. Programa de Protección del Medio Ambiente

En el cuadro N° 5.1.se muestra el programa de protección del medio ambiente:

CUADRO N° 5.1.



5.2 Sistema Centralizado de Lubricación para la Válvula Esférica

5.2.1. Ventajas del Sistema Centralizado

- a) Operación Continua
- b) Reducir los Costos Operativos
- c) Eliminar la Sobre-Lubricación o Sub-Lubricación
- d) Asegurar la Positiva y Efectiva Lubricación
- e) Ahorrar la mano de obra de Lubricación y eliminar el error humano
- f) Prevenir los peligros de daños físicos al personal relacionado con la lubricación
- g) Reducir las reparaciones y extender la vida útil de las partes y repuestos

5.2.2. Estudio de Ingeniería que permitirá racionalizar el consumo de Lubricante

5.2.2.1. Operación

El funcionamiento de la bomba se pone en marcha en un intervalo de tiempo de la unidad de control.

El lubricante es bombeado en un sistema cerrado para darle continuidad y a lo largo del sistema principal a los inyectores, cuando es requerido por la unidad de control.

El lubricante en la cámara de descarga del inyector es descargado a los puntos de engrase.

El movimiento del distribuidor en el inyector permite medir el ingreso justo de lubricante a la cámara.

Después que todos los inyectores se descargan, el sistema aumenta su presión.

Por caída de presión del lubricante en la bomba se cierra el interruptor automático y se abre la válvula auxiliar para disminuir la presión de retorno (contrapresión) en el reservorio.

5.2.2.2. Ventajas

- Económico
- Fácil diseño
- Se pueden agregar o quitar puntos de lubricación
- Salidas ajustables
- Contiene indicadores visuales
- Para usar aceite o grasa

5.2.2.3. Principales Componentes

- Bomba operado eléctricamente
- Cronómetros (Control de tiempos)
- Reservorio
- Válvulas Distribuidoras
- Inyectores

5.2.2.4. Problemas Críticos

- Los indicadores principales para el correcto funcionamiento son la presión de la bomba y los pines indicadores del inyector.
- Si no aumenta la presión de la bomba, existe una fuga en la línea o posiblemente ningún lubricante en el reservorio.
- Si no funciona el pin indicador del inyector, allí se encuentra un obstáculo o el inyector no está operando correctamente.
- Si no disminuye la presión del sistema, es posible que la válvula auxiliar no está operando correctamente.
- Los problemas comunes con estos sistemas son obstáculos en los inyectores, derivación en los inyectores o filtraciones en la línea principal.
- Los inyectores pueden repararse en un taller de reparación incluido todas las empaquetaduras y resortes.

5.2.2.5. Cálculos Importantes

a) Selección de las Válvulas Distribuidoras

1. Preparar la lista de puntos de engrase.
2. Si la distancia entre la válvula distribuidora y el punto de engrase es menor que 10" (20,54 cm), se puede utilizar una válvula distribuidora.
3. Calcular la cantidad de grasa que utiliza cada punto de engrase por semana (grms/Semana).

Ejemplo:

Periodo de engrase: Quincenal

Cantidad: 0 grms.

Nº de puntos: 19

grms./Semana = 1,05

Nota: La distribución se hace de acuerdo al orden de importancia (Por ejemplo en el punto de engrase Nº 1 en el servomotor diferencial oleodinámico de rotación 24 grms./Semana)

4. Calcular el volumen establecido en pulg³ cada 4 horas del punto de engrase, considerando densidad de la grasa = 0,95 grms./cm³

CUADRO 5.2.

Grupo I (02 Válvulas Esféricas por Grupo)

| DISTRIBUIDOR | Ref. N° | Nombre o Localización de Puntos de Engrase | Puntos Engrase Reemplazo | | | Tamaño Válvula Ideal | Tamaño Válvula | Descarga Válvula por Ciclo |
|--------------|---------|--|--------------------------|---------|----------|----------------------|----------------|----------------------------|
| | | | Grupos/semana | Volumen | Relación | | | |
| A | 1 | Servomotor de Rotación | 24 | 0.036 | 16 | 78 | 10 | 0.010 |
| | 2 | Brazo Leva | 20 | 0.030 | 13 | 65 | 5 | 0.005 |
| | 3 | Varilla de Seguridad | 20 | 0.030 | 13 | 65 | 5 | 0.005 |
| | 4 | Anillo prensatopa de bronce | 20 | 0.030 | 13 | 65 | 5 | 0.005 |
| | 5 | Servomotor Diferencial Acercan | 30 | 0.046 | 20 | 100 | 10 | 0.010 |
| | 6 | Servomotor de Fin de Carrera | 20 | 0.030 | 13 | 65 | 5 | 0.005 |
| | 7 | Collar de Empuje Ac Fund | 20 | 0.030 | 13 | 65 | 5 | 0.005 |
| | 8 | Pistón | 24 | 0.036 | 16 | 78 | 10 | 0.010 |
| | 9 | Sector Esférico | 20 | 0.030 | 13 | 65 | 5 | 0.005 |
| | 10 | Cuerpo Exterior Ac Fund | 24 | 0.036 | 16 | 78 | 10 | 0.010 |
| | | | 222 | 0.334 | | | | 0.070 |
| B | 11 | Servomotor de Rotación | 24 | 0.036 | 16 | 78 | 10 | 0.010 |
| | 12 | Brazo Leva | 24 | 0.036 | 16 | 78 | 10 | 0.010 |
| | 13 | Varilla de Seguridad | 15 | 0.023 | 10 | 50 | 5 | 0.005 |
| | 14 | Anillo prensatopa de bronce | 15 | 0.023 | 10 | 50 | 5 | 0.005 |
| | 15 | Servomotor Diferencial Acercan | 15 | 0.023 | 10 | 50 | 5 | 0.005 |
| | 16 | Servomotor de Fin de Carrera | 15 | 0.023 | 10 | 50 | 5 | 0.005 |
| | 17 | Collar de Empuje Ac Fund | 20 | 0.030 | 13 | 65 | 5 | 0.005 |
| | 18 | Pistón | 20 | 0.030 | 13 | 65 | 5 | 0.005 |
| | 19 | Sector Esférico | 24 | 0.036 | 16 | 78 | 10 | 0.010 |
| | | | 172 | 0.260 | | | | 0.060 |
| PRIMARIO | A | DISTRIBUIDOR SECUNDARIO A | 222 | 0.334 | 13 | 128 | 20% X 10% | 0.060 |
| | B | DISTRIBUIDOR SECUNDARIO B | 172 | 0.260 | 10 | 100 | 20% | 0.040 |
| | | | 394 | 0.594 | | | | 0.100 |
| GRUPO | 1 | DISTRIBUIDOR PRIMARIO DERECHO | 394 | 0.594 | 10 | 30.0 | 15% + 15% | 0.060 |
| | 2 | DISTRIBUIDOR SECUNDARIO IZQUIERDO | 394 | 0.594 | 10 | 30.0 | 30% | 0.060 |
| | | | 788 | 1.188 | | | | 0.120 |

Ejemplo:

24 grms./Semana = 0,57 grms. cada 4 horas

Volumen = $0,57/0,95 = 0,6 \text{ cm}^3 = 0,036 \text{ pulg}^3$

5. Calcular la relación del punto de engrase establecido, asignando una relación para el punto de engrase con el más pequeño volumen constituido y establecer los otros mayores proporcionalmente.

Ejemplo:

En la columna volumen, del punto de engrase N° 13 y distribuidor "B" tiene de volumen = 0,023 como el más pequeño entonces la relación será de 1,0 y para el punto de engrase N° 1 y distribuidor "A", será:
 $0,036/0,023 = 1,6$.

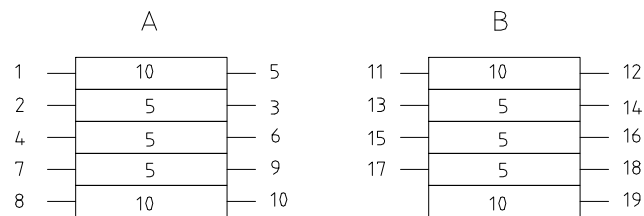
6. Calcular el tamaño de la válvula ideal. Se asigna una válvula (usualmente un valor de 5) al punto de engrase con relación establecida de 1,0 y establecer los otros mayores proporcionalmente. (Ver Anexo 5) (Planificación del Sistema).

Ejemplo:

El tamaño ideal para el punto de engrase N° 13 y distribuidor "B", debe ser de 5 y para el punto de engrase N° 10 y distribuidor "A", será: $1,6 \times 5 = 8,0$

7. Selección de las válvulas secundarias de tamaño normalizado (Anexo 5) que son cercanos al tamaño ideal. Del mismo anexo seleccionamos la descarga de la válvula por ciclo.

Se muestra a continuación un bosquejo de los distribuidores secundarios:



8. Para seleccionar la válvula distribuidora primario, sumamos del distribuidor "A" y distribuidor "B" las columnas grms/semana, volumen, el resultado lo colocamos en los puntos de engrase A y B de la fila PRIMARIO, realizamos los pasos 5, 6 y 7.

Para esta selección del tamaño normalizado debemos de considerar: (Anexo 5)

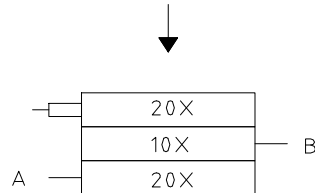
$$10X = 0,020$$

$$15X = 0,030$$

$$20X = 0,040$$

$$30X = 0,060$$

Se muestra a continuación un bosquejo del distribuidor primario



b) Selección de la Bomba y Reservorio

1. Para evitar la obturación de la grasa en las líneas de entrada, simulamos engrasar diariamente durante 15 minutos.
2. Según las instrucciones de mantenimiento, la periodicidad de engrase es quincenal, para nuestro sistema el engrase tendrá una duración de 15 minutos.
3. Calculamos la frecuencia de llenado del reservorio aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Frec. Llenado} = \frac{\text{Cap. Reservorio (lbs)} \times \text{Dens. Lubricante (pulg}^3/\text{lb)}}{\text{N}^\circ \text{ periodo lubric. por mes} \times \text{Vol. requerido del lubri. por periodo lubric.}}$$

Capacidad del reservorio = 4,576 lbs.

De la lista de puntos de engrase, se tiene:

788 grms/semana x 2 semanas = 1576 grms. = 3,52 lbs.

- Considerando 10% de pérdida por lubricación diaria = 0,352lbs.
- Considerando 20% de margen para cualquier eventualidad = 0,704 lbs.

Total: 4,576 lbs.

Densidad de la grasa = $0,95 \text{ grms/cm}^3 = 0,034 \text{ lb/pulg}^3$

$0,034 \text{ lbs/pulg}^3 = 29,2 \text{ pulg}^3/\text{lbs}$

Nº periodo de lubricación por mes = 2

Volumen requerido del lubricante por periodo de lubricación = $1,188 \text{ pulg}^3$ (De la lista de puntos de engrase)

Frecuencia de Llenado = $56,24 \text{ lbs} = 25,56 \text{ kg.}$ por mes

4. De acuerdo a los pasos anteriores y para nuestro sistema de lubricación se selecciona una estación central de grasa accionado por un motor eléctrico. La unidad es abastecida con un ajustable elemento de bombeo de características normalizadas y de bajo nivel de control para minimizar costos ya que pueden ser controlados por sistemas programados de lubricación.

El lubricante es suministrado con una simple regulación en la boca de salida del elemento bombeado.

El lubricador es accionado a través de un motor reductor monofásico. La unidad puede tener 1-3 elementos de bombeo.

Cada elemento tiene una válvula de alivio de presión regulable para proteger al sistema de una posible sobrepresión. Si es necesario para tener grandes descargas, tres boquillas pueden tener sensores junto a una línea de alimentación.

El eje central es accionado por el reductor (reductor de engranajes) que da giros, transmitiendo a la placa giratoria que empuja la grasa a los elementos bombeados.

Las características de la estación central serán:

Elemento de bombeo: 1 hasta 3

Ajustable a la salida de la bomba por minuto:

0,034 pulg³ hasta 540 pulg³

(0,55 cm³ hasta 8,8 cm³)

Motor: 240/440 , 50/60 Hz

Bajo nivel de control : 5 A , 250v , IP65

Capacidad del Reservorio: 5 kg. (11 lbs.)

Máx. Presión de Trabajo: 500 bar (7260 PSI)

Máx. Grasa: NLGI N° 3

Puerto de descarga: ¼ " NPT

c) Selección del Control

1. El controlador es un microprocesador programable, específicamente diseñado para el control de este sistema centralizado.
2. El controlador ordena funcionar el motor en un periodo de 15 minutos diarios y controla la apertura de la válvula principal durante 15 minutos cada 2 semanas.
3. El controlador es fácil de programar. Simplemente adelantar por medio de pasos la programación con una selecta clave aumentando o quitando los valores mostrados por cada paso con el + o – claves. El programa es permanentemente acumulado en un EEPROM.

Las características técnicas del control son:

Entrada:

115VAC – 50/60 Hz – Protección sobrevoltaje

Salidas:

Bomba ----- pulsos o continuos, forma A, 115 VAC

5 amp. inrush (arranque), 2amp continuos

Ciclo interrupción – 12-16 VDC , 12-16 ma. DC

Falla interruptores - 12-16 VDC, 12-16 ma. DC

Relé falla contactos- 2 amp. 125 VAC

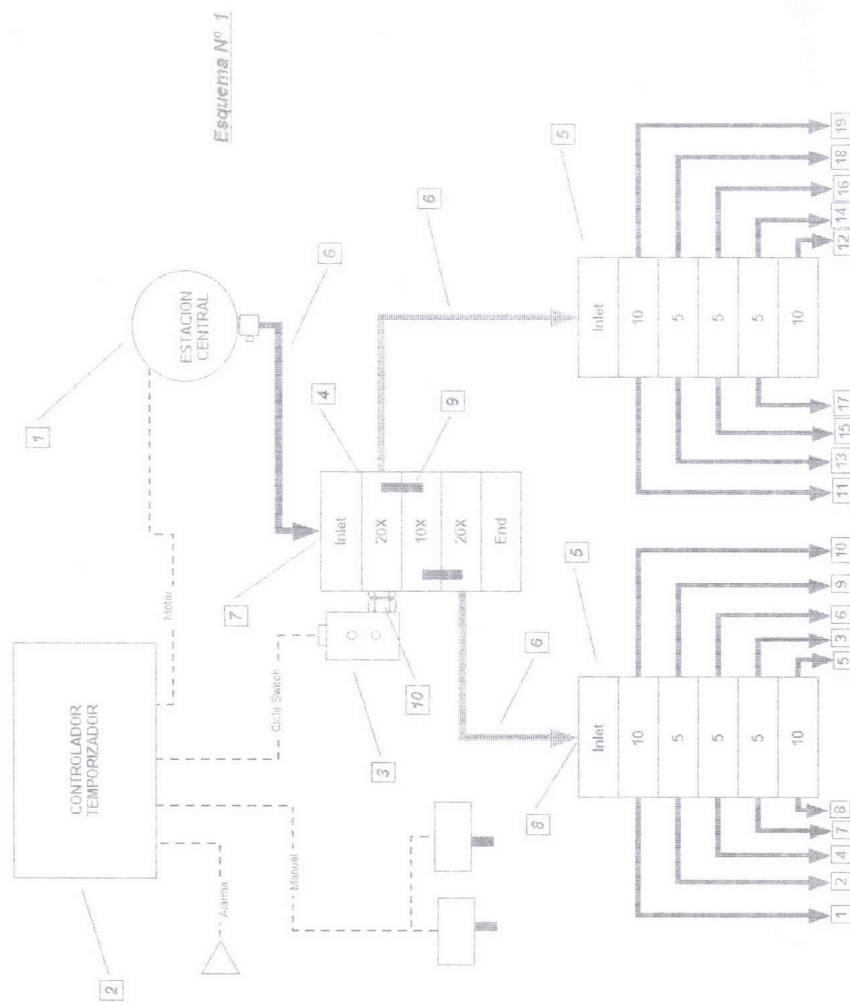
Tablero- NEMA 4X, polycarbonato

Temperatura ambiente- 20 °F hasta 120 °F

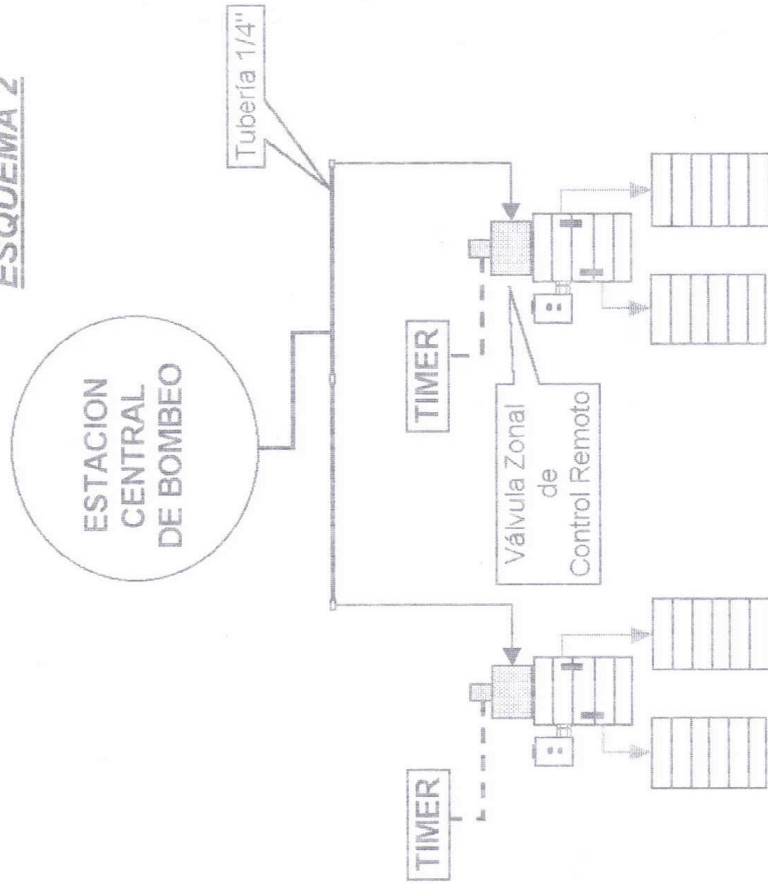
Vibración- 1.5 G

Memoria Permanente – EEPROM (No batería)

5.2.2.6. Diseño del Sistema de Engrasen



ESQUEMA 2



5.3. Materiales Auto lubricados para el Árbol de Regulación

5.3.1 Especificaciones Técnicas de los Materiales Auto lubricados (Anexo 6)

Compuesto deslizante resistente al desgaste. Compuesto a base de resinas y fibras sintéticas, alterados con aditivos autolubricantes, tales como: PTFE, Grafito, MoS₂, óleo, etc.

5.3.1.1 Especificaciones Técnicas del NYLON

| ESPECIFICACIONES TECNICAS | | | |
|--|----------------------|-------------|------------------------|
| PROPIEDADES | UNID. | NORMA | VALOR |
| PROPIEDADES DE MASA | | | |
| Gravedad específica a 22.5 °C | gr / cm ³ | ASTM – D792 | 1.14 |
| Absorción de agua en 24 horas | % | ASTM – D570 | 1.28 – 2.5 |
| Absorción de agua saturado a 23 °C / 50%HR | % | | 2.6 |
| Absorción de agua estado saturación a 23 °C | % | | 9 |
| PROPIEDADES TERMICAS | | | |
| Punto de Fusión | ° C | | 220 |
| Conductividad Térmica a 23 °C | W / K.m | DIN52612 | 0.28 |
| Coefficiente lineal dilatación térmica | | | |
| Valor promedio entre 23 y 60 °C | m / m ^o k | | 90 x 10 ⁻⁶ |
| Valor promedio entre 23 y 100 °C | m / m ^o k | | 105 x 10 ⁻⁶ |
| Temperatura de servicio máx. en aire (en puntas) | ° C | | 160 |
| Temperatura de servicio continuo (Sin Carga) | ° C | | 85-70 |
| PROPIEDADES MECANICAS | | | |
| Resistencia a la tracción a 22.5 °C en la rotura | N / mm ² | DIN53455 | 45 |
| Módulo de elasticidad | N / mm ² | DIN53457 | 1600 |
| Alargamiento en la rotura | % | ASTM-D638M | >100 |
| Resistencia al choque con entalla (Izod) | kJ / m ² | ASTM-D256 | 5.5 |
| Dureza RockWell | | D53505 | M85 |
| PROPIEDADES ELECTRICAS | | | |
| Resistencia dieléctrica | KV / mm | ASTM-D149 | 16 |
| Constante dieléctrica a 50Hz | | ASTM-D150 | 7.4 |
| Resistencia Transversal | Ohm / cm | ASTM-D257 | 10 ¹⁵ |
| Resistencia Superficial | Ohm | ASTM-D257 | 10 ¹⁴ |

5.3.1.2 Especificaciones Técnicas del TEFLON

| ESPECIFICACIONES TECNICAS | | | |
|--|--------------------|-----------------|------------------------|
| PROPIEDADES | UNID. | NORMA | VALOR |
| Resistencia a la Tracción a 22.5 °C | PSI | D638 | 2500 - 6000 |
| Elongación a 22.5 °C | % | D638 | 150 – 600 |
| Módulos de elasticidad a Tracción | PSI | D638 | 95,000-115,000 |
| Módulo de elasticidad a la Flexión | PSI | D790 | 70,000-110,000 |
| Resistencia a la fátiga a 1000 PSI | million | Sonntag | 20 |
| Resistencia a la fátiga a 1400 PSI | million | Sonntag univer. | 7 |
| Dureza a 22.5 °C shore D | | D785 | 50 - 65 |
| Resistencia a la Abrasión | | | |
| Test de Abrasi;on 100 ciclos | mg | | 2,2 |
| Test de Abrasión 1000 ciclos | mg | | 8,9 |
| Esfuerzo de compresión 73 °F (22.5 °C) | PSI | D695 | 1700 |
| Deformación sometido a carga a 78 °F | | | |
| A 1000 PSI por 24 Horas | % | D621 | 2,4 |
| A 2000 PSI por 24 Horas | % | D621 | 15,0 |
| Gravedad Específica | gr/cm ³ | D792 | 2,14 – 2,24 |
| Coefficiente de fricción estático y dinámico | | | 0,05 – 0,08 |
| Resistividad Volumétrica | ohm – cm | D257 | >10 ¹⁸ |
| Resistividad Superficial | ohms | D257 | >10 ¹⁸ |
| Constante Dieléctrica | | D150 | 2,1 |
| Absorción de agua en 24 Horas | % | D570 | 0,01 |
| Resistencia Dieléctrica | Volt/mil | D149 | 2000 |
| Coefficiente Térmico expansión lineal | ° F ⁻¹ | D696 | 5,5 x 10 ⁻⁵ |
| Temperatura de fusión | ° C | | 327 |
| Temperatura de servicio continuo | ° C | | 288 |

5.3.1.3 Especificaciones Técnicas del FEROFORM

| FEROFORM | | T11 | T12 | T14 | T814 | F363 |
|---|---|--|------------------|-------------|-------------|-------------|
| Resistencia Máxima a la Compresión | Mpa | 280 | 280 | 300 | 250 | 280 |
| Presión Normal Máxima de Operación | Mpa | 62 | 62 | 65 | 62 | 75 |
| Deformación por Compresión 68,9 Mpa | % | 2 | 2 | 2,2 | 5 | 1,2 |
| Resistencia a la Flexión | Mpa | Sin Condiciones de Medir la Flexión, debido a la Elasticidad | | | | 135 |
| Resistencia al Impacto (Charpy Dentado) | KJ/m ² | 45 | 45 | 50 | 35 | 30 |
| Resistencia al Cizallamiento | MPa | 70 | 70 | 80 | 70 | 88 |
| Densidad | g/cm ³ | 1,32 | 1,32 | 1,35 | 1,25 | 1,52 |
| Dureza Brinell | | 25 | 25 | 25 | 25 | 46 |
| Absorción de Agua | % a 20°C | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 0,35 | 2,5 |
| | % a 80°C | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Coeficiente de Fricción | en Seco | 0,09 - 0,12 | 0,08 - 0,16 | 0,12 - 0,18 | 0,04 - 0,08 | 0,12 - 0,15 |
| | Mojado | 0,11 - 0,15 | 0,11 - 0,18 | 0,16 - 0,22 | 0,06 - 0,09 | |
| Coeficiente de Dilatación - Perpendicular a las Laminas | x 10 ⁻⁶ por °C | 50 | 50 | 50 | 50 | 45 |
| | Paralelas a las Laminas x 10 ⁻⁶ por °C | 45 | 45 | 45 | 45 | 15 |
| Temperatura Máxima de Trabajo | °C | 100 | 100 | 100 | 100 | 200 |
| Capacidad de Temperatura Intermitente | °C | 120 | 120 | 120 | 120 | 210 |
| COMPUESTO – Tipo de Fibras | | Sintética | Sintética | Sintética | Sintética | Aramida |
| COMPUESTO – Tipo de Lubricante Sólido | | Grafito | MoS ₂ | - | PTFE | Grafito |

5.3.2 Ventajas de los Materiales Auto lubricados

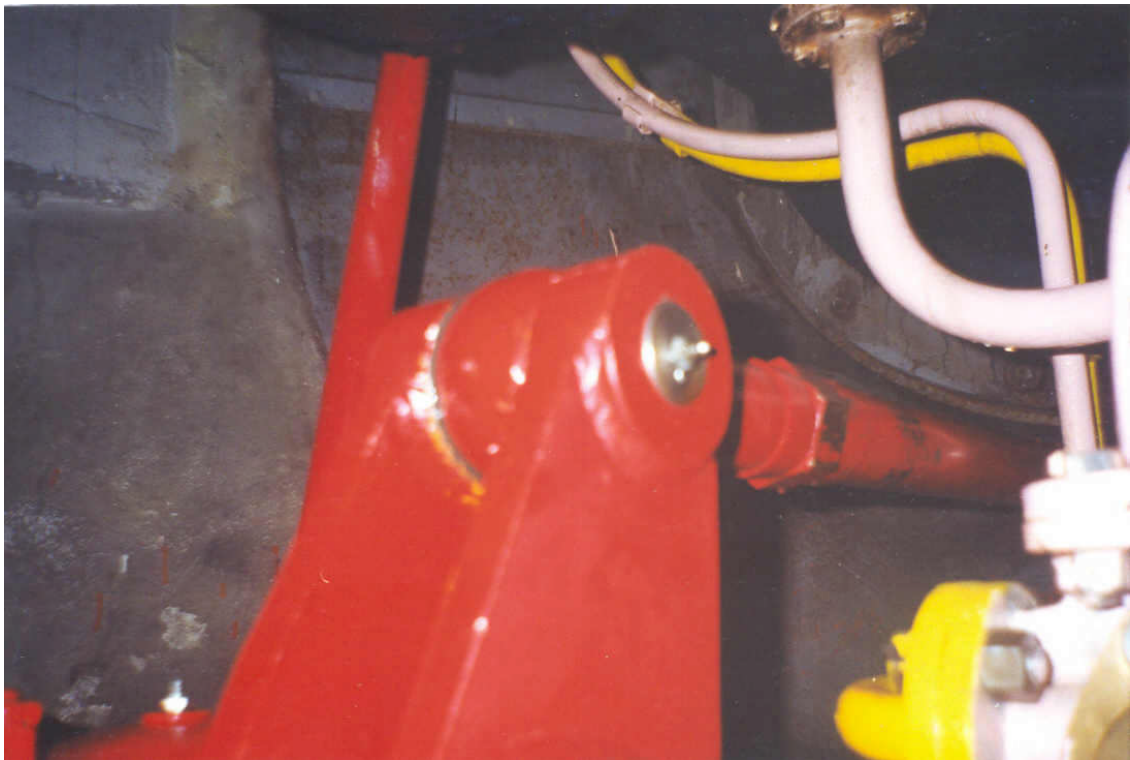
- a) Excelente resistencia al desgaste
- b) Resistencia a los abrasivos
- c) Silencioso
- d) Opera en seco o sumergido
- e) Bajo coeficiente de fricción
- f) Anticorrosivo
- g) Buena resistencia química
- h) Alta capacidad de carga

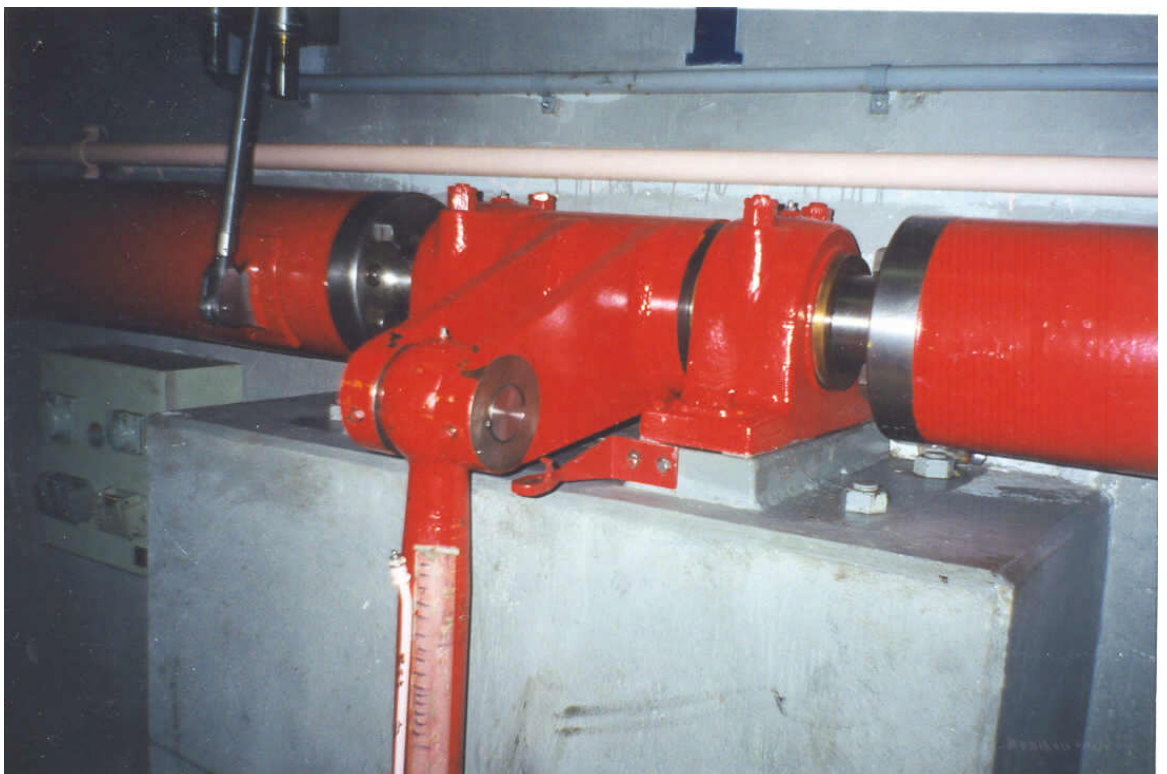
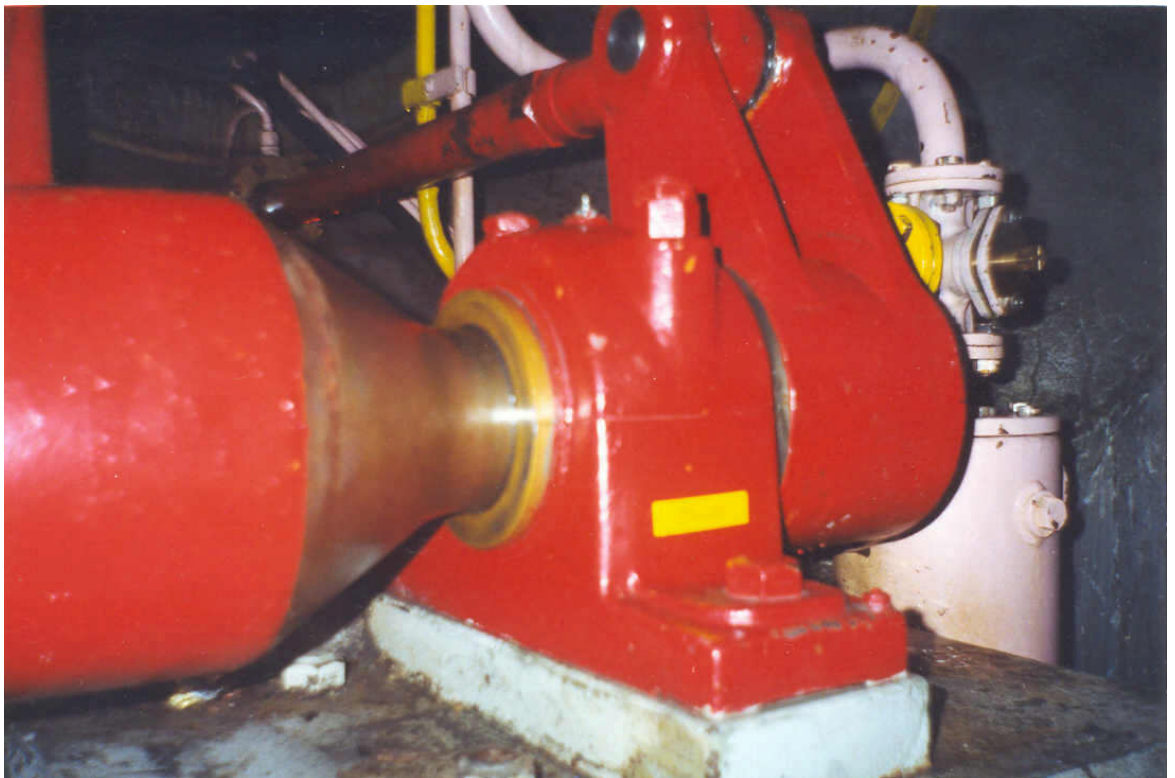
- i) Autolubricante
- j) Elástico, absorbe choques y desalineamientos
- k) Liviano, 1/5 de peso de bronce
- l) Facilidad en el Montaje
- m) Libre de mantenimiento

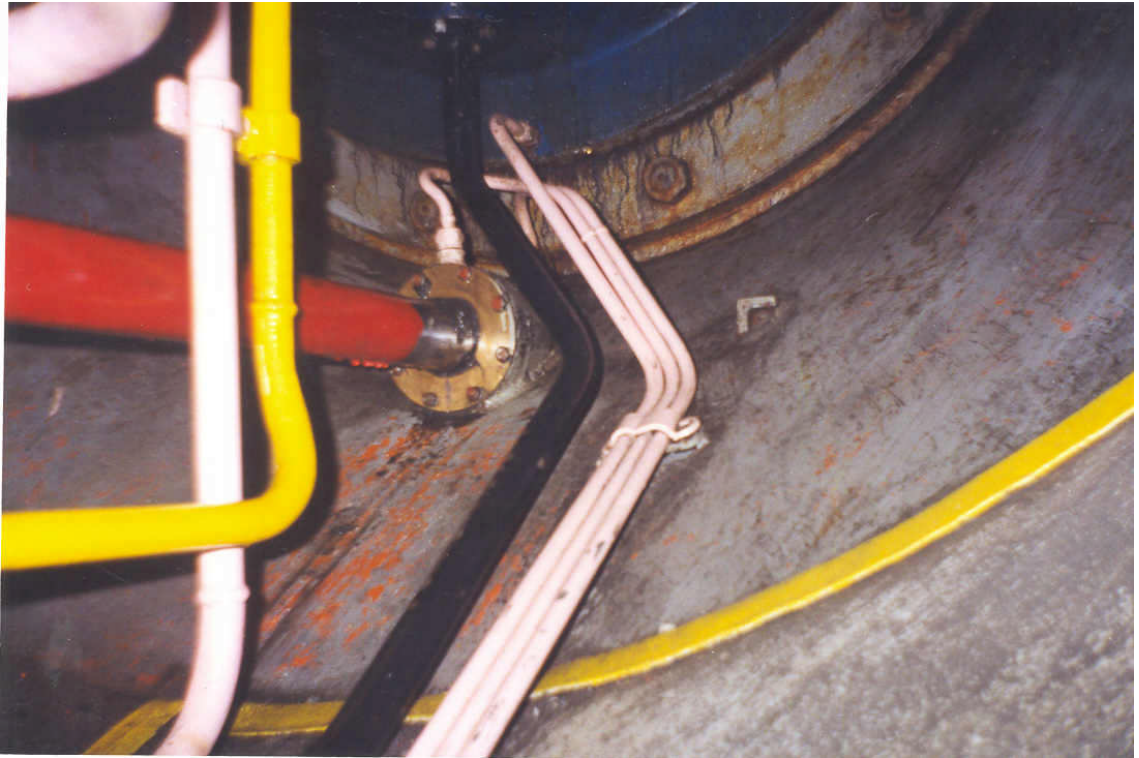
5.3.3 Ubicación de los Materiales Auto lubricados

5.3.3.1 En el Árbol de Regulación

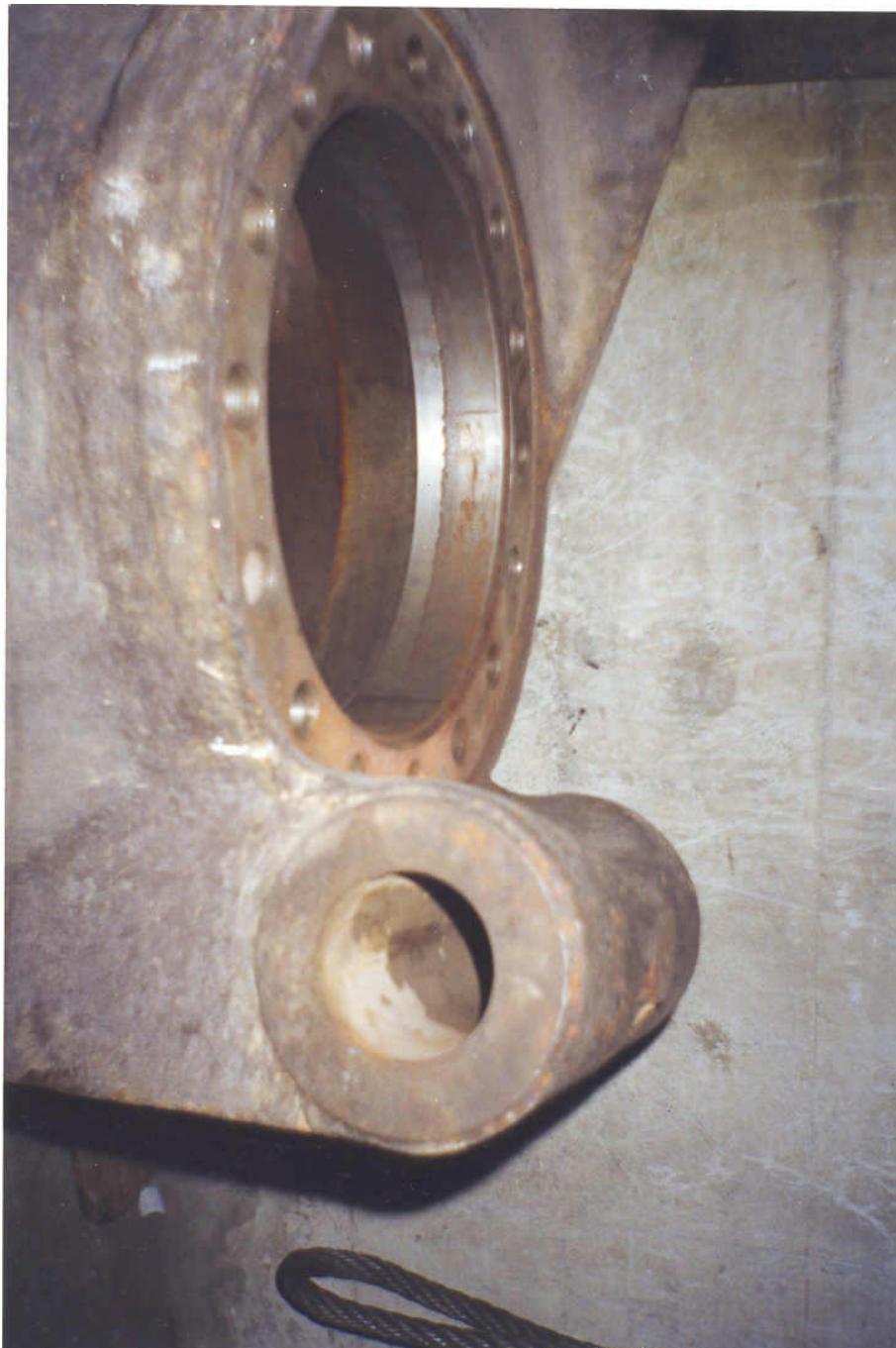
(Observar las siguientes 5 fotos)







5.3.3.2 En Apertura y Cierre del Deflector
(Ver anexo 7)



5.3.4 Estudio de Ingeniería que permitirá reemplazar los Materiales Actuales por los Auto lubricados

5.3.4.1 Cálculo de Cargas y Esfuerzos sobre el Deflector (Posición Cerrado)

Aplicamos la Fórmula:

$$Fch = \rho\varphi \left(K_{co} \sqrt{2gH_n} - U \right) \left(1 + K_m \cos \beta_2 \right)$$

Fuente: MAQUINAS HIDRÁULICAS (Wilfredo Jara T.)

Donde:

ρ = Densidad (kg/m³)

φ = Caudal (m³/s)

K_{co} = Coeficiente de Tobera

H_n = Altura neta(m)

U = Velocidad debido a la Rotación (m/s)

K_m = Coeficiente de Cuchara

β_2 = Angulo de Salida que define la dirección de la velocidad relativa al alabe

$$\rho = \gamma/g = 1000/9,8 = 10,2$$

$$Q = 6,25/2 = 3,125$$

$$K_{co} = 0,97 \text{ (Bastante Conservador)}$$

$$H_n = 1245$$

$$U = 514 \text{ rpm} = 53,82 \text{ m/s}$$

$$K_m = 0,92 \text{ (Bastante Conservador)}$$

$$\beta_2 = 10^\circ (8^\circ \text{ a } 12^\circ)$$

$$\mathbf{F_{ch} = 5936,02 \text{ N} = 605,71 \text{ kgf}}$$

Para calcular la F_1 en el diagrama de cuerpo libre, aplicamos momentos en el punto 6:

$$\Sigma M_6 = 0 \text{ (Momento resultante del punto fijo del Deflector)}$$

$$F_{ch} \times 520 \text{Sen}(a) = F_1 \times 500 \text{Sen}(b)$$

$$F_{ch} = 605,71 \text{ kgf}$$

$$\text{Sen}(a) = 340/520 = 0,65$$

$$\text{Cos}(b) = 105/500 = 0,21$$

$$\text{Sen}(b) = 0,98$$

$$\mathbf{F_1 = 417,8 \text{ kgf}}$$

FR₅ = Fuerza Resultante en el punto 5

$$\mathbf{FR_5 = F1 = 417,8 \text{ kgf}}$$

σ_5 = Esfuerzo de Aplastamiento en el Punto 5

$$\sigma_5 = \mathbf{FR_5/A_{proyectada}}$$

$$\mathbf{A_{proyectada} = 50 \times 130 = 6500 \text{ mm}^2}$$

$$\mathbf{\sigma_5 = 417,8/6500 = 0,064}$$

Para calcular el esfuerzo resultante en el punto 6, se tiene que:

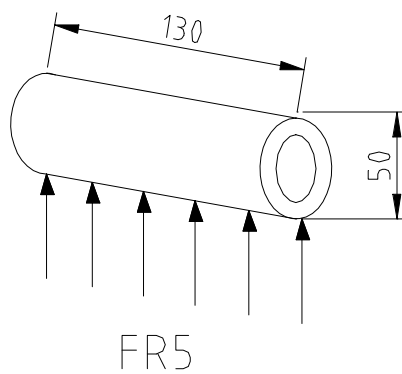
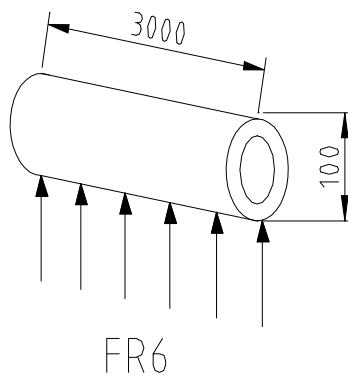
$W_1 = \text{Peso del Deflector (Dato = 510,4 kgf)}$

$R_1 = W_1 = 510,4 \text{ kgf}$

$R_2 = F_{ch} + F_1 = 605,71 + 417,8 = 1023,51 \text{ kgf}$

FR₆ = Fuerza Resultante en el Punto 6

FR₆ = 1143,7 kgf

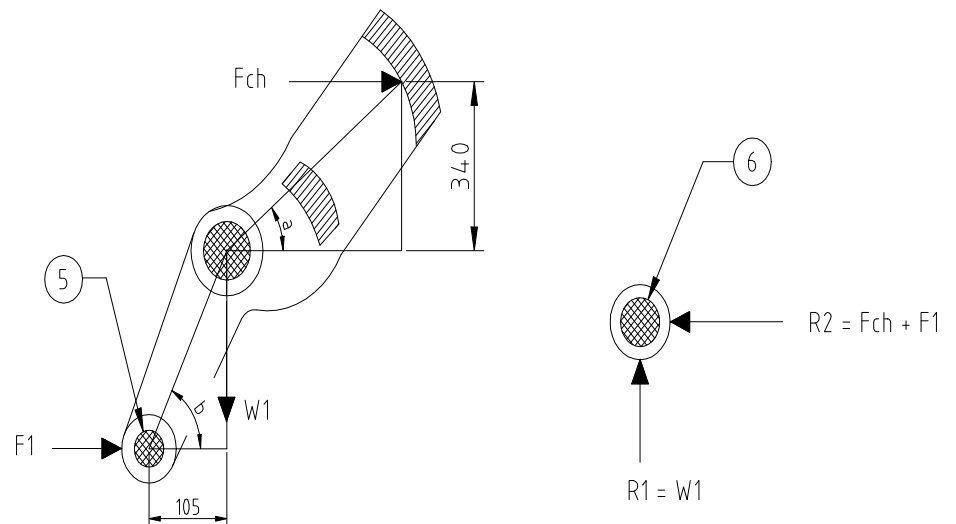


$\sigma_6 = \text{Esfuerzo de Aplastamiento en el Punto 6}$

$$\sigma_6 = FR_6/A_{\text{proyectada}}$$

$$A_{\text{proyectada}} = 100 \times 300 = 30000 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_6 = 1143,7/30000 = 0,064$$



5.3.4.2 Cálculo de Cargas y Esfuerzos sobre el brazo del deflector

En el diagrama de cuerpo libre, se tiene:

$$R_5 = R_3 = F_1 = 417,8 \text{ kgf}$$

$$W_2 = \text{Peso del Brazo (Dato} = 47,9 \text{ kgf)}$$

$$R_4 + R_4 + R_6 = W_2 \dots\dots\dots(1)$$

$$\Sigma M_3 = 0$$

$$1275R_4 + 1600R_4 = 1130W_2 \dots\dots(2)$$

De las ecuaciones (1) y (2):

$$R_4 = 18,8 \text{ kgf}$$

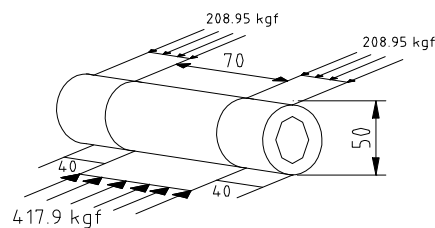
$$R_6 = 10,3 \text{ kgf}$$

FR₃ = Fuerza Resultante en el Punto 3

$$\text{FR}_3 = 417,9 \text{ kgf}$$

σ_3 = Esfuerzo de Aplastamiento en el Punto 3

$$\sigma_3 = \text{FR}_3 / A_{\text{proyectada}}$$



A_{proy. brazo} = Área Proyectada en el Brazo del Árbol

$$A_{\text{proyectada}} = 40 \times 50 + 40 \times 50 = 4000 \text{ mm}^2$$

A_{proy.eje} = Área Proyectada en el Eje del Punto 3

$$A_{\text{proyectada}} = 70 \times 50 = 3500 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_3 \text{ máx} = 417,9 / 3500 = 0,1194 \text{ kgf/mm}^2$$

$\tau_3 = \text{Esfuerzo de Corte en el Punto 3}$

$$\tau_3 = FR_3 / A_{\text{corte}}$$

$$A_{\text{corte}} = \pi(50/2)^2 + \pi(50/2)^2 = 3926.99 \text{ mm}^2$$

$$\tau_2 = 417,9/3926,99 = 0,1064 \text{ kgf/mm}^2$$

$FR_4 = \text{Fuerza Resultante en el Punto 4}$

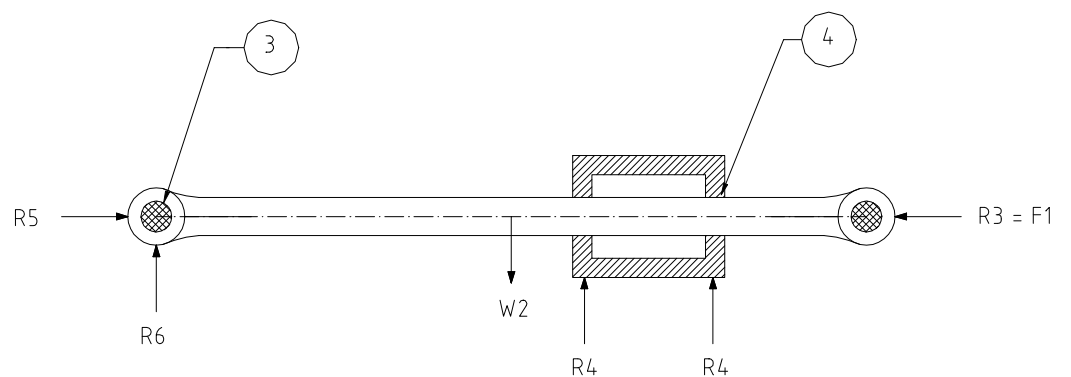
$$FR_4 = R_4 = 18,8 \text{ kgf}$$

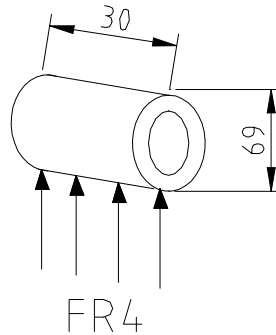
$\sigma_4 = \text{Esfuerzo de Aplastamiento en el Punto 4}$

$$\sigma_4 = FR_4/A_{\text{proyectada}}$$

$$A_{\text{proyectada}} = 69 \times 30 = 2070 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_4 = 18,8/2070 = 0,009$$





5.3.4.3 Cálculo de Cargas y Esfuerzos sobre el Servomotor

En el diagrama de cuerpo libre:

$$R_8 = R_6 = 10,3 \text{ kgf}$$

$$R_7 = R_5 = 417,5 \text{ kgf}$$

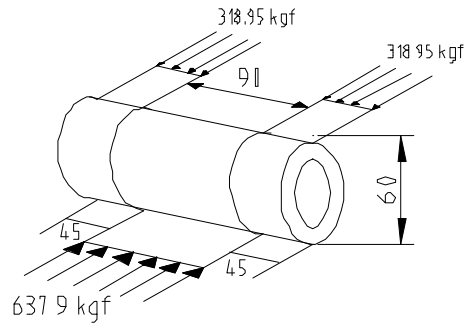
W_3 = Peso del brazo que une el árbol y el brazo del deflector

$$W_3 = 30 \text{ kgf (Dato)}$$

W_4 = Peso del brazo que une el árbol y el servomotor

$$W_4 = 35 \text{ kgf (Dato)}$$

$$R_9 = R_7 = 417,5 \text{ kgf}$$



$\Sigma M_{\text{arbol}} = 0$ (Momento resultante en el eje del Árbol)

$$R_{10} \times 419 \cos \theta = R_8 \times 105 + R_7 \times 300 \cos \theta + W_3 \times 132 \cos \theta + W_4 \times 188 \cos \theta + R_9 \times 419 \sin \theta$$

$$\sin \theta = 105/300 = 0,35$$

$$\cos \theta = 0,94$$

$$R_{10} = 482,3 \text{ kgf}$$

FR₂ = Fuerza Resultante en el punto 2

$$\text{FR}_2 = 637,9 \text{ kgf}$$

σ_2 = Esfuerzo de Aplastamiento en el Punto 2

$$\sigma_2 = \text{FR}_2 / A_{\text{proyectada}}$$

A_{proy. brazo} = Área Proyectada en el Brazo del Servomotor

$$A_{\text{proyectada}} = 45 \times 60 + 45 \times 60 = 5400 \text{ mm}^2$$

$A_{\text{proy.eje}} = \text{Área Proyectada en el Eje del Punto 2}$

$$A_{\text{proyectada}} = 90 \times 60 = 5400 \text{ mm}^2$$

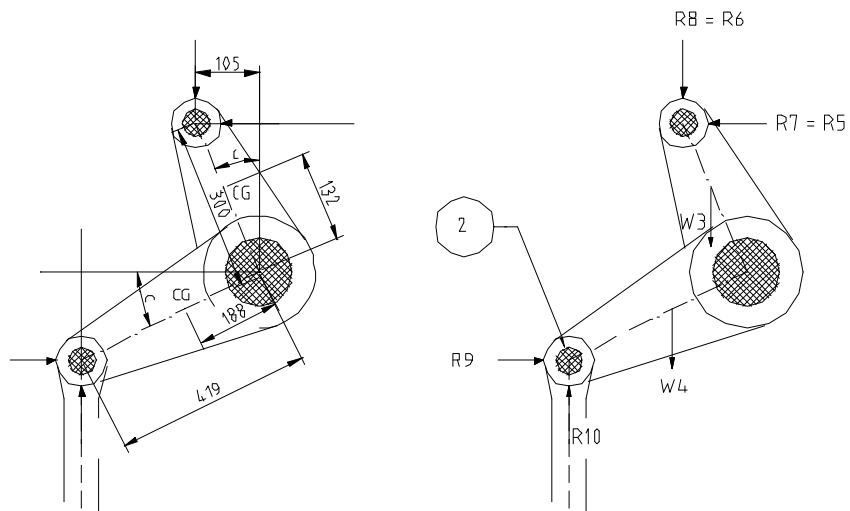
$$\sigma_2 = 637,9 / 5400 = 0,1181 \text{ kgf/mm}^2$$

$\tau_2 = \text{Esfuerzo de Corte en el Punto 2}$

$$\tau_2 = FR_2 / A_{\text{corte}}$$

$$A_{\text{corte}} = \pi(60/2)^2 + \pi(60/2)^2 = 5654,86 \text{ mm}^2$$

$$\tau_2 = 637,9/5654,86 = 0,1128 \text{ kgf/mm}^2$$



5.3.4.4 Cálculo de Cargas y Esfuerzos sobre el Árbol de Regulación (Posición Cerrado)

En el diagrama de cuerpo libre:

$$4R_{11} + R_{10} = 2W_5 + 2W_6 + W_4$$

$$W_5 = R_8 + W_3 = 10,3 + 30 = 43,3 \text{ kgf}$$

$$W_6 = 887,4 \text{ kgf (Dato)}$$

$$W_4 = 35 \text{ kgf (Dato)}$$

$$R_{10} = 482,3 \text{ kgf}$$

$$R_{11} = 203,5 \text{ kgf}$$

FR₁ = Fuerza Resultante en el punto 1

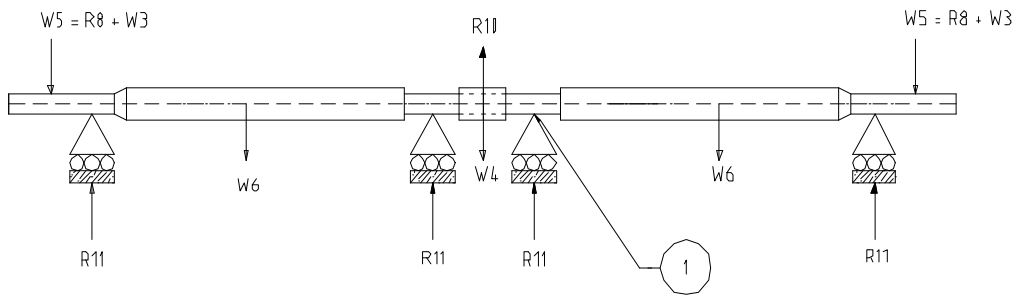
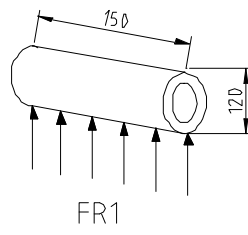
$$\mathbf{FR_1 = R_{11} = 203,5 \text{ kgf}}$$

σ_1 = Esfuerzo de Aplastamiento en el punto 1

$$\sigma_1 = FR_1 / A_{\text{proyectada}}$$

$$A_{\text{proyectada}} = 120 \times 150 = 18000 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_1 = 203,5/18000 = 0,0113$$



5.3.5 Tabla de las Condiciones de Operación

| Item | Cant. (Pz) | Descripción | Carga (kgf) | Area Proyectada (mm ²) | | Esfuerzo (Kgf / mm ²) | |
|------|---------------|--|----------------|------------------------------------|---------|--------------------------------------|--------|
| | | | | Aplastamiento | Corte | Aplastamiento | Corte |
| 1 | 4 | Bocinas Autolubricadas Ø120/132,5 x 150mm | 203,5 | 18000 | | 0,0113 | |
| 2 | 1 | Eje Autolubricado Ø60 x 180mm | 637,9 | 5400 | 5654,86 | 0,1181 | 0,1128 |
| 3 | 2 | Eje Autolubricado Ø50 x 150mm | 417,9 | 3500 | 3926,99 | 0,1194 | 0,1064 |
| 4 | 4 | Bocinas Autolubricadas Ø69/81,5 x 30mm | 18,8 | 2070 | | 0,009 | |
| 5 | 2 | Bocinas Autolubricadas Ø50/62,5 x 130mm | 417,8 | 6500 | | 0,064 | |
| 6 | 2 | Bocinas Autolubricadas Ø100/112,5 x 300mm | 1143,7 | 30000 | | 0,038 | |

CAPITULO 6

EVALUACION ECONOMICA

6.1. Introducción

La evaluación económica a establecer comprende los costos de mantenimiento atribuidos al actual sistema de engrase, así como también los costos de inversión que representa el montaje del nuevo sistema para las válvulas esféricas y las modificaciones de algunos materiales para el árbol de regulación, los cuales en cada aspecto se desarrollan independientemente.

6.2 Indicadores Económicos de Rentabilidad

Miden la rentabilidad de un proyecto y serán útiles en la medida que proporcionan la suficiente información para una correcta toma de decisiones del grupo inversionista.

- a) Valor Actual Neto (VAN)
- b) Tasa Interna de Retorno (TIR)
- c) Coeficiente Beneficio – Costo (B/C)
- d) Periodo de Recuperación (PR)
- e) Costo Anual Equivalente (CAE)

Cuando se realiza la sustitución o reemplazo de un equipo o maquinaria, la evaluación económica difiere ligeramente de los cuatro primeros indicadores.

En el reemplazo de equipos, existen situaciones claramente establecidas, que a su vez, obligan a definir un método específico de evaluación económica.

Una de las situaciones surge cuando la maquinaria a sustituir sólo es parte de un proceso productivo y no produce ingresos por sí misma, es decir, contribuye a la elaboración de un producto y es muy difícil cuantificar con precisión con cuanto contribuye el trabajo de esa máquina, al costo real del producto. En este caso como la máquina bajo estudio no produce un ingreso directo porque junto con otras máquinas elaboran un producto, la evaluación económica más recomendable es una comparación de costos por el método de CAE (Costo Anual Equivalente).

6.2.1. Costo Anual Equivalente (CAE)

Es el valor actualizado de los costos de inversión y de los costos operativos y repartidos en una serie uniforme anual

I_i = Inversión Total

C_i = Costo Total

i = Tasa de Interés

n = Número de Periodos

$$CAE = \left[\sum_{i=1}^n I_i FSA_n^i + \sum_{i=1}^n C_i FSA_n^i - RFSA_n^i \right] FRC_{n+1}^i$$

FSA = Factor Simple de Actualización

$$FSA_n^i = \frac{1}{(1+i)^n}$$

FRC = Factor de Recuperación de Capital

$$FRC_n^i = \frac{(1+i)^n \cdot i}{(1+i)^n - 1}$$

R = Valor Residual

$$RFSA_n^i = \frac{R}{(1+i)^n}$$

6.3. Determinación de los Costos de Mantenimiento del Actual Sistema de Engrase

El costo de Mantenimiento que representa al engrasar las válvulas esféricas y el árbol de regulación de un grupo comprende cuatro rublos principales: Mano de Obra, materiales, equipos y los costos de operación (down-time).

Para nuestros cálculos se ha considerado el costo promedio de un trabajador de EDEGEL en US \$4/H-H.

6.3.1. Costo de Mantenimiento de las Válvulas Esféricas

El sistema de engrase del actual sistema conlleva a realizar las siguientes actividades (Ver-4.2.1).

1. Grupo fuera de servicio.
2. Pesar la engrasadora cuando se encuentre lista para iniciar el proceso de engrase.
3. Proceder a introducir grasa en los puntos de engrase observando su ingreso adecuado hasta el rebose por el eje; en las graseras que van a la empaquetadura en "V" del servomotor de rotación, echar aproximadamente 20 bombeadas.
4. Limpiar los puntos de engrase.
5. Seguir el mismo procedimiento para la otra válvula esférica.
6. Pesar la engrasadora al final del proceso. La diferencia entre el pesado antes y después del trabajo nos dará el consumo promedio de grasa. Si existiera una graseras en mal estado proceder a cambiarlas.
7. Duración del trabajo 2 horas, periodo quincenal.

CUADRO 6.3.1.**COSTO DE ENGRASE DE LA VALVULAS ESFERICAS**

| Act. | Descripción | Costo Unitario | Detalle Del Costo | Costo Parcial |
|-------------|---|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| 1 | Se requiere 2 hombres durante 2 días a 2hrs/día. Para engrasar | \$4 | 2x2x4 | \$ 16,00 |
| 2 | Se requiere 2 hombres durante 1 día a 1hr/día para las siguientes operaciones: Limpieza, pesar la engrasadora (antes y después), cambio de graseras poner el grupo en servicio | \$4 | 2x1x4 | \$ 8,00 |
| | Materiales: Cambio de 3 graseras en mal estado y se utiliza ½ kg. de Grasa Mollub Alloy BRB 572 | \$10 Graseras \$20 kg | 10x3+20x1/2 | \$ 40,00 |
| Costo Total | | | | \$ 64,00 |

Costo Gral: \$ 64,00

Costo Mensual: \$ 64,00 x 2 = \$ 128,00

Costo Anual: \$128,00 x 12 = \$ 1536,00

6.3.2. Costo de mantenimiento del Árbol de Regulación.

El sistema actual de engrase del árbol de regulación, conlleva a realizar las siguientes actividades. (Ver 4.2.2).

1. Grupo en Servicio (de Preferencia).

2. Usando la engrasadora introducir grasa en los puntos de engrase determinados para el árbol de regulación, brazo de accionamiento y deflectores.
3. Como es parte del engrase de turbina (Regulador de Velocidad), consideramos la duración total del trabajo en 1 hora, periodo quincenal.

CUADRO 6.3.2

COSTO DE ENGRASE DEL ARBOL DE REGULACIÓN

| Act. | Descripción | Costo Unitario | Detalle Del Costo | Costo Parcial |
|-------------|--|-----------------------------------|-------------------|---------------|
| 1 | Se requiere 1 hombre durante 1 día a 1hrs/día. Para el engrase | \$ 4 | 1x1x4 | \$ 4,00 |
| 2 | Se requiere 1 hombres durante 1 día a 0.5hr/día para las siguientes operaciones: Limpieza, pesar la engrasadora (antes y después), cambio de graseras. | \$ 4 | 1x1/2x4 | \$ 2,00 |
| | Materiales: Cambio de 2 graseras en mal estado y se utiliza ¼ kg. de Grasa Mollub Alloy BRB 572 | \$ 10 Grase \$ 20 kg. Grasa | 10x2+20x1/4 | \$ 25,00 |
| Costo Total | | | | \$ 31,00 |

Costo Mensual: \$ 31,00 x 2 = \$ 62,00

Costo Anual: \$ 62,00 x 12 = \$ 744,00

6.4. Determinación de la Inversión y Costos de Mantenimiento de los Sistemas de Engrase y Auto Lubricados propuestos.

6.4.1. Sistema Centralizado de Engrase

El sistema centralizado de engrase requiere de los siguientes equipos, según Esquemas 1 y 2 (5.2.2.6) y cuyas cotizaciones se muestran a continuación:

| Item | Descripción | Cant. | Costo Unitario(\$) | Costo Parcial (\$) |
|---------------------|----------------------------------|--------------|---------------------------|---------------------------|
| 1 | Estación Central | 1 | 1 716,00 | 1 716,00 |
| 2 | Controlador | 2 | 696,00 | 1 392,00 |
| 3 | Interruptor Eléctrico de Ciclos | 2 | 180,00 | 360,00 |
| 4 | Válvula Divisoria de 3 secciones | 2 | 262,50 | 525,00 |
| 5 | Válvula Divisoria de 5 secciones | 4 | 324,00 | 1 296,00 |
| 6 | Tubería de acero ¼ “ x mt. | 20 | 0,30 | 6,00 |
| 7 | Conector ¼ “ x 1/8 “ | 2 | 1,10 | 2,20 |
| 8 | Conector ¼ “ x ¼ “ | 4 | 1,20 | 4,80 |
| 9 | Crossport Bar | 4 | 18,80 | 75,20 |
| 10 | Pin indicador de Ciclo | 2 | 60,00 | 120,00 |
| Costo Total: | | | | \$ 5 497,20 |

Para la operación y mantenimiento:

| Act. | Descripción | Costo Unitario | Detalle Del Costo | Costo Parcial |
|-------------|--|-----------------------|--------------------------|----------------------|
| 1 | Se requiere 1 hombre durante 1 día a 20min /día. | \$ 4 | 1x1/3x4 | \$ 1,33 |

Costo Mensual: \$ 1,33 x 2 = \$ 2,66

Costo Anual: \$ 2,66 x 12 = \$ 31,92

6.4.2. De los Materiales Auto Lubricados

Para el Árbol de Regulación de acuerdo a las fotos (5.3.3) y la tabla de condiciones de operación (5.3.5) se tiene los siguientes costos:

| Item | Cant. (Pz) | U/M | Descripción | Costo Unitario(\$) |
|---------------------|-------------------|------------|--|---------------------------|
| 1 | 1 | M | Barra de Nylon Grafitado ϕ 60 mm | 54,40 |
| 2 | 1 | M | Barra de Nylon Grafitado ϕ 70 mm | 80,50 |
| 3 | 1 | M | Barra de Nylon Grafitado ϕ 140 mm | 331,00 |
| 4 | 1 | M | Barra de Teflón ϕ 65 mm | 314,40 |
| 5 | 1 | M | Barra de Teflón ϕ 75 mm | 430,00 |
| 6 | 1 | M | Barra de Teflón ϕ 120 mm | 1 074,00 |
| Costo Total: | | | | \$ 2 284,30 |

Para la Supervisión:

| Act. | Descripción | Costo Unitario | Detalle Del Costo | Costo Parcial |
|-------------|--|-----------------------|--------------------------|----------------------|
| 1 | Se requiere 1 hombre durante 1 día a 20min /día. | \$ 4 | 1x1/3x4 | \$ 1,33 |

Costo Mensual: \$ 1,33 x 2 = 2,66

Costo Anual: \$ 2.66 x 12 = \$ 31.92

6.5. Análisis Económico entre el Sistema Actual de Engrase con Respecto a los Sistemas Propuestos

Para propósito de este análisis, el objetivo fundamental es determinar si es conveniente reemplazar los sistemas propuestos, hallando el valor actualizado de los costos de inversión y de los costos operativos anuales, repartidos en una serie uniforme durante 3 años, con una tasa de interés del 30%

6.5.1. Análisis Económico entre el Sistema Actual con respecto al Sistema Centralizado de Engrase

a) Costo Anual Equivalente del Sistema Actual (CAE_{SA})

I = \$ 0,00 (No hay Inversión)

C = \$ 1 536,00

n = 30 años

i = 0,18

Aplicando la Fórmula :

$$CAE_{SA} = \$ 1\,534,36$$

**b) Costo Anual Equivalente del Sistema Centralizado
(CAE_{SC})**

$$I = \$ 5\,497,20$$

$$C = \$ 31,92$$

$$n = 30 \text{ años}$$

$$i = 0.18$$

Aplicando la Formula:

$$CAE_{SA} = \$ 38,83$$

Por lo tanto llegamos a la conclusión que la mejor alternativa es del sistema centralizado por el menor pago

6.5.2. Análisis Económico entre el Sistema Actual con respecto a los Materiales Auto-lubricados

a) Costo Anual Equivalente del Sistema Actual (CAE_{SA})

$$I = \$ 0,00 \text{ (No hay Inversión)}$$

$$C = \$ 744,00$$

$$n = 50 \text{ años}$$

$$i = 0,18$$

Aplicando la Formula:

$$CAE_{SA} = \$ 743,97$$

**b) Costo Anual Equivalente de los Materiales Auto
lubricados (CAE_{MA})**

$$I = \$ 2 284,30$$

$$C = \$ 31,92$$

$$n = 50 \text{ años}$$

$$i = 0,18$$

Aplicando la Formula:

$$CAE_{MA} = \$ 32,02$$

Por lo tanto llegamos a la conclusión que la mejor alternativa es reemplazar por los materiales Auto lubricados por el menor costo.



**J. F.
INGENIEROS**
S.R.L.

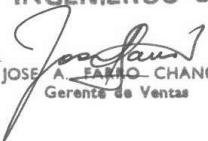
Cliente : EDEGEL S.A.
Cotización : Sistema de Lubricación de una Válvulas Esférica
Atención : Sr. Miguel Angel Serrano Cosio
Fecha : 22 de junio de 1999

| No. | Item | Descripción | Cant. | P.Unit. | Total |
|-----|------------|--|-------|------------|----------|
| 1 | CS9322 | Estación Central CS 900 220V | 1 | 1,716.00 | 1,716.00 |
| 2 | 200223 | Controlador SS2200 220V | 2 | 696.00 | 1,392.00 |
| 3 | MC13974B | Interruptor Eléctrico de Ciclos | 2 | 180.00 | 360.00 |
| 4 | M2500B3 | Válvula Divisoria de 3 secciones M2500 | 2 | 262.50 | 525.00 |
| 5 | M2500B5 | Válvula Divisoria de 5 secciones M2500 | 4 | 324.00 | 1,296.00 |
| 6 | U424D4 | Tubería de acero 1/4" x mt. | 20 | 0.30 | 6.00 |
| 7 | U81B1 | Conector 1/4" x 1/8" | 2 | 1.10 | 2.20 |
| 8 | U81B2 | Conector 1/4" x 1/4" | 4 | 1.20 | 4.80 |
| 9 | MCCA2501 | Crossport Bar | 4 | 18.80 | 75.20 |
| 10 | MCVIA25042 | Pin Indicador de ciclo | 2 | 60.00 | 120.00 |
| | | | | Total US\$ | 5,497.20 |

Condiciones de la Oferta para Venta de Stock

- Precios en Dolares Americanos, no incluye IGV
- Entrega, 10 semanas de Colocada la Orden de Compra
- Forma de Pago, 50% adelantado, Saldo 30 días
- Validez de la Oferta, 120 días

J. F. INGENIEROS S.R.L.


JOSE A. FAJRO CHANG
Gerente de Ventas

Av. De las Artes Sur 627 / 629 San Borja - Lima 41 Teléfono 51-1-4768790 - Telefax. 51-1-4763872
E-mail: jf@inconet.net.pe

IMPORTACIONES SIMONS S.A.C.

Av. OSCAR R. BENAVIDES 1798 - LIMA PERU
 Telf.: 336-6594 336-6677 336-7821 Fax: 336-8085 E-mail: ventas@simons-peru.com

P R O F O R M A No 001-0003115 Pag. No 1

Lima, 16 de JUNIO de 1999

Senores
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 AV. TUPAC AMARU 210
 RIMAC -

Atencion : SR. M. SERRANO

Estimados Senores :

Tenemos el agrado de dirigirnos a Ustedes con el fin de saludarlos, y a la vez presentar a vuestra consideracion la siguiente proforma :

| ITEM | CANT | U/M | DESCRIPCION | US\$ P.UNIT |
|------|------|-----|-------------------------------------|-------------|
| 01 | 1.00 | MT | BARRA DE NYLON GRAFITADO DIA. 60MM | 54.40 |
| 02 | 1.00 | MT | BARRA DE NYLON GRAFITADO DIA. 70MM | 80.50 |
| 03 | 1.00 | MT | BARRA DE NYLON GRAFITADO DIA. 140MM | 331.00 |
| 04 | 1.00 | MT | BARRA DE TEFLON DIA. 65MM | 314.40 |
| 05 | 1.00 | MT | BARRA DE TEFLON DIA. 75MM | 430.00 |
| 06 | 1.00 | MT | BARRA DE TEFLON DIA. 120MM | 1,074.00 |

Agregar a todos los precios el 18% IGV

Forma de Pago : CONTADO CONTRA ENTREGA
 Tiempo de Entrega : INMEDIATA
 Validez de Oferta : 3 DIAS

Sin otro particular y en espera de su amable orden, quedamos de Uds.,

Atentamente,



J. LUIS MORALES
 DPTO. TECNICO

"Mayor información Website <http://www.simons-peru.com>"

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Con el Sistema Centralizado de Lubricación se mejora la protección al medio ambiente debido a que se racionaliza y se reduce el consumo de lubricante, por lo tanto se contamina menos. Además se provee una efectiva y segura lubricación de los equipos, extendiendo su vida útil.
2. Como en las Válvulas Esféricas son aplicaciones a pérdidas, como es el caso de las grasas y fluidos hidráulicos sujetos a goteo y fugas, el diseño del sistema centralizado está previsto para reemplazar con los lubricantes biodegradables que mejor le rendirán y se encuentran actualmente en desarrollo.
3. Los materiales Auto-lubricados pueden también ser empleados para los mecanismos de la turbina Francis como se muestra en el anexo 5.
4. De la Tabla de condiciones de operación de los materiales Auto lubricados en el punto de aplicación N° 6, debido a la carga que soporta más de una tonelada se recomienda utilizar los nuevos materiales Auto lubricados de alta prestación 2000 kg/cm^2 .

5. Debido al alto rendimiento de la grasa Molub Alloy BRB 572, el consumo es muy reducido, estimándose en menos del 20% del consumo de la grasa convencional. Considerando que anualmente se consumen 3 cilindros de la grasa Molub Alloy BRB 572 en todas las plantas de EDEGEL S.A., se estaría dejando de consumir de 12 cilindros cada año, por lo que podemos concluir que EDEGEL S.A., además de reducir costos operativos y de mantenimiento, ha ayudado en gran manera a preservar el medio ambiente con el uso de esta grasa.

- 6.- **TRIBOL** mantiene un departamento de desarrollo e innovación de mejores y nuevos lubricantes, con la finalidad de mantenerse como líderes mundiales en la tecnología de la lubricación, adecuarse a las nuevas exigencias operativas, y proteger el medio ambiente. Los productos de TRIBOL no contienen ningún metal pesado ni solventes clorinados, que a la fecha están prohibidos en muchos países más adelantados en protección ambiental.

7. En la evaluación económica de las dos alternativas propuestas llegamos a la conclusión que es conveniente el reemplazo inmediato, debido al menor costo en los periodos establecidos.

8. Se recomienda a todo el personal de operación y mantenimiento, propio y de terceros que realicen trabajos para EDEGEL de utilizar las grasas biodegradables y los materiales auto-lubricados, para tener un buen control de la contaminación con el medio ambiente, especialmente con el agua.

9. Se recomienda utilizar los materiales auto-lubricados, por sus precios económicos y propiedades físicas excelentes, las cuales permiten resistir al desgaste y los impactos.

10. Las actividades económicas desarrolladas por el hombre generan los bienes y servicios que garantizan su bienestar social. Estas, cada día son más complejas y requieren el uso de tecnologías más avanzadas, de forma tal que mantengan un alto nivel de productividad. En EDEGEL ya se tomó conciencia sobre este problema, esta investigación es un aporte que contribuye a la protección del medio ambiente.

BIBLIOGRAFIA

- SHIGLEY, Joseph; Teoría de Máquinas y Mecanismos
- DEANE LENT; Análisis y Proyectos de Mecanismos
- PEZZANO, Pascual; Transmisiones
- ACEIJAS, Winston; Resistencia de Materiales
- ALVA DAVILA, Fortunato; “Diseño de Elementos de Máquinas I y II”
- NORTON, Robert; Diseño de Maquinaria
- MALISHEV, Tecnología de los Metales
- DOYLE; Procesos de Manufactura y Materiales para Ingenieros
- VIDAL, Benito; Aceites de Corte y Aditivos Industriales
- PARANINFO I; Centrales Hidroeléctricas
- JARA TIRAPEGUI, Wilfredo; Máquinas Hidráulicas
- BACA URBINA, Gabriel; Evaluación de Proyectos
- NASSIR SAPAG, Chair; Preparación y Evaluación de Proyectos
- Copias del Curso: “Centrales Hidroeléctricas”; VILLANUEVA, Reynaldo
- Copias del Curso: “Análisis Económico”; GARCIA; Azucena
- Información General: Empresa “J.F. INGENIEROS S.R.L.”; Ing. José Farro
- Información General: Empresa “PLASTICOS DE INGENIERIA S.A.”; Ing. José Morales