



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA
HIDRÁULICO PARA COMPUERTAS DEL EMBALSE DE LA
CENTRAL HIDROELÉCTRICA JURÚN MARINALÁ**

**FRANCISCO ROLANDO SANDOVAL LÓPEZ
ASESORADO POR ING. HÉCTOR EMILIO CASTELLANOS ZAMORA**

Guatemala, octubre de 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA
HIDRÁULICO PARA COMPUERTAS DEL EMBALSE DE LA
CENTRAL HIDROELÉCTRICA JURÚN MARINALÁ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

FRANCISCO ROLANDO SANDOVAL LÓPEZ
ASESORADO POR ING. HÉCTOR EMILIO CASTELLANOS ZAMORA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2004

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA**



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Pedro Enrique Kubes Zacek
EXAMINADOR	Ing. William Abel Antonio Aguilar Vásquez
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la Ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA HIDRÁULICO PARA COMPUERTAS DEL EMBALSE DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA JURÚN MARINALÁ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, en octubre de 2003.

Francisco Rolando Sandoval López

ACTO QUE DEDICO:

- A DIOS** Por ser nuestro creador y guía espiritual, por brindarnos el don de la vida y guiarnos por el buen camino.
- A San Judas Tadeo** Patrono de los casos difíciles y desesperados, gracias por las bendiciones recibidas en nuestra familia.
- A la Virgen María** Por ser la madre de Dios, e interceder por nosotros.
- A mis padres** Vera Eloína López de Sandoval
Edgar Roberto Sandoval Mejía
Por ser mis primeros maestros de la vida, que este triunfo sea el reconocimiento por todos los esfuerzos y sacrificios que hicieron para que alcanzara mis metas.
- A mis hermanos** Edgar Roberto y José Armando.
Por compartir los momentos importantes de mi vida.
- A mi hermana y cuñado** Claudia Verónica y Juan Rodolfo
Por la confianza y apoyo.
- A mis sobrinos** Vera Nicolle, Claudia Eloína y José Alejandro.
Con mucho cariño y afecto.
- A mis abuelitos** Abuelita Juana (Q.E.P.D.); Papá Hepe (Q.E.P.D.),
Mamá Concha,
Gracias por todo el cariño recibido.
- A mis familiares** A mis tíos y tías, mis primos y primas, con mucho cariño y aprecio.



AGRADECIMIENTOS:

Al ingeniero mecánico Héctor Emilio Castellanos Zamora, por brindarme el tiempo y su asesoría desinteresadamente en la elaboración de este trabajo.

Al ingeniero Héctor Polanco, por su amistad y compañerismo sincero.

Al ingeniero Oscar Centes, por su ayuda brindada en la elaboración de este trabajo.

A mis amigos y compañeros de estudio, especialmente a Gerardo Marín, Estuardo Martínez y Edgard García, que la buena amistad la conservemos siempre.

A la Facultad de Ingeniería por permitirme ser un profesional más dentro de sus aulas.

A la directora de la escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, ingeniera Marcia Véliz, y al ingeniero Víctor García Roque, muchas gracias por su amabilidad y buena voluntad.

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, por abrirme sus puertas y ser parte de la tricentenaria universidad.

A Guatemala, país de la eterna primavera, que me vio nacer.



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VIII
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XII
RESUMEN	XIV
OBJETIVOS	XVI
INTRODUCCIÓN	XVII
1. GENERALIDADES DE LA HIDRÁULICA	1
1.1 Hidráulica	1
1.1.1 ¿Qué es hidráulica?	1
1.1.1.1 Hidrodinámica	2
1.1.1.2 Hidrostática	2
1.1.2 Tipos de flujo	2
1.1.2.1 Flujo laminar	3
1.1.2.2 Flujo turbulento	3
1.1.3 Principio de Pascal	4
1.1.4 Bombas	5
1.1.4.1 Concepto	5
1.1.4.1.1 Clasificación de las bombas rotatorias	6
1.1.4.1.2 Bomba de rotor simple	7
1.1.4.1.3 Bomba de rotores múltiples	7
1.1.4.1.4 Bombas de aspas	7
1.1.4.1.5 Bombas de miembros flexibles	8
1.1.4.1.6 Bombas de lóbulos	9
1.1.4.1.7 Bombas de engranes	9

1.1.4.1.8	Bomba de pistón	10
1.1.4.1.9	Bombas de pistón circunferencial	11
1.1.4.1.10	Bombas de tornillo simple	12
1.1.4.1.11	Bombas de tornillo múltiple	12
1.1.4.2	Aplicaciones	13
1.1.5	Componentes hidráulicos	15
1.1.5.1	Bombas hidráulicas	15
1.1.5.2	Motores hidráulicos	15
1.1.5.3	Válvulas de control	16
1.1.6	Simbología hidráulica	17
1.1.7	Aceite hidráulico	21
1.1.7.1	Características del aceite hidráulico	21
1.1.7.2	Viscosidad del aceite	22
1.1.7.3	Compresibilidad del aceite	24
1.1.7.4	Antioxidante	24
1.1.7.5	Antiespumante	25
1.1.7.6	Antidesgastante	26
1.2	Datos generales de la empresa I.N.D.E.	27
1.2.1	Descripción de la empresa	27
1.2.1.1	Misión de la empresa	28
1.2.1.2	Visión de la empresa	28
1.2.2	Actividades a la que se dedica	28
1.2.3	Organización de la empresa	28
1.2.3.1	Organización de la empresa Jurún Marinalá	30
1.2.3.2	Ubicación de la empresa Jurún Marinalá	31
1.2.3.3	Proceso de generación de energía eléctrica	31
1.2.3.3.1	Recursos	31
1.2.3.3.2	Tipo maquinaria	31
1.2.3.3.3	Personal	32

2. DIAGNOSTICO GENERAL DE LA SITUACION ACTUAL DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA JURÚN MARINALÁ	33
2.1 Sistema Jurún Marinalá . Michatoya	33
2.1.1 Lago de Amatitlán	33
2.1.1.1 Embalse de regulación anual	34
2.1.2 Embalse artificial	34
2.1.2.1 Embalse de regulación diaria	34
2.1.3 Presa reguladora	35
2.1.4 Presa desviadora	35
2.1.5 Toma de agua	36
2.1.6 Túnel de presión	36
2.1.7 Tubería forzada	36
2.1.8 Casa de máquinas	37
2.1.9 Subestación	37
2.1.10 Línea de transmisión	37
2.1.10.1 Cable conductor	39
2.1.10.2 Cable de guarda	39
2.2 Descripción de los equipos del sistema hidráulico	40
2.2.1 Servomotores	40
2.2.1.1 Servomotor de compuerta de la presa	41
2.2.1.2 Servomotor del tablero abatible de la compuerta de la presa	42
2.2.1.3 Servomotor de la compuerta sector de limpia	42
2.2.1.4 Servomotor de tablero abatible de la compuerta del sector de limpia	43
2.2.1.5 Servomotor de compuerta de entrada al desarenador I y II	43

2.2.1.6	Servomotor de compuerta de purga del desarenador I y II	44
2.2.1.7	Servomotor de compuerta de entrada al embalse regulador	44
2.2.1.8	Servomotor de compuerta del <i>by pass</i>	45
2.2.1.9	Servomotor de compuerta de purga del embalse regulador	46
2.2.1.10	Servomotor de compuerta de entrada para el túnel de presión	46
2.2.1.11	Servomotor de limpieza de lodo y arena en desarenador I y II	47
2.2.2	Sellos	48
2.2.3	Motores	48
2.2.4	Válvulas	49
2.2.5	Compuertas	51
2.2.5.1	Compuertas radiales	51
2.2.5.2	Compuertas rectas	52
2.2.6	Desarenadores tipo	55
2.2.6.1	Tipos de desarenadores	55
2.2.6.1.1	Convencional	55
2.2.6.1.2	Desarenadores de flujo vertical	55
2.2.6.1.3	Tipo vórtice	56
2.2.7	Accesorios hidráulicos	59
2.2.7.1	Mangueras	59
2.2.7.2	Tubos	59
2.2.7.3	Manómetros tipo	60
2.2.7.4	Bomba manual	60

3. DISEÑO PARA MEJORAR LA DISTRIBUCIÓN DEL FLUIDO HIDRÁULICO	63
3.1 Diseño de distribución del fluido hidráulico	63
3.1.1 Diseño actual	63
3.1.2 Diseño propuesto	66
3.2 Elementos a corregir en la distribución	69
3.2.1 Válvulas defectuosas o discontinuadas	69
3.2.2 Cantidad de mangueras a cambiar	69
3.2.3 Cantidad de tubos a cambiar	70
3.2.4 Manómetros	70
3.2.5 Sensores	70
3.2.6 Sellos	70
3.3 Tipos de mantenimiento	71
3.3.1 Mantenimiento preventivo	71
3.3.1.1 Limpieza del embalse de regulación diaria	71
3.3.1.2 Limpieza de la presa	72
3.3.1.3 Mantenimiento general al sistema de lubricación	72
3.3.1.4 Inspección del aceite hidráulico	73
3.3.1.5 Mantenimiento a los servomotores	75
3.3.1.6 Mantenimiento al motor y bomba	76
3.3.1.7 Revisión de válvulas y bomba manual	76
3.3.1.8 Revisión del sello de las compuertas	77
3.3.1.9 Revisión de escotillas de los desarenadores	77
3.3.1.10 Revisión de tubería	77
3.3.1.11 Revisión de sellos	78
3.3.2 Mantenimiento correctivo	78
3.4 Manejo de inventario de materiales	79
3.4.1 Importancia del inventario de materiales	79
3.4.2 Elaboración del inventario de materiales	79
3.4.3 Función del inventario de materiales	82

3.4.3.1	Disponibilidad	83
3.4.3.2	Almacenamiento	83
3.4.3.3	Control de bodega	83
3.4.3.4	Análisis de Inventarios	84

4.	IMPLEMENTACION DEL NUEVO DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN DEL FLUIDO HIDRÁULICO	85
4.1	Detalles de instalación de accesorios nuevos	85
4.1.1	Mangueras a cambiar	85
4.1.2	Tubos a cambiar	85
4.1.3	Válvulas	85
4.1.4	Servomotores	86
4.1.5	Bombas y motor	86
4.2	Programación de mantenimiento	87
4.2.1	Desarrollo del programa de mantenimiento preventivo	87
4.2.1.1	Mantenimiento diario	87
4.2.1.2	Mantenimiento semanal	88
4.2.1.3	Mantenimiento bimestral	88
4.2.1.4	Mantenimiento anual	89
4.2.1.5	Mantenimiento bianual	90
4.2.2	Determinación del programa de mantenimiento correctivo	90
4.3	Manejo de inventario de materiales	90
4.3.1	Aplicación del modelo de inventario de materiales	90
4.3.2	Análisis del modelo de inventario de materiales	94
4.4	Control de bodega	95
4.4.1	Disponibilidad de repuestos	96
4.4.2	Costo de almacenaje	97

5. MEJORA CONTINUA DEL DISEÑO IMPLEMENTADO	99
5.1 Evaluación del sistema mejorado	99
5.1.1 Evaluación de los accesorios instalados	99
5.1.2 Resultados del programa de mantenimiento correctivo	99
5.1.3 Resultados del programa de mantenimiento preventivo	100
5.2 Control de inventario de materiales	104
5.2.1 Resultados del modelo de inventario	104
5.2.2 Evaluación del modelo de inventario	106
CONCLUSIONES	107
RECOMENDACIONES	109
BIBLIOGRAFÍA	111
ANEXOS	112

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Flujo laminar	3
2.	Flujo turbulento	3
3.	Clasificación bombas rotatorias	6
4.	Bombas de aspas	7
5.	Bombas de miembros flexibles	8
6.	Bombas de lóbulos	9
7.	Bombas de engranes	10
8.	Bomba de pistón axial	11
9.	Bomba de pistón circunferencial	11
10.	Bombas de tornillo simple	12
11.	Bombas de tornillo múltiple	12
12.	Simbología hidráulica	17
13.	Válvulas distribuidoras	19
14.	Accionamientos	20
15.	Organigrama de la empresa I.N.D.E	29
16.	Organigrama de la empresa Jurún Marinalá	30
17.	Lago de Amatitlán	33
18.	Embalse de regulación diaria	35
19.	Servomotor (cilindro hidráulico)	41
20.	Diagrama de servomotores en desarenador I y II	47
21.	Clases de sellos	48
22.	Motores	49
23.	Válvulas	51

24.	Ubicación de las compuertas	54
25.	Compuertas	54
26.	Desarenador	57
27.	Esquema de un desarenador	58
28.	Bomba manual	61
29.	Diseño actual del diagrama hidráulico de las compuertas del embalse de regulación diaria	64
30.	Diseño actual del diagrama hidráulico del desarenador del embalse de regulación diaria	65
31.	Diseño propuesto del diagrama hidráulico de las compuertas del embalse de regulación diaria	67
32.	Diseño propuesto del diagrama hidráulico del desarenador del embalse de regulación diaria	68
33.	Gráfica de inventario de materiales	82
34.	Aplicación del modelo de inventario de materiales	93
35.	Resultados gráficos del modelo de inventario	105
36.	Tarjeta de trabajo	113
37.	Orden de trabajo	114
38.	Movimiento de almacén	115
39.	Constancia de ingreso a almacén y a inventario	116
40.	Pedido	117
41.	Orden de compra y pago	118

TABLAS

I.	Propiedad del aceite turbo T	27
II.	Características generales de la línea de transmisión	38
III.	Características del cable	38
IV.	Contaminantes en sistemas hidráulicos	74



PDF Complete

*Your complimentary use period has ended.
Thank you for using PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

V.	Mantenimiento diario	87
VI.	Mantenimiento semanal	88
VII.	Mantenimiento bimestral	88
VIII.	Mantenimiento anual	89
IX.	Mantenimiento bianual	90
X.	Disponibilidad de repuestos	96
XI.	Costo de almacenaje	97
XII.	Programación mantenimiento diario	101
XIII.	Programación Mantenimiento Semanal	102
XIV.	Programación mantenimiento bimestral	102
XV.	Programación mantenimiento anual	103
XVI.	Programación mantenimiento bianual	104
XVII.	Resultados del modelo de inventario	104

LISTA DE SÍMBOLOS

R.P.M.	Revoluciones por minuto. Unidad de velocidad.
m.s.n.m.	Metros sobre el nivel del mar. Unidad de longitud.
Kg / cm².	Kilogramos sobre centímetro cuadrado.
Kw.	Kilowatt. Unidad de potencia.
Mw.	Megawatt. Unidad de potencia.
Gwh/año.	Giga watts - hora / al año. Unidad de trabajo.
ASTM.	American Society of Testing Materials Sociedad Americana de Pruebas de Materiales.
CSA.	Canadian Standards Association. Asociación Canadiense de Estándares.
Bar.	Unidad de presión. Sistema Inglés. 1 bar = 1.01971 Kg _f /cm ² .
Atm.	Atmósfera. Unidad de presión. 1 atm = 1.03323 Kg _f /cm ² .

GLOSARIO

Antidesgastante	Sustancia química que se agrega al aceite para reducir el desgaste.
Antiespumante	Sustancia que evita que se forme espuma en el aceite.
Antioxidante	Sustancia que se opone a la formación de óxidos en el aceite.
Cable conductor	Cable donde se transmite la energía eléctrica.
Cable de guarda	Tierra de la línea. Su función es proteger las líneas de las descargas atmosféricas.
Cavitación	Formación de huecos o cavidades locales en un líquido, como resultado de la reducción de la presión total.
Centistokes (cSt)	Mide la viscosidad cinemática del aceite. Es la unidad de medida de la viscosidad del aceite en el sistema métrico. $1 \text{ stoke} = 1 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$.
Demulsibilidad	Capacidad de un lubricante para separarse con facilidad y por completo del agua.

Desarenador	Su función es sedimentar partículas, como arena y piedras, que son transportadas en el agua.
Enclavamiento	Acción destinado a mantener fijo, en determinada posición, un órgano móvil hasta que se ejerza una presión suficiente para liberarse y proseguir su movimiento.
Escamoteable	Meter u ocultar una pieza o mecanismo sobresaliente de un aparato, máquina, etc.
Óleo Æ hidráulico	Es el fluido que se utiliza, en este caso es aceite, para realizar un accionamiento.
SSU	Segundo Saybolt Universal. Es el instrumento ampliamente usado para medir la viscosidad cinemática del aceite. Miden el tiempo en segundos necesario para que 60 cm ³ del aceite pasen a través de un tubo capilar normalizado, a una temperatura dada.
Servomotor	Cilindro hidráulico, que convierte la energía hidráulica en mecánica.
Tablero abatible	Se acciona por el propio peso del agua, cuando sobrepasa el nivel establecido.

RESUMEN

Las empresas hidroeléctricas, cumplen con un papel muy importante dentro de la sociedad. Ellas marcan el principio de desarrollo social, económico y productivo del país, debido a que la energía eléctrica es el principio del progreso de una nación. Es por eso, que para el proceso de generación de electricidad, cuente con los mejores equipos, para ofrecer un servicio de buena calidad.

La Empresa Hidroeléctrica Jurún Marinalá fue fundada hace más de 30 años, esto indica que la mayoría de accesorios instalados ya cumplieron con su vida útil para la función que fueron creados. Debido a este factor, fue necesario hacer un diagnostico general de la situación en que se encontraba los instrumentos del embalse de la central hidroeléctrica, llegando a la conclusión de cambiar en su totalidad todos los equipos que se encontraban, para poder prolongar más la vida útil de la central hidroeléctrica, y seguir brindando un mejor servicio a la población.

Se presentaron mejoras en el diseño nuevo para el área de compuertas en el embalse, aumentando el número de motores y bombas para no sobrecargar de trabajo a los mismos, cambio de válvulas, cambio de todos los servomotores, cambio de tubería, etc, procurando de mejorar o mantener la misma calidad de los elementos originales.



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

También se elaboró un plan de mantenimiento preventivo, para que no ocurran paros inesperados, tratando de darles servicio a todos los elementos, por lo menos una vez al año, para estar seguros de que no sucedan anomalías en el funcionamiento de los mismos. Al mismo tiempo, se propuso un modelo de inventario de manejo de materiales, para optimizar los recursos económicos, y darles la prioridad a los elementos de mayor necesidad en la empresa. Se espera darle un seguimiento continuo para mejorar algún defecto imprevisto.

OBJETIVOS

- **General**

Rehabilitar y elaborar un plan de mantenimiento del sistema hidráulico para compuertas del embalse de la central hidroeléctrica Jurún Marinalá.

- **Específicos**

1. Conocer los principios básicos de la hidráulica.
2. Identificar cuales son las condiciones en las que se encuentra el sistema hidráulico de las compuertas del embalse de la central hidroeléctrica Jurún Marinalá.
3. Diseñar el modelo de inventario para el manejo de materiales.
4. Determinar las ventajas del nuevo modelo de inventario de manejo de materiales.
5. Designar las fechas en las que se debe realizar el mantenimiento al sistema hidráulico.
6. Establecer el diseño para mejorar la distribución del fluido hidráulico.
7. Elaborar el formulario que se debe utilizar cuando se realice el mantenimiento a cualquier máquina o accesorio.

INTRODUCCIÓN

Las actividades de mantenimiento en toda maquinaria es uno de los principales factores que influyen en el buen desempeño y funcionamiento de todo proceso productivo.

El presente trabajo de graduación muestra una descripción del estado actual en que se encuentra el sistema hidráulico utilizado en la planta hidroeléctrica Jurún Marinalá, junto a el se hace un diseño para mejorar la distribución del fluido hidráulico en el sistema de compuertas del embalse.

Al implementar el nuevo diseño de distribución del fluido, fue necesario hacer un estudio de todos los accesorios o componentes, los cuales determinan un mejor funcionamiento y duración en su vida útil.

Se diseñó un programa de cómo llevar un inventario de manejo de materiales, para lograr optimizar el espacio físico en bodega, con esto se determinó cuales eran las fechas en las que se deben de realizar los pedidos y establecer las fechas de ingreso de los materiales, y así poder contar con ellos cuando se les necesite.

Conjuntamente se elaboro un programa de mantenimiento, el cual consiste en una revisión diaria, semanal, bimestral, anual y bianual; para lograr prolongar la vida útil de los accesorios y evitar una falla no programada.



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

1. GENERALIDADES DE LA HIDRÁULICA

1.1 Hidráulica

1.1.1 ¿Qué es hidráulica?

La hidráulica es la transmisión y control de fuerzas y movimientos por medio de la utilización de los fluidos. El término de hidráulica se deriva de la palabra griega %hydros+que significa agua y %aulos+que significa tubo. De todo esto se deduce que la hidráulica es la parte de la física que estudia los fluidos, ya sea éstos en movimiento (hidrodinámica), o en reposo (hidrostática).

Los sistemas hidráulicos se caracterizan por presiones muy altas pudiéndose despreciar, en consecuencia; las variaciones de la presión hidrostática, Los sistemas hidráulicos y los equipos tienen diversas aplicaciones industriales y ensayos de laboratorio.

Los primeros estudios se hicieron con agua en reposo y, luego, en movimiento. En la actualidad, se usan los sistemas hidráulicos porque son simples y transmiten la fuerza con mucha facilidad. Una de las razones por la que son simples, es debido a que la fuerza puede ser transmitida a las partes móviles, y no puede ser comprimido, en otras palabras, puede ocupar el mismo espacio total, bajo presiones, y no puede ser sometido a reducciones de volumen, como ocurriría con un gas o simplemente el aire, los cuales si pueden ser comprimidos. De esto sabemos que los líquidos no cambian su volumen solamente su forma, ya sea bajo presiones, o sin ellas, o en forma libre.

1.1.1.1 Hidrodinámica

Es la parte de la hidráulica que estudia los líquidos en movimiento, es decir; la hidrodinámica estudia las leyes que rigen el movimiento de los fluidos no elásticos, así como las resistencias que estos ponen a los cuerpos que se mueven en el seno de los fluidos.

La hidrodinámica creada por Torricelli y Newton, fue estudiada por Daniel Bernoulli, D'Alembert, Pitot y otros.

1.1.1.2 Hidrostática

La hidrostática es la parte de la física que estudia los líquidos en reposo. Cuando un líquido está en reposo puede suponerse que una porción del mismo elemento de volumen o lámina infinitamente delgada (elemento de superficie) se solidifica; basta entonces con limitarse a aplicar los teoremas de la estática de los cuerpos sólidos a elementos inmóviles de líquidos.

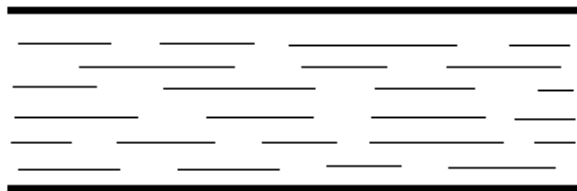
1.1.2 Tipos de flujo

El flujo se puede clasificar de muchas maneras, tales como turbulento, laminar; real, ideal; reversible, irreversible; constante, inconstante; uniforme, no uniforme; rotacional, no rotacional o irrotacional. La naturaleza del flujo laminar o turbulento, y su posición relativa sobre una escala que indica la importancia relativa de las tendencias de turbulento a laminar, son indicadas por el número de Reynolds.

1.1.2.1 Flujo laminar

Las partículas del fluido se mueven a lo largo de trayectorias suaves, en laminas o capas; con una capa deslizándose suavemente sobre una capa adyacente. En el flujo laminar, la acción de la viscosidad amortigua las tendencias a la turbulencia.

Figura 1. Flujo laminar

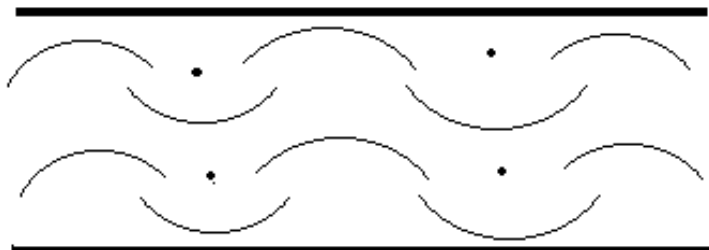


Fuente: BOMBAS: Teoría, diseño y aplicaciones/ Viejo Zubicaray pag. 185

1.1.2.2 Flujo turbulento

Las partículas del fluido se mueven en trayectorias muy irregulares que causan un intercambio de cantidad de movimiento de una porción del fluido a otra.

Figura 2. Flujo turbulento



Fuente: BOMBAS: Teoría, diseño y aplicaciones/ Viejo Zubicaray pag. 185

1.1.3 Principio de Pascal

La Ley de Pascal, se define así: La presión aplicada a un fluido contenido en un recipiente, se transmite íntegramente a toda porción de dicho fluido y, a las paredes que lo contienen.

Cuando una fuerza o presión se aplica en un líquido confinado en un cilindro hidráulico o a un motor, la capacidad del líquido para desarrollar la cantidad de trabajo prevista, está controlada por la presión hidrostática ejercida por la bomba hidráulica, para mantener una presión; sin cambios dentro del cilindro hidráulico o el motor.

Aunque a menudo se supone *que* los líquidos son Incompresibles, de hecho, son ligeramente compresibles. Esto significa que un cambio en la presión aplicado en una porción del líquido se propagará a través de éste como una onda, con la rapidez del sonido en el líquido. Una vez que la perturbación ha estado y se ha establecido el equilibrio, se cumple el principio de Pascal. El principio también se cumple para los gases, con complicaciones de interpretación, ligeras debidas a los grandes cambios del volumen que pueden ocurrir cuando se modifica la presión de un gas en un recipiente.

Este principio es importante cuando se considera que la presión en cualquier porción de un sistema hidráulico de una máquina es igual en todo el sistema.

1.1.4 Bombas

1.1.7.7 Concepto

La bomba rotatoria, es el elemento que se utiliza para impulsar gran variedad de líquidos, a través de un recipiente o conducto, aplicándole una presión determinada, lo cual hace que el líquido fluya con cierta velocidad hacia otros elementos del sistema.

Existe una diversidad de bombas para distintas presiones, viscosidades y temperaturas. El funcionamiento de las bombas es el siguiente:

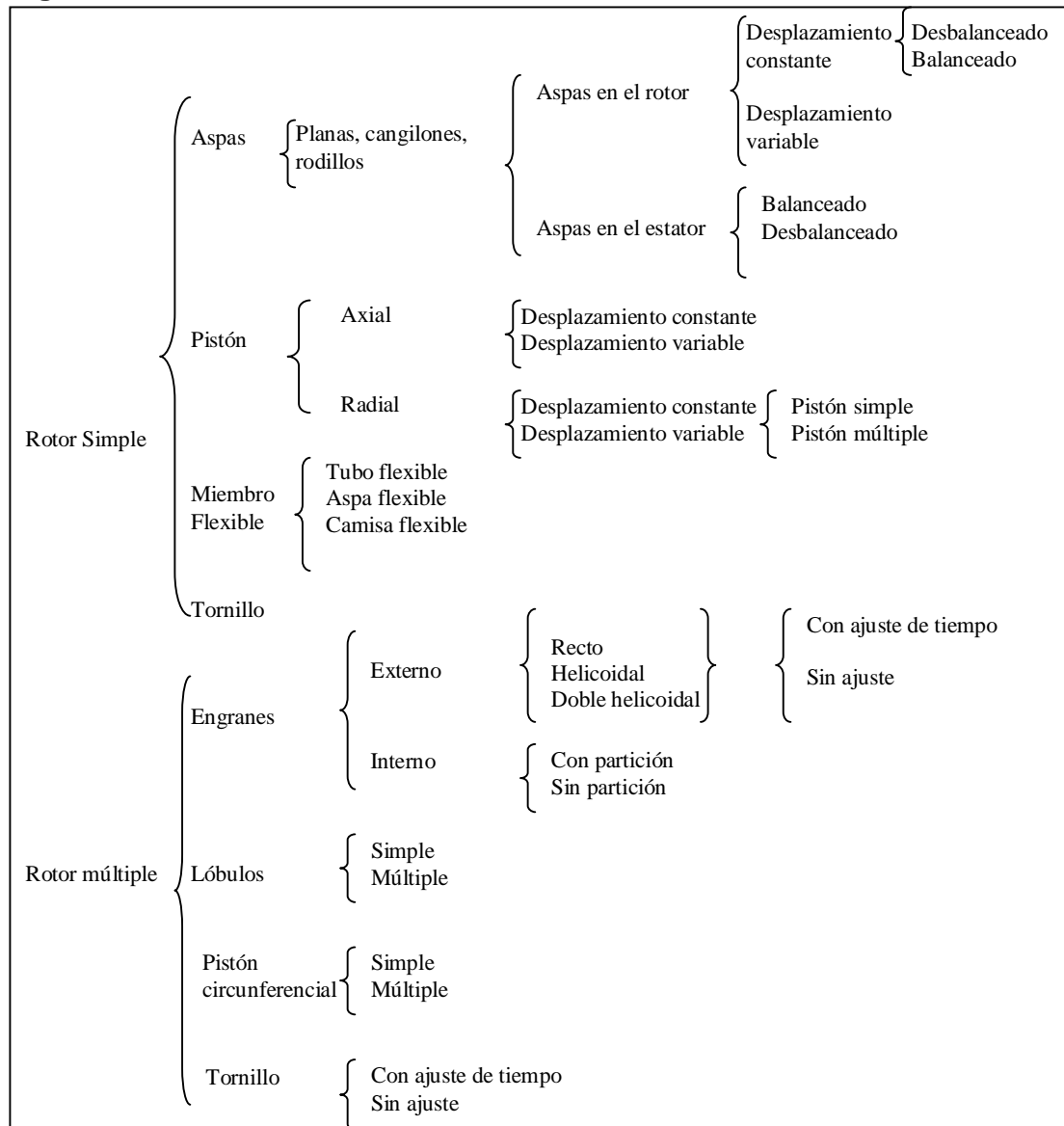
- a) **Desplazamiento:** Es la cantidad teórica de líquido que los elementos giratorios pueden desplazar sin carga o presión.
- b) **Deslizamiento:** Es la cantidad de líquido que regresa de la descarga a la succión, a través de los claros que existen entre los dientes y entre la pared lateral de los engranes y la carcasa.
- c) **Gasto:** El gasto de la bomba es la cantidad real del líquido que sale de ella, es igual al desplazamiento de la bomba menos el retorno o recirculación.

Las bombas rotatorias pueden tener eficiencias muy altas, de 80 a 85%, cuando manejas líquidos de viscosidad relativamente alta (10,000 . 15,000 SSU). Por lo general, cuando aumenta la viscosidad, la eficiencia tiende a disminuir, pero se pueden obtener eficiencias altas, si se selecciona correctamente el equipo.

1.1.4.1.1 Clasificación de las bombas rotatorias

Según el Instituto de hidráulica, de Estados Unidos, las bombas se clasifican en:

Figura 3. Clasificación bombas rotatorias



Fuente: BOMBAS: Teoría, diseño y aplicaciones/ Viejo Zubicaray pag. 166

1.1.4.1.2 Bomba de rotor simple

Se caracteriza en que todos los elementos que giran lo hacen con respecto a un solo eje.

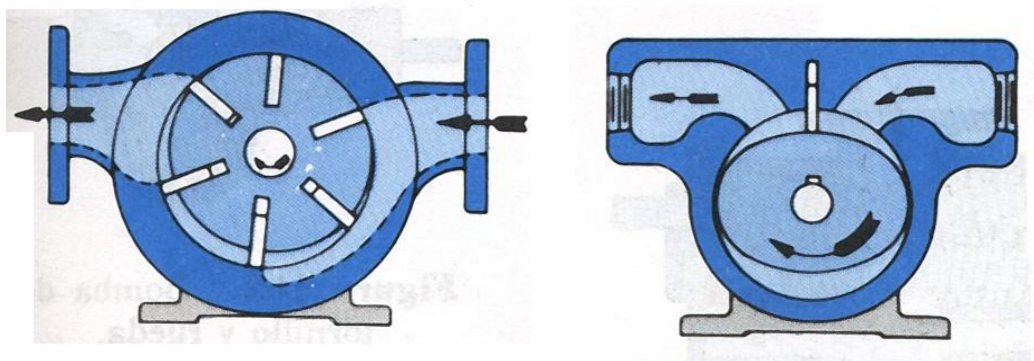
1.1.4.1.3 Bomba de rotores múltiples

Se caracteriza en que todos los elementos que giran lo hacen con respecto a uno o más ejes.

1.1.4.1.4 Bombas de aspas

En este tipo de bomba, las aspas pueden ser rectas, curvas, tipo rodillo, tipo cangilón, pueden estar ubicadas en el rotor o en el estator, y funcionan con fuerza hidráulica radial. El rotor puede ser balanceado o desbalanceado, y el desplazamiento es constante o variable.

Figura 4. Bombas de aspas



Bomba de aspas deslizantes

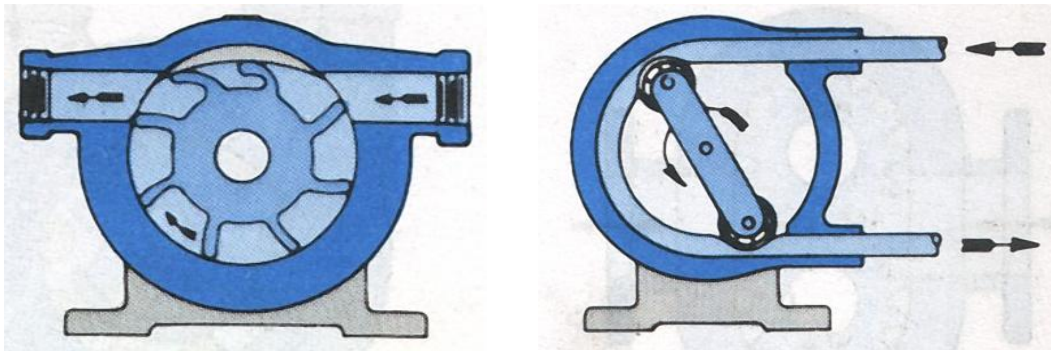
Bomba de aspas externas

Fuente: BOMBAS: Teoría, diseño y aplicaciones/ Viejo Zubicaray pag. 167

1.1.4.1.5 Bombas de miembros flexibles

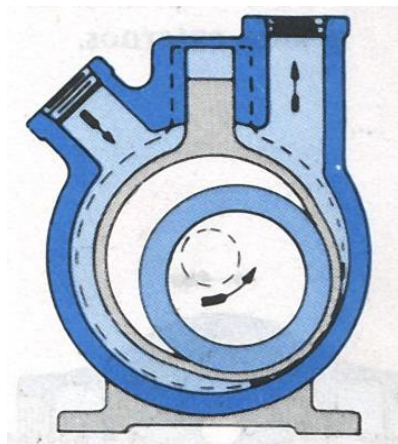
En éstas el bombeo del fluido y la acción de sellado dependen de la elasticidad de los miembros flexibles, que pueden ser un tubo, una corona de aspas o una camisa.

Figura 5. Bombas de miembros flexibles



Bomba de aspa flexible

Bomba de tubo flexible



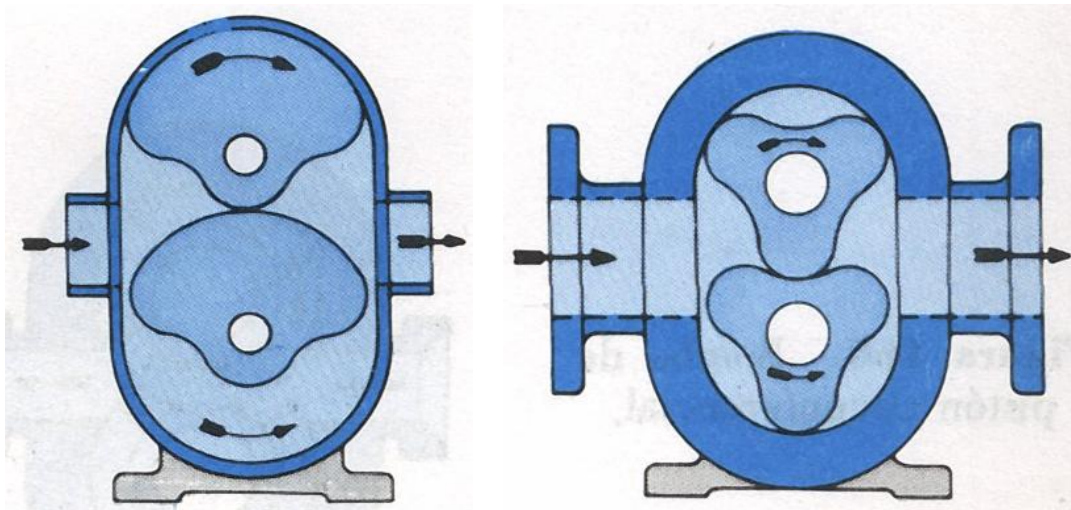
Bomba de camisa flexible

Fuente: BOMBAS: Teoría, diseño y aplicaciones/ Viejo Zubicaray pag. 167

1.1.4.1.6 Bombas de lóbulos

En estas bombas el líquido se desplaza atrapado en los lóbulos, desde la entrada hasta la salida. Los lóbulos efectúan además la labor de sellado. Los rotores deben girar sincronizadamente.

Figura 6. Bombas de lóbulos



Bomba de Lóbulos simple

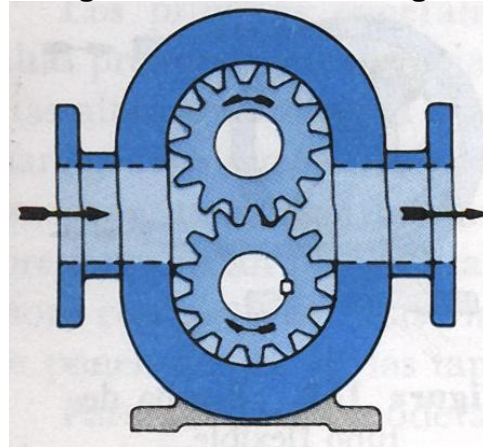
Bomba de tres Lóbulos

Fuente: BOMBAS: Teoría, diseño y aplicaciones/ Viejo Zubicaray pag. 167

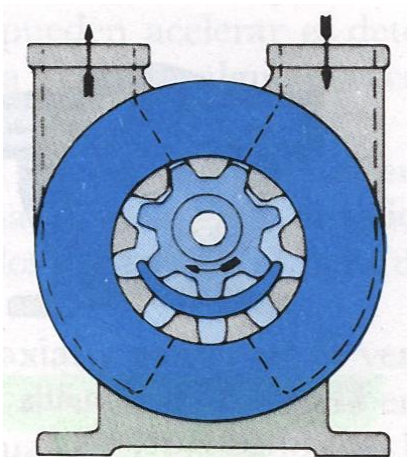
1.1.4.1.7 Bombas de Engranés

En este tipo el líquido es conducido entre los dientes de los engranes, que sirven también como superficies de sello en la carcasa de la bomba. Las hay de engranes externos, que pueden ser rectos, helicoidales simples o dobles; como el tipo espina de pescado.

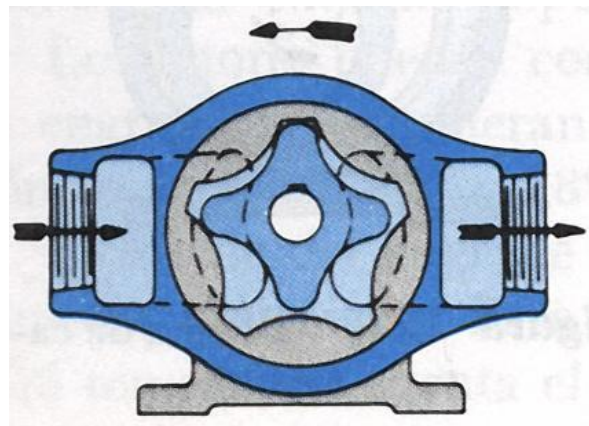
Figura 7. Bombas de engranes



Bomba de engranes externos



**Bomba de engranes internos
con media luna**



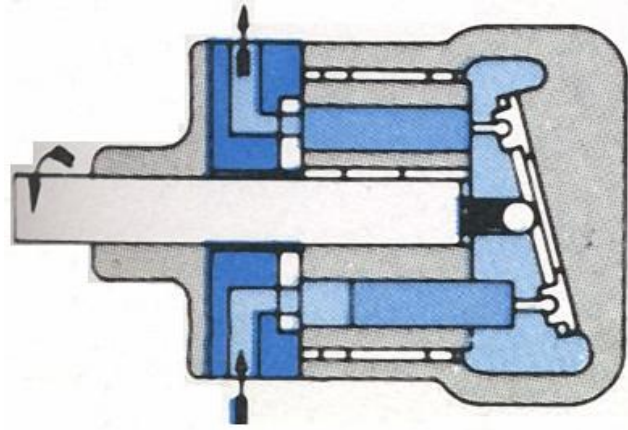
**Bomba de engranes internos
sin particiones**

Fuente: BOMBAS: Teoría, diseño y aplicaciones/ Viejo Zubicaray pag. 168

1.1.4.1.8 Bomba de pistón

En este tipo el fluido entra y sale impulsado por pistones, los cuales trabajan reciprocamente dentro de los cilindros, las válvulas funcionan por rotación de los pistones y cilindros; con relación a los puntos de entrada y salida. Los cilindros pueden estar colocados axial o radialmente, y pueden trabajar con desplazamientos constantes o variables.

Figura 8. Bomba de pistón axial

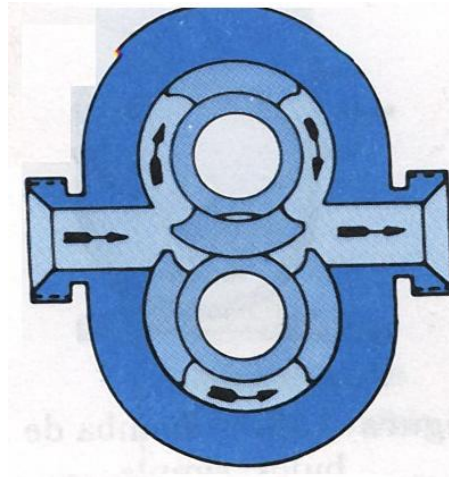


Fuente: BOMBAS: Teoría, diseño y aplicaciones/ Viejo Zubicaray pag. 167

1.1.4.1.9 Bombas de pistón circunferencial

Tiene el mismo principio de operación que las de engrane, pero aquí cada rotor debe trabajar accionado por medios diferentes.

Figura 9. Bomba de Pistón Circunferencial

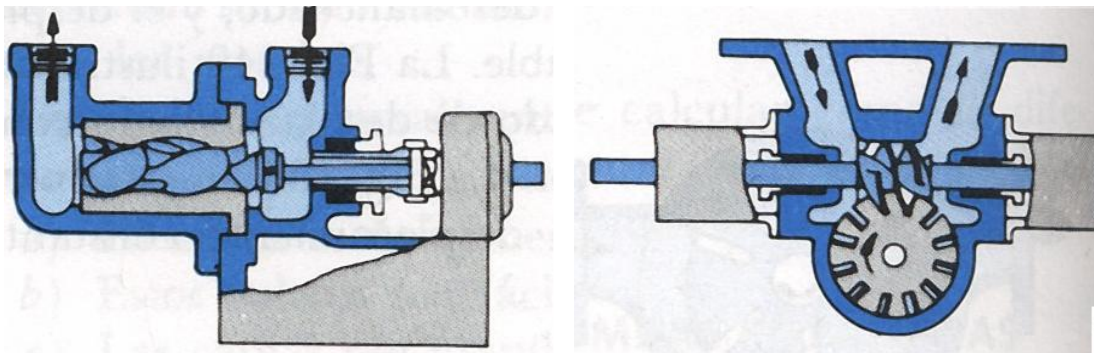


Fuente: BOMBAS: Teoría, diseño y aplicaciones/ Viejo Zubicaray pag. 168

1.1.4.1.10 Bombas de tornillo simple

El tornillo desplaza axialmente el líquido a lo largo de una coraza en forma de gusano. Tiene el inconveniente de poseer un alto empuje axial.

Figura 10. Bombas de tornillo simple



Bomba de tornillo simple

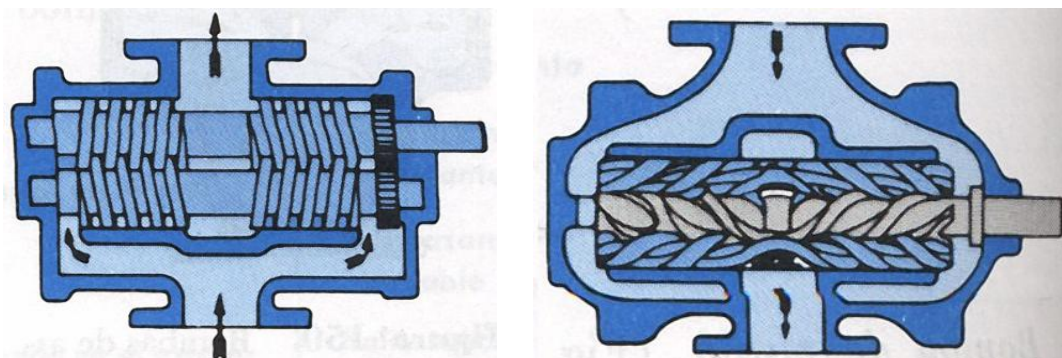
Bomba de tornillo y rueda

Fuente: BOMBAS: Teoría, diseño y aplicaciones/ Viejo Zubicaray pag. 168

1.1.4.1.11 Bombas de tornillo múltiple

El fluido es transportado axialmente por los tornillos. En vez de un estator, cada tornillo trabaja en contacto con el otro, que puede ser el motriz o el conducido. En estos diseños se reduce el empuje axial.

Figura 11. Bombas de tornillo múltiple



Bomba de dos tornillos

Bomba de tres tornillos

Fuente: BOMBAS: Teoría, diseño y aplicaciones/ Viejo Zubicaray pag. 168

1.1.4.2 Aplicaciones

Las bombas aumentan la energía de los líquidos, pueden ser de flujo radial, de flujo axial o de una combinación de ambos llamada de flujo mixto.

Según sea la forma de los elementos de desplazamiento en las bombas hidráulicas se distinguen, esencialmente, los siguientes tipos de bombas: Bombas de engranajes, bombas de células o elementos y bombas de émbolo.

Todas las bombas hidráulicas sin válvulas pueden, por regla general, emplearse también como motores hidráulicos; entonces, el chorro de aceite a presión actúa sobre los elementos de empuje o transporte (ruedas dentadas, aletas, émbolos), de modo que en el eje de salida de los motores puede obtenerse trabajo de rotación.

El campo de aplicación de las bombas rotatorias es muy extenso, mencionaremos algunas de ellas:

A) Industria petrolera (En casi todas las fases de los procesos).

- a) Producción . refinación,
- b) aceites crudos, y refinados.
- c) Carga de tanques, transporte y distribución.

B) Lubricación

- a) Máquinas herramientas y
- b) Todo equipo mecánico.

C) Quemadores de aceite

- a) Servicios de aceite combustible.

D) Sistemas hidráulicos

- a) Elevadores
- b) Manejo de materiales

E) Filtros

- a) Aceite.

F) Industria alimenticia

- a) Jarabes y melazas,
- b) Chocolates, etc.

G) Marina

- a) Carga,
- b) Aceite combustible, etc.

H) Industria del acero

- a) Lubricación de los molinos roladores,
- b) Circulación de aceites para procesos térmicos y para enfriamiento.

I) Ferrocarriles

- a) Transferencia de aceites combustible y diesel
- b) Aceite de lubricación y grasa.

1.1.5 Componentes hidráulicos

1.1.5.1 Bombas hidráulicas

La bomba es probablemente, el componente más importante y menos entendido de un sistema hidráulico. Su función es convertir la energía mecánica en energía hidráulica al empujar el fluido hidráulico dentro del sistema.

Las Instalaciones hidráulicas que requieran una corriente de líquido que fluya constantemente, tienen bombas cuyo caudal puede permanecer constante o variable. Las bombas de desplazamiento volumétrico accionadas por motores eléctricos o de otro tipo, producen una corriente de caudal casi constante; mediante varios émbolos u otros elementos de desplazamiento.

1.1.5.2 Motores hidráulicos

Transforman la energía hidráulica en energía mecánica. Los motores tienen la misma construcción que las bombas, y básicamente operan igual, sólo que los motores a diferencia de las bombas; transforman energía hidráulica en energía mecánica. Así tenemos motores de engranajes, motores de paletas, motores de pistones.

1.1.5.3 Válvulas de control



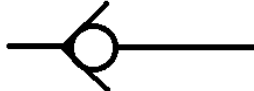

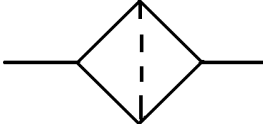
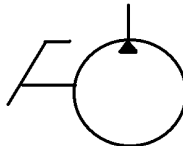
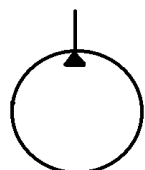

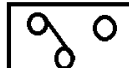
La válvula de control se emplea para regular el flujo en un tubo. Un sistema hidráulico puede contener varias válvulas, algunas de las cuales deben ser solo para posiciones de cierre o de apertura plenas, en tanto que otras válvulas regulan la cantidad de flujo como se desee, las últimas usualmente se suelen considerar válvulas de control. Las válvulas de control pueden operarse manual o automáticamente, dependiendo de la cantidad deseada de flujo, la presión, la temperatura, el nivel, etc.

Las válvulas determinan; como válvulas direccionales, el comienzo, el fin y la dirección; como válvulas de presión, la presión y como válvulas de flujo, el volumen del chorro de los líquidos y gases que puedan circular por una tubería.

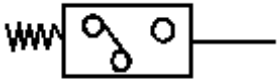
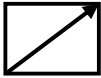
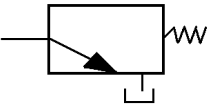
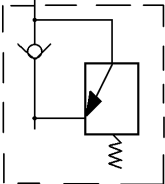
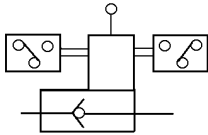
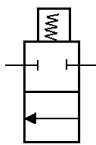

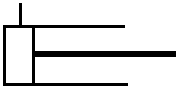
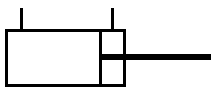
En los controles de presión, básicamente, los circuitos hidráulicos; utilizan dos formas para controlar la presión, siendo éstas, alivio y reducción de la presión.

1.1.6 Simbología hidráulica

Figura 12. Simbología hidráulica

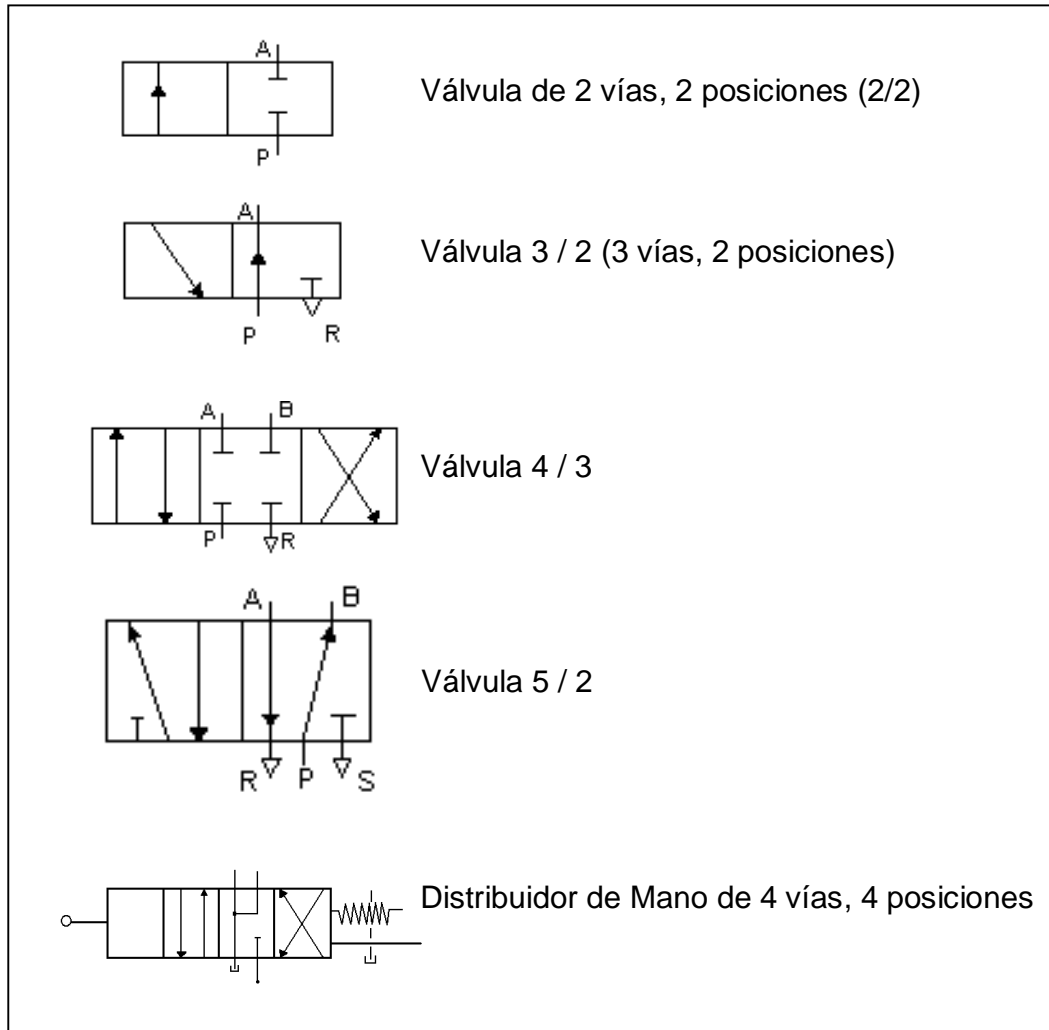
	Línea de trabajo
	Unión entre líneas
	Válvula antirretorno o retención
	Acoplamiento rápido
	Filtro
	Bomba de mano de emergencia
	Bomba
	Llave de cierre
	Control del nivel

Continuación

	Interruptor a presión
	Manómetro
	Válvula de seguridad
	Válvula de frenado
	Válvula de vaciado a mano
	Válvula electromagnética de vaciado
	Válvula de estrangulación
	Cilindro hidráulico de simple acción
	Cilindro hidráulico de doble acción




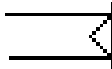
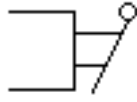
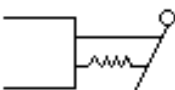
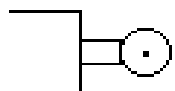
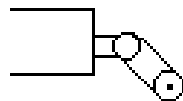
Fuente: Simbología hidráulica, manual INTECAP.

Figura 13. Válvulas distribuidoras



Fuente: Simbología hidráulica, manual INTECAP.

Figura 14. Accionamientos

	Muelle de recuperación o de retorno (resorte)
	Pulsador
	Accionamiento por fuerza muscular (manual)
	Accionamiento por servopilotaje
	Accionamiento por palanca
	Fijación mediante enclavamiento
	Accionamiento por rodillo
	Accionamiento por rodillo escamoteable

Fuente: Simbología hidráulica, manual INTECAP.

1.1.7 Aceite hidráulico

El fluido que se utiliza en los circuitos hidráulicos recibe el nombre de aceite hidráulico. En este capítulo se presentan las funciones, sus características y los aditivos que puede tener; esto permitirá seleccionar de una mejor manera nuestro aceite hidráulico; basados en las especificaciones del equipo y el medio ambiente donde funcionará.

1.1.7.1 Características del aceite hidráulico

Los aceites que se usan en un sistema hidráulico deben poseer ciertas características especiales, como lo es, lubricar para proteger los dispositivos hidráulicos vitales, mientras transmiten fuerzas con óptima eficiencia; debe cumplir además con las siguientes exigencias:

- a) Máxima eficiencia volumétrica
- b) Previene la cavitación en las bombas
- c) Máxima transferencia interna de calor
- d) No debe de formar óxido
- e) No debe formar espuma
- f) Alto índice de viscosidad
- g) Gran rango de temperatura de operación
- h) Máxima película protectora lubricante
- i) Evita la oxidación, (del mismo aceite).

1.1.7.2 Viscosidad del aceite

La viscosidad es la resistencia que el fluido ofrece a un movimiento cortante, es decir, un rozamiento interno. Esta resistencia obedece a dos fenómenos:

- 1) la cohesión molecular y
- 2) la transferencia molecular de una capa a otra

con lo cual se establece una fuerza tangencial o esfuerzo cortante.

Para propósitos prácticos se puede usar la viscosidad cinemática; la cual se determina midiendo el tiempo que tarda en fluir a través de un orificio establecido, una cantidad específica de aceite a una temperatura dada. Las unidades más usadas son el Segundo Saybolt Universal (SUS por sus siglas en inglés) y el centistokes (cSt) siendo las temperaturas que usan de referencia 100 °F (37.8 °C) y/o 210° F (98.9 °C)

Los factores que impiden que el sistema hidráulico pueda trabajar con un 100% de eficiencia incluyen: el escape de aceite en la bomba, la cavitación, la fricción del aceite, las fugas de aceite y la fricción entre los componentes mecánicos. La viscosidad del aceite afectará todos esos factores determinantes en la eficiencia del sistema. Sí la viscosidad del aceite es muy grande, éstas pueden ser algunas de sus consecuencias:

- a) La fricción interna del aceite se incrementará y causará un incremento en la resistencia a fluir a través de los orificios de las bombas y las válvulas.
- b) Se incrementará la temperatura del aceite.
- c) La operación de la máquina será lenta.
- d) La presión en el sistema se incrementará.
- e) Se incrementará el consumo de potencia.

Si la viscosidad del aceite es muy pequeña, éstas pueden ser algunas de sus consecuencias:

- a) Las fugas tanto internas como externas de aceite se incrementarán.
- b) El escape de aceite en la bomba se incrementará, y reducirá la eficiencia de la bomba e incrementará la temperatura del aceite.
- c) Incremento de la fricción entre las partes en movimiento, lo cual incrementará el desgaste.
- d) La presión en el sistema será baja.
- e) Se perderá el control preciso del sistema.

Para cada sistema hidráulico hay ciertos rangos de viscosidad que producirán la mayor eficiencia y el funcionamiento más satisfactorio. La bomba usualmente es la parte más crítica del sistema con respecto a la viscosidad, los fabricantes de bombas hacen recomendaciones muy específicas de la adecuada viscosidad que tiene que tener el aceite a usar en las bombas.

Un aceite ideal debe tener una viscosidad constante bajo todas las condiciones de operación. Sin embargo, todos los aceites se adelgazan al alcanzar temperaturas elevadas y se espesan a temperaturas bajas. También, la viscosidad se incrementará al incrementarse la presión. Por lo expuesto anteriormente se debe seleccionar adecuadamente el grado de viscosidad del aceite que vayamos a usar.

1.1.7.3 Compresibilidad del aceite

Compresibilidad es el grado que un fluido sufre una reducción de volumen bajo presión. Generalmente, compresibilidad se expresa en términos del $\frac{1}{\text{módulo de volumen}}$ del fluido, que es el recíproco de compresibilidad.

El módulo de volumen de fluidos hidráulicos aumenta ligeramente con la presión, pero disminuye grandemente con la temperatura.

La compresibilidad del aceite juega un papel importante en la cavitación de la bomba que causa impactos de presión locales que corroen el metal de la bomba y de los dispositivos de medición.

1.1.7.4 Antioxidante

Cuando el aceite se calienta en presencia de aire, ocurre la oxidación. Como resultado de esta oxidación, la viscosidad del aceite y la concentración de ácidos orgánicos en el aceite se incrementan, y en las superficies metálicas expuestas al aceite; se pueden formar depósitos de lacas y barniz.

La velocidad de un proceso de oxidación puede variar debido a muchos factores. Al incrementar la temperatura, en forma exponencial se incrementa la oxidación. Gran exposición al aire (y al oxígeno contenido en él) también incrementará la velocidad de oxidación. Algunos metales como el cobre también pueden actuar como promotores de oxidación.

Aunque la oxidación del aceite es un proceso no muy bien definido, se reconoce como un procedimiento de la reacción libre en cadena radical. Para evitar esto, se utilizan dos tipos generales de antioxidantes: algunos que reaccionan con los iniciadores de las cadenas para formar compuestos inactivos y los otros que descomponen estos materiales para forman compuestos menos reactivos.

Los aditivos antioxidantes, no evitan completamente la oxidación del aceite, cuando éste se ve expuesto a condiciones de trabajo severas. Algunos tipos de aceite pueden ser inhibidos de la oxidación en mejor grado que otros.

1.1.7.5 Antiespumante

Los polímeros de silicón dosificados en pequeñas partes por millón, son los antiespumantes más usados. Estos materiales son mínimamente solubles en aceite, y la selección correcta del tamaño del polímero; es crítica si durante largo tiempo de almacenamiento, se permite la sedimentación del mismo.

También, las siliconas incrementan el arrastre de aire en el aceite. Polímeros orgánicos son usados muchas veces para revertir este proceso debido a las siliconas, aunque se requieren grandes concentraciones de orgánicos.

Se piensa que las moléculas del antiespumante se atan a las burbujas de aire en la espuma, produciendo puntos de dilución. La unión de burbujas forman burbujas más grandes que suben más rápidamente a la superficie, y allí se destallan, liberando el aire.

1.1.7.6 Antidesgastante

Es una sustancia química agregada a los aceites para reducir el desgaste. Por lo general, actúa reaccionando con la superficie de los metales, para formar una capa protectora.

Los aditivos antidesgaste se usan en muchos aceites lubricantes para reducir la fricción, el desgaste, la abrasión y las ralladuras de las superficies metálicas cuando la película del lubricante no puede ser mantenida completa.

Debido al incremento de la temperatura y de las cargas la película de lubricante empieza a adelgazarse progresivamente hasta dejar pequeñas partes sin cubrir; cuando esto ocurre, por las irregularidades microscópicas de las superficies metálicas lubricadas, las crestas más grandes se unen y forman pequeñas soldaduras que por el mismo movimiento tienden a romperse produciendo el desgaste de las piezas, debido a que los restos de soldadura son acarreados por el aceite, otras piezas pueden sufrir daños pues los espacios entre ellas son bien pequeños.

El tipo de aceite que se utiliza en la empresa donde se realiza el estudio, es el llamado Turbo T con una viscosidad de 68, con las siguientes características: Alta estabilidad a la oxidación, excelente demulsibilidad y resistencia a la formación de espuma combinado con una rápida liberación del aire, lo que se garantiza que el equipo se mantendrá por prolongados periodos libre de depósitos, productos ácidos y herrumbre.

DATOS TÉCNICOS SOBRE EL ACEITE TURBO T

Viscosidades disponibles: ISO 32, 46, 68, 100, 150 y 220.

Tabla I. Propiedades del aceite turbo T

ISO	32	46	68	100	150	220
Densidad Kg / l a 15° C	0.871	0.876	0.882	0.882	0.892	0.897
Punto de Inflamación (OC) en °C	204	219	235	249	246	249
Punto de Ecurrimiento en °C	-20.6	-20.6	-20.6	-20.6	-20.6	-15.0
Viscosidad en cSt	a 40°C	31.2	44.0	64.0	96.0	147.0
	a 100°C	5.2	6.5	8.4	10.5	14.0
Índice de Viscosidad	92	95	92	92	93	92

Fuente: Aceite lubricante Shell

1.2 Datos generales de la empresa I.N.D.E.

1.2.4 Descripción de la empresa

El instituto nacional de electrificación (I.N.D.E.) fue creado el 27 de mayo de 1959, mediante el decreto del congreso de la república de Guatemala No. 1287.

El INDE pone en marcha los planes de electrificación rural del Estado de Guatemala en el área rural del territorio nacional, actualmente se desarrollan sobre los siguientes ejes: a) Plan de electrificación rural, b) Ejecución de obras con recursos propios y c) Entrega de materiales a obras que se encuentran en condiciones de extrema pobreza o alto grado de pobreza.

1.2.4.1 Misión de la empresa

Contribuir al desarrollo de Guatemala, promoviendo y participando en la producción, transporte y comercialización de electricidad del mercado nacional y regional. Suministrando un servicio eficiente, de calidad y utilizar tecnología de vanguardia, que permita como empresa del estado, el bienestar social, la protección del ambiente y la superación de su recurso humano.

1.2.4.2 Visión de la empresa

Ser la Institución Eléctrica Nacional impulsora del desarrollo del Mercado Nacional y Regional en función social y cumpliendo con estándares de calidad mundial.

1.2.5 Actividades a la que se dedica

A la Empresa de Generación de Energía Eléctrica del INDE, le corresponde la operación y mantenimiento de las plantas de producción de energía eléctrica, además la venta de energía y potencia eléctrica en el mercado eléctrico nacional y regional, en el mercado a término y de oportunidad.

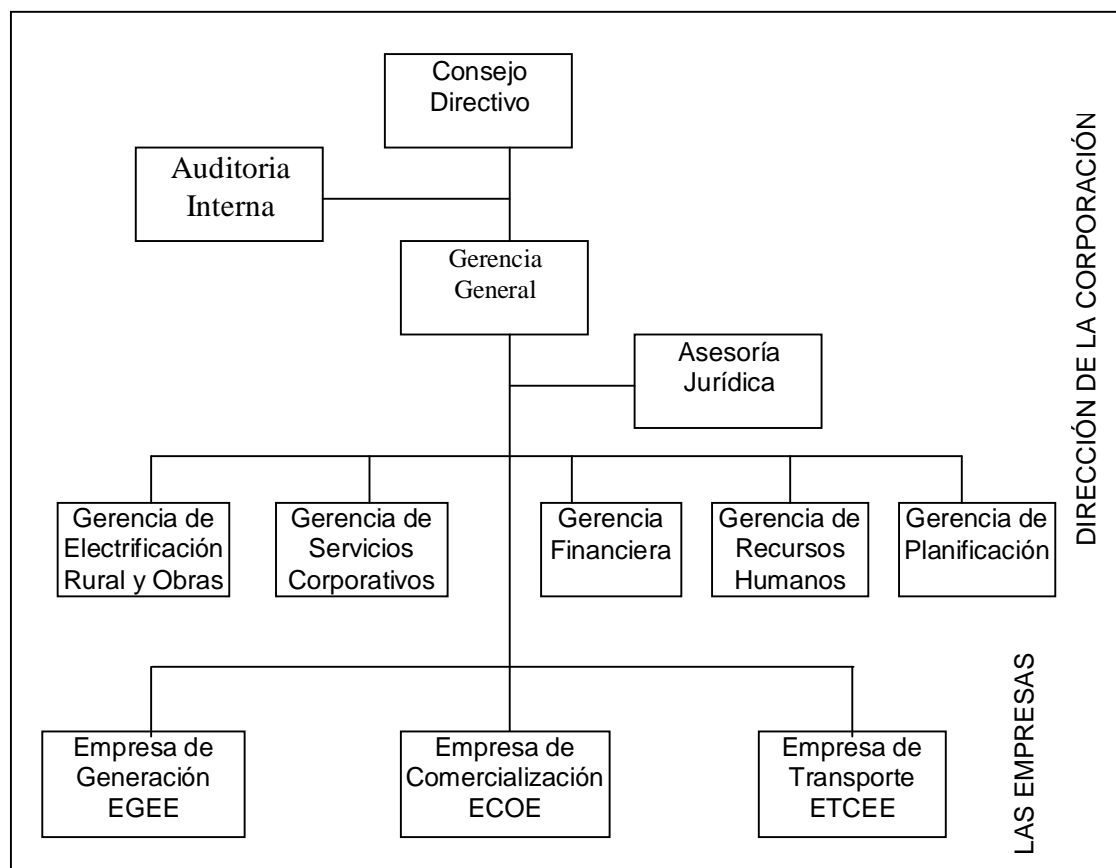
1.2.6 Organización de la empresa

El instituto nacional de electrificación I.N.D.E. está regido por su ley orgánica (Decreto 64-94). Su actual organización y funciones responden a lo estipulado en la Ley General de Electricidad (decreto 93-96 del congreso de la República de Guatemala).

El órgano superior de la administración del I.N.D.E. es su Consejo Directivo, el cual está integrado por representantes del Ministerio de Energía y Minas, el Ministerio de Economía, la secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, la Asociación Nacional de Municipalidades, la Cámara de Asociaciones Empresariales, y Asociaciones y/o Sindicatos de los Trabajadores del país.

La Gerencia General está encargada de la ejecución de las directrices y políticas emanadas del Consejo Directivo, además de llevar la administración y gobierno de la institución.

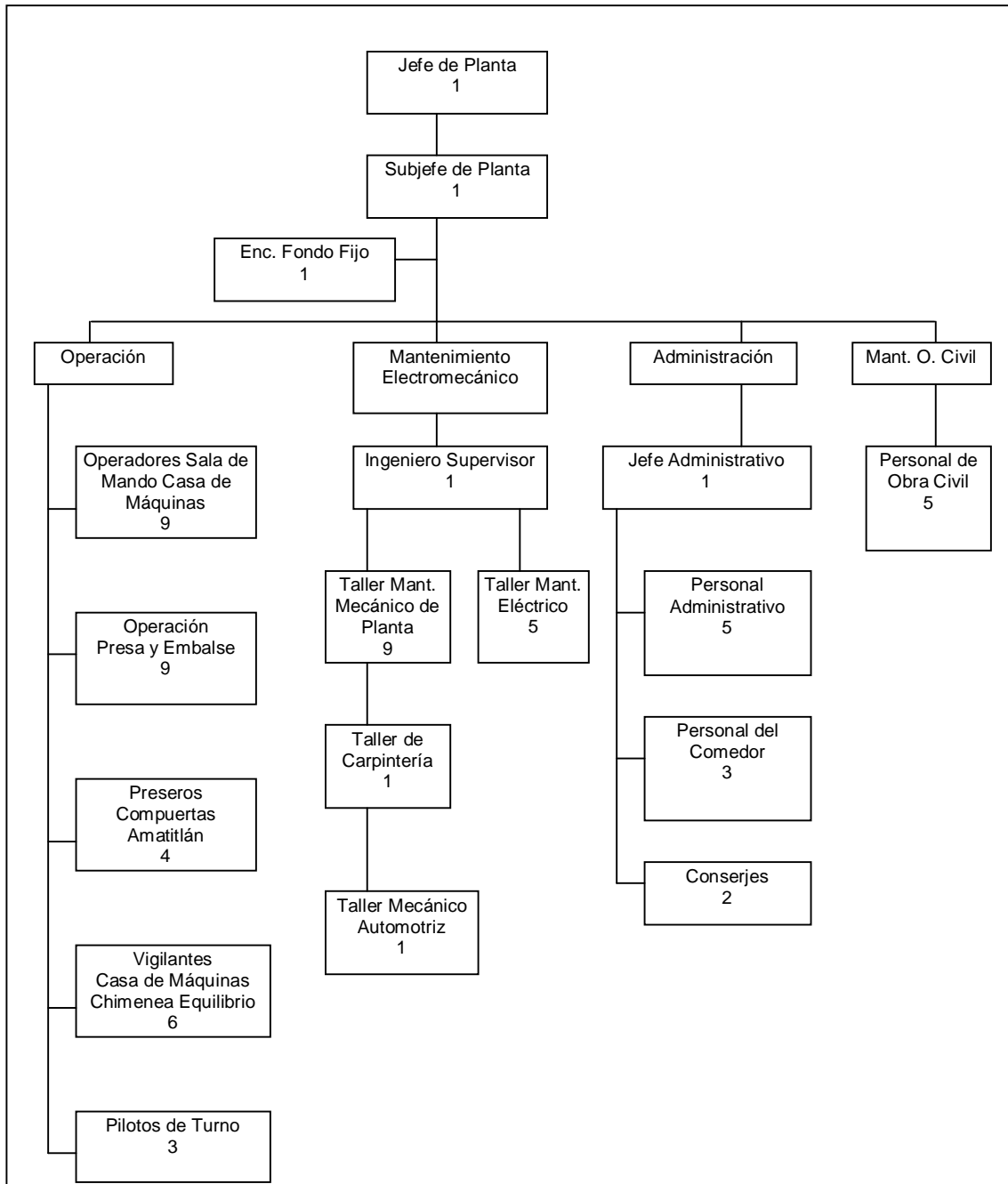
Figura 15. Organigrama de la empresa I.N.D.E.



Fuente: I.N.D.E.

1.2.6.1 Organización de la empresa Jurún Marinalá

Figura 16. Organigrama de la empresa Jurún Marinalá



Fuente: I.N.D.E.

1.2.6.2 Ubicación de la empresa Jurún Marinalá

El embalse se ubica en los municipios de Amatlán y Palín, sobre el río Michatoya, y la casa de maquinas esta ubicada en la aldea Agua Blanca, Escuintla.

1.2.6.3 Proceso de generación de energía eléctrica

1.2.6.3.1 Recursos

Los caudales despachados del lago de Amatlán es conducida a través del río Michatoya, y se captan por medio de una presa de hormigón armado de 20 mts de altura en Jurún, y se regulan diariamente en un embalse con capacidad de almacenamiento de 112,000 m³.; utiliza el lago de Amatlán como embalse de regulación anual. La generación promedio anual es de 184 GWh/años. Cuenta con el recurso natural de las aguas del lago de Amatlán y del río Michatoya.

1.2.6.3.2 Tipo maquinaria

Tiene capacidad instalada de 60 MW; cuenta con 3 grupos generadores con turbinas tipo Pelton de 20 MW cada una. Su conducción está constituida por túnel de aducción de 4 Km. de longitud y tubería de presión de 2,849 mts.



*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

1.2.6.3.3 Personal

La empresa cuenta con un número de 67 empleados, que se distribuyen en 3 sectores entre todo el sistema de la hidroeléctrica, empezando en el sector de la compuerta de la presa de el lago de Amatitlán, el segundo sector es donde se ubica el embalse y finalizando en la casa de maquinas.

2. DIAGNÓSTICO GENERAL DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA CENTRAL HIDROELÉCTRICA JURÚN MARINALÁ

2.1 Sistema Jurún Marinalá - Michatoya

2.1.1 Lago de Amatitlán

El sistema Jurún Marinalá . Michatoya, utiliza las aguas del lago de Amatitlán como embalse de regulación anual, en donde se encuentran instaladas 2 compuertas radiales con tableros abatibles de 5.00 x 4.45 mt, con accionamiento óleo . hidráulico, el volumen útil máximo del embalse es $32.7 \times 10^6 \text{ m}^3$, para que el caudal requerido sea vertida al cauce del río Michatoya.

Figura 17. Lago de Amatitlán



Fuente: Guate 360°

2.1.1.1 Embalse de regulación anual

Estos son de gran tamaño y necesitan de un ambiente gigantesco para su funcionamiento. El agua que embalsan les sirve para funcionar todo un año. Trabajan como plantas de servicio general, cubren tanto la demanda básica como las horas pico de consumo, su nivel se mantiene de la desembocadura de algunos ríos, en este caso se utiliza el lago de Amatitlán.

2.1.2 Embalse artificial

Los embalses artificiales son construidos para almacenar gran cantidad de agua para ser utilizada en algún momento, y son alimentados por uno o varios ríos o agua pluvial. Se le denomina también embalse de regulación diaria. El embalse artificial se encuentra en el municipio de Palín, Escuintla; toma el caudal del río Michatoya, a este río lo alimenta el lago de Amatitlán.

2.1.2.1 Embalse de regulación diaria

Es un embalse de pequeña regulación, donde su caudal es utilizado mayormente durante horas de mucha demanda. Son de uso frecuente en países montañosos no industrializados, donde la demanda de electricidad es poca.

Tiene un volumen total de 112,000.00 m.³, con un nivel máximo de 1,008.25 msnm, y un nivel mínimo de 999.80 msnm. La superficie esta revestida de hormigón armado y equipado con una compuerta tipo vagón de 2.10 m., tiene una compuerta de purga de 1.00 m. x 1.00 m., para limpieza y un aliviadero (vertedero lateral) para regular el nivel máximo.

Figura 18. Embalse de regulación diaria



Fuente: Hidroeléctrica Jurún Marinalá

2.1.3 Presa reguladora

Es una presa de gravedad, construida con hormigón armado, para almacenar agua hasta la cota 1,189.40 msnm, equipada con compuertas radiales con tableros abatibles de 5.00 m. x 4.45 m., con accionamiento óleo-hidráulico.

2.1.4 Presa desviadora

Es una presa de gravedad, construida de hormigón armado, tiene un vertedero libre de 12.00 m. x 4.00 m., un vertedero controlado con una compuerta radial con tablero abatible de 10.00 m. x 4.00 m., y un vertedero de limpieza controlado con una compuerta radial con tablero abatible de 1.80 m. x 4.00 m.

2.1.5 Toma de agua

Contiene una longitud de 63.60 m., ancho de 4.10 m., alto de 2.70 m. Tiene una viga flotante de 1 elemento de 7.85 m x 0.5 m x 0.24m., dos pasos de agua de 1.60 m. x 2.10 m., una reja metálica de 25 laminas de 180 mm. controlada por una máquina limpia rejas y dos canales de aducción hacia los desarenadores, controlados por dos compuertas deslizantes de 1.60 m. x 1.80 m.

2.1.6 Túnel de presión

Tiene un diámetro inicial de 2.10 m. y un diámetro final de 1.65 m., con una longitud sin blindaje de 1,185.44 m. y con blindaje de 2,849.92 m., con un espesor del blindaje de 6.50 m., haciendo una longitud total de 4,035.36 m.

2.1.7 Tubería forzada

Es el conducto que se encuentra al final del túnel por medio del cual el agua llega a las turbinas, generalmente esta tubería se encuentra ubicada en caídas considerables de altura para aumentar la presión del agua.

Tiene una longitud total de 2,428.19 m. de las cuales tiene una longitud revestida de 1,275.20 m. y una longitud al aire de 1,152.99 m., con un diámetro inicial de 1.65 m, y un diámetro final de 1.45 m.

En el extremo superior esta conectada directamente al túnel de presión, cuenta con unas juntas de expansión Dresser, y apoyos sobre base de hormigón armado, en el extremo final se encuentran tres válvulas de tipo esférico, con diámetro de 1.25 m. soportan una presión máxima de 112.00 Kg. / cm².

2.1.8 Casa de máquinas

La casa de máquinas se encuentra en la aldea Agua Blanca, Escuintla; es un edificio de hormigón armado construido a cielo abierto, en el cual esta instalado el siguiente equipo: Turbinas tipo pelton de eje horizontal, generadores trifásicos, paneles de control y mando, válvulas esféricas, sistemas de regulación, sistema de aire comprimido, sistema de enfriamiento, equipos de protección, grupo diesel de emergencia auxiliares, puentes grúa, talleres de mantenimiento, bodegas de repuestos y oficinas de jefatura.

2.1.9 Subestación

Generada y transformada la energía eléctrica en la casa de máquinas, pasa a una subestación transformadora; que eleva el voltaje para poderse transmitir a los centros de consumo a través de torres, líneas y redes de distribución.

2.1.10 Línea de transmisión

La energía de la planta Jurún Marinalá, es entregada a través de dos líneas de 138 kv, a las subestaciones de la central Terminal de Escuintla en una línea simple de 14 Km, y Guatemala sur en una línea de 32 Km de doble circuito.

Tabla II. Características generales de la línea de transmisión

Para todas las secciones				
Cable conductor	ACSR 477 MCM, tipo HAWK Sección total 281,1 mm ²			
Cable de guarda	Acero galvanizado Sección nominal 1 x 70 mm ²			
Tipo de las torres	Torres de reticulado de acero, atornillado, galvanizado al fuego			
Bases	Bases de concreto, eventualmente bases de reja de acero			
Sección	Línea	Tensión nominal (Kv)	Número de sistemas	Longitud (Km)
A	Guacalate - Jurún . marinalá	138	1	14,5
B	Jurún . Marinalá - Guatemala . Sur	138	2	32
C	Guatemala . Sur - El Centro	69	1*	7,1
D	Desviación de una línea simple existente a la subestación Guatemala . Sur	69	2	1,1

Fuente: I.N.D.E.

* torres previstas para línea doble

Tabla III. Características del cable

Sección de la línea	Longitud del trazado Km	Números de cables		Longitud total del cable	
		conductores	guarda	conductor km	guarda km
A	14.54	3	1	45.8	15.3
B	32.29	6	1	203.8	34.0
C	7.10	3	1	22.4	7.5
D	1.11	6	1	7.0	1.2
Total				279.0	58.0

Fuente: I.N.D.E.

2.1.10.1 Cable conductor

Como conductor se tomara un cable de aluminio reforzado con un alma de acero (ACSR). Este cable presentara las siguientes cualidades:

Denominación según CSA	Hawk
Sección nominal	240 / 40 mm ² ACSR
Sección total	281,1 mm ²
Sección del aluminio	241,7 mm ²
Sección del acero	39,4 mm ²
Diámetro del conductor	21,8 mm
Diámetro del alma de acero	8,04 mm
Diámetro del alambre de aluminio	3,44 mm
Diámetro del alambre de acero	2,68 mm
Cantidad de alambres de aluminio	26
Cantidad de alambres de acero	7
Carga de rotura mínima	8818 kg
Resistencia a la corriente continua máxima a 20 ⁰ C	119,4 / (μΩ/ m)
Peso total (sin grasa)	975 g/m
Peso del aluminio	667 g/m
Peso del acero	308 g/m

El galvanizado de los alambres de acero debe satisfacer las prescripciones de la norma ~~CSA~~CSA+(Canadian Standards Association) especificación C 49.

2.1.10.2 Cable de guarda

Como cable de guarda se tomara un cable de acero galvanizado. Este cable presentara las siguientes características:

Sección nominal	70 mm ²
Sección efectiva	65,8 mm ²
Diámetro del cable	10,5 mm
Diámetro de los alambres	2,1 mm
Cantidad de alambres	19
Carga de rotura mínima	5500 kg

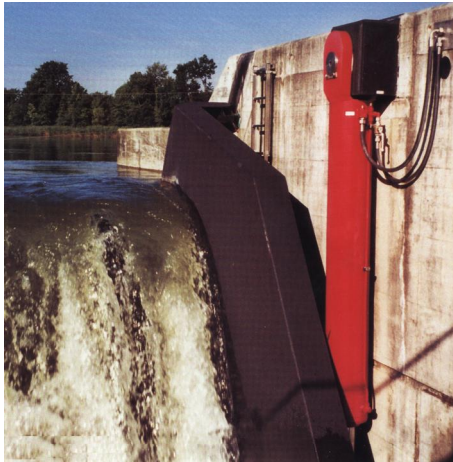
El galvanizado de los alambres de acero debe satisfacer las prescripciones Class B+ de la norma ASTM, (American Society of Testing Materials) especificación A 475- 62 T.

2.2 Descripción de los equipos del sistema hidráulico

2.2.1 Servomotores

También son llamados cilindros hidráulicos, transforman la energía hidráulica en energía mecánica. Es el elemento receptor del flujo del líquido, el cual al recibirlo con una cierta presión y velocidad, impulsa un embolo central que tiene una superficie y dimensiones determinadas y en función de las cuales estará su capacidad de empuje. En todo el sistema hidráulico se encuentran instalados 21 servomotores, de los cuales se describen las siguientes características:

Figura 19. Servomotor (cilindro hidráulico)



Fuente: Bieri Hydraulik

2.2.1.1 Servomotor de compuerta de la presa (2 servomotores)

Características:

- | | |
|----------------------------------|---------------------|
| - Fuerza máxima para subir | 42 t a 239 atm |
| - Fuerza máxima para bajar | peso propio |
| - Presión de ensayo | 360 atm |
| - Diámetro inferior del cilindro | 180 mm |
| - Diámetro del vástago | 100 mm |
| - Carrera del émbolo | 1350 + 20 mm |
| - Superficie del émbolo al subir | 176 cm ² |
| - Volumen del aceite para subir | 24 lt |
| - Volumen del aceite para bajar | tanque de relleno |

2.2.1.2 Servomotor del tablero abatible de la compuerta de la presa

Características:

- Fuerza máxima para subir 15 t a 236 atm
- Fuerza máxima para bajar peso propio
- Presión de ensayo 354 atm
- Diámetro inferior del cilindro 119 mm
- Diámetro del vástago 90 mm
- Carrera del émbolo 570 + 25mm
- Superficie del émbolo al subir 63,6 cm²
- Volumen del aceite para subir 4,9 lt
- Volumen del aceite para bajar tanque de relleno

2.2.1.3 Servomotor de la compuerta sector de limpia

Características:

- Fuerza máxima para subir 30 t a 220 atm
- Fuerza máxima para bajar 10 t a 50 atm.
- Presión de ensayo 330 atm
- Diámetro inferior del cilindro 160 mm
- Diámetro del vástago 90 mm
- Carrera del émbolo 1350 + 20 mm
- Superficie del émbolo para subir 137,4 cm²
- Superficie del émbolo para bajar 201 cm²
- Volumen del aceite para subir 18,8 lt
- Volumen del aceite para bajar 27,5 lt
- Diferencia de los volúmenes 8,7 lt

2.2.1.4 Servomotor de tablero abatible de la compuerta del sector de limpia

Características:

- Fuerza máxima para subir 6,8 t a 135 atm
- Fuerza máxima para bajar 2,4 t a 80 atm.
- Presión de ensayo 203 atm
- Diámetro inferior del cilindro 80 mm
- Diámetro del vástago 50 mm
- Carrera del émbolo 570 + 25 mm
- Superficie del émbolo para subir 50,3 cm²
- Superficie del émbolo para bajar 30,6 cm²
- Volumen del aceite para subir 3,9 lt
- Volumen del aceite para bajar 2,4 lt
- Diferencia de los volúmenes 1,5 lt

2.2.1.5 Servomotor de compuerta de entrada al desarenador I, II (2 servomotores)

Características:

- Fuerza máxima para subir 6 t a 170 atm
- Fuerza máxima para bajar 2,5 t a 40 atm.
- Presión de ensayo 255 atm
- Diámetro inferior del cilindro 90 mm
- Diámetro del vástago 60 mm
- Carrera del émbolo 1800 + 50 mm
- Superficie del émbolo para subir 35,3 cm²
- Superficie del émbolo para bajar 63,6 cm²
- Volumen del aceite para subir 6,5 lt

- Volumen del aceite para bajar 11,8 lt
- Diferencia de los volúmenes 5,3 lt
- Fuerza para desatar el bloqueo de bajar 2,5 t

2.2.1.6 Servomotor de compuerta de purga del desarenador I, II (2 servomotores)

Características:

- Fuerza máxima para subir 6 t a 170 atm
- Fuerza máxima para bajar 5 t a 80 atm.
- Presión de ensayo 255 atm
- Diámetro inferior del cilindro 90 mm
- Diámetro del vástago 60 mm
- Carrera del émbolo 1000 + 50 mm
- Superficie del émbolo para subir 35,3 cm²
- Superficie del émbolo para bajar 63,6 cm²
- Volumen del aceite para subir 3,7 lt
- Volumen del aceite para bajar 6,7 lt
- Diferencia de los volúmenes 3 lt
- Fuerza para desatar el bloqueo de bajar 2,5 t

2.2.1.7 Servomotor de compuerta de entrada al embalse regulador

Características:

- Fuerza máxima para subir 16,5 t a 221 atm
- Fuerza máxima para bajar 15,2 t a 135 atm.
- Presión de ensayo 330 atm
- Diámetro inferior del cilindro 120 mm

- Diámetro del vástago	70 mm
- Carrera del émbolo	2100 + 50 mm
- Superficie del émbolo para subir	74,6 cm ²
- Superficie del émbolo para bajar	113 cm ²
- Volumen del aceite para subir	16 lt
- Volumen del aceite para bajar	24,3 lt
- Diferencia de los volúmenes	8,3 lt
- Fuerza para desatar el bloqueo de bajar	2,5 t

2.2.1.8 Servomotor de compuerta del *by pass*

Características:

- Fuerza máxima para subir	9 t a 135 atm
- Fuerza máxima para bajar	7,5 t a 80 atm.
- Presión de ensayo	203 atm
- Diámetro inferior del cilindro	110 mm
- Diámetro del vástago	60 mm
- Carrera del émbolo	1525 + 15 mm
- Superficie del émbolo para subir	66,7 cm ²
- Superficie del émbolo para bajar	95 cm ²
- Volumen del aceite para subir	10,3 lt
- Volumen del aceite para bajar	14,6 lt
- Diferencia de los volúmenes	4,3 lt
- Fuerza para desatar el bloqueo de bajar	2,4 t

2.2.1.9 Servomotor de compuerta de purga del embalse regulador

Características:

- Fuerza máxima para subir 9 t a 135 atm
- Fuerza máxima para bajar 7,5 t a 80 atm.
- Presión de ensayo 203 atm
- Diámetro inferior del cilindro 110 mm
- Diámetro del vástago 60 mm
- Carrera del émbolo 1025 + 15 mm
- Superficie del émbolo para subir 66,7 cm²
- Superficie del émbolo para bajar 95 cm²
- Volumen del aceite para subir 6,9 lt
- Volumen del aceite para bajar 9,9 lt
- Diferencia de los volúmenes 3 lt
- Fuerza para desatar el bloqueo de bajar 2,4 t

2.2.1.10 Servomotor de compuerta de entrada para el túnel de presión

Características:

- Fuerza máxima para subir 25,5 t a 221 atm
- Fuerza máxima para bajar por peso propio
- Presión de ensayo 330 atm
- Diámetro inferior del cilindro 140 mm
- Diámetro del vástago 70 mm
- Carrera del émbolo 2300 + 25 mm
- Superficie del émbolo para subir 115,4 cm²
- Volumen del aceite para subir 26,8 lt
- Volumen del aceite para bajar (tanque de rellenar)

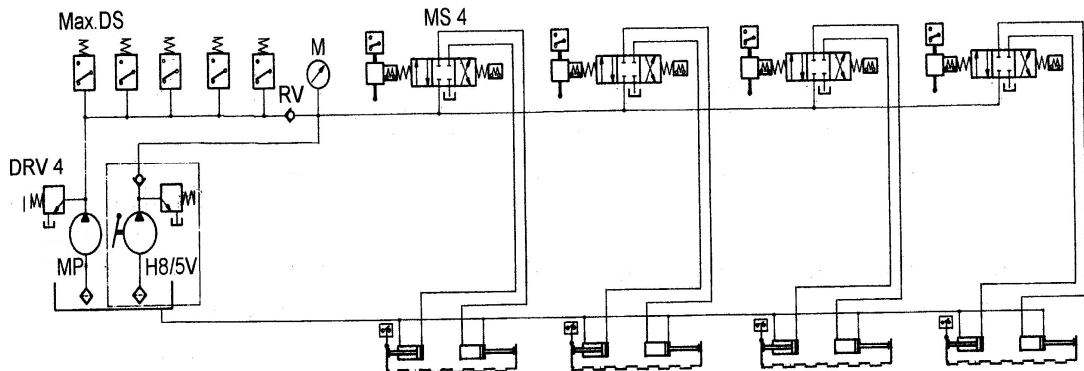
2.2.1.11 Servomotor de limpieza de lodo y arena en desarenador I y II (8 servomotores)

Características:

- Fuerza máxima 40 t a 230 atm
- Presión de ensayo 60 t a 340 atm
- Diámetro inferior del cilindro 150 mm
- Diámetro del vástago 80 mm
- Superficie del pistón 176,7 cm²

Estos servomotores están en el interior de los desarenadores, sirven para activar las aberturas que se encuentran en el fondo del depósito, para limpiar de lodo y arena. (La explicación de los desarenadores se detallará en el capítulo 3)

Figura 20. Diagrama de Servomotores en Desarenador I y II



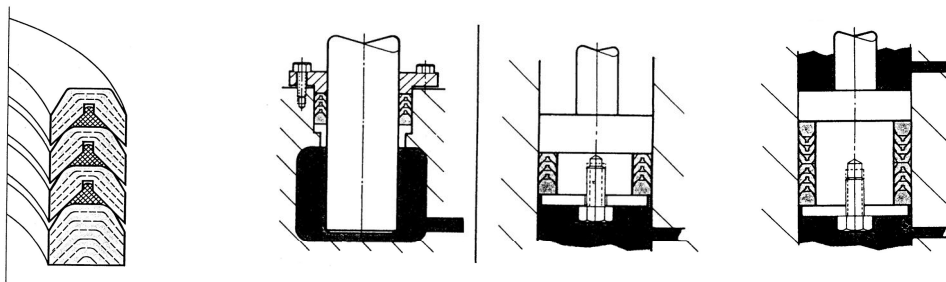
- MP = Bomba de Aceite
- H8 / 5V = Bomba de mano de emergencia
- DRV 4 = Válvula de seguridad
- Max.DS = Interruptor a presión
- MS 4 = Distribuidor de Magneto de cuatro vías
- M = Manómetro
- RV = Válvula de retención

Fuente: Hidroeléctrica Jurún Marinalá

2.2.2 Sellos

El fluido hidráulico humedece los empaques y la presión ejercida ayuda al sello y garantiza las pérdidas mínimas por goteo. Los sellos se encuentran en los cilindros hidráulicos, en algunas válvulas y en las compuertas, su función es no permitir fugas de cualquier fluido. Los sellos de los cilindros hidráulicos son del tipo paracaídas condensado, se le llama así por su forma de diseño, previene deformaciones en excesivas presiones, se utiliza para aceite y agua. El sello de las válvulas son tipo O . Ring, los sellos de las compuertas son tipo nota musical, son llamados así por su forma de diseño.

Figura 21. Clases de sellos



Fuente: Chesterton hydraulic

2.2.3 Motores

Existen 7 motores en el funcionamiento del sistema hidráulico. Dos motores se utilizan para las compuertas en Amatitlán, un motor para los desarenadores y cuatro para todas las compuertas del embalse. Las características del motor para los desarenadores es de un tipo de motor MFO 147.c.4, 60 Hz (ciclos/seg), 4 CV 1800 rpm, 240 volts, 7.6 amp. El motor para las compuertas es de un tipo de motor MFO 147.c.4, 60 Hz (ciclos/seg), 3.5 CV 1800 rpm, 240 volts, 7.6 amp.

Figura 22. Motores



Fuente: Hidroeléctrica Jurún Marinalá

2.2.4 Válvulas

Las válvulas que existen en el sistema hidráulico actual se describen a continuación: (la simbología de las válvulas se representan en el capítulo 1).

- a) Válvula de seguridad:** Consiste en activar el paso del aceite de retorno al depósito general, para luego ser utilizado de nuevo.
- b) Válvula de vaciado a mano:** Esta válvula se recurre cuando el control eléctrico no funciona, y es necesario dejar fluir el aceite para el depósito general, esta conectada con la compuerta de entrada para el túnel de presión.

- c) **Válvula electromagnética de vaciado:** Existen 2 válvulas en el diseño, una esta conectada con el servomotor de la compuerta de la presa, y la segunda con el servomotor de la compuerta del tablero abatible, funcionan desde el tablero de mando, su función consiste en activar al servomotor de la compuerta del tablero abatible o de la compuerta de la presa, y abrir las compuertas para dejar que se vaya el agua y mantener el nivel necesario.
- d) **Válvula de vaciado de emergencia:** Esta conectada con el flotador de nivel de agua en la compuerta de la presa, indica cuando el nivel de agua ha subido del nivel normal.
- e) **Válvula de retención:** Sirve para dejar pasar solamente el aceite en un solo sentido. También es conocida como válvula antirretorno.
- f) **Válvula de frenado:** Su funcionamiento es para indicar el fin de carrera del servomotor.
- g) **Válvula estrangulador:** Esta válvula sirve para limitar la velocidad de paso del aceite que retorna al deposito general, para no dañar el equipo.
- h) **Válvula estrangulador de seguridad:** Se encuentran 3 válvulas ubicadas en los servomotores de la compuerta de la presa y el servomotor de la compuerta del tablero abatible, sirve para regularizar el paso del aceite que retorna al depósito.

Figura 23. Válvulas



Fuente: Hidroeléctrica Jurún Marinalá

2.2.5 Compuertas

2.2.5.1 Compuertas radiales

El funcionamiento de estas compuertas, consiste en que el movimiento lo hace radialmente desde un punto fijo.

- a) **Compuerta de la presa:** Esta localizada en la entrada principal de la presa, es el punto inicial del embalse, su posición normal es cerrada, se abre cuando hay necesidad de limpiar el agua del río para dejar pasar el agua que no se utilizará en el embalse y que siga su cauce normal.

- b) **Compuerta de la presa tablero abatible:** Su funcionamiento es sencillo, se encuentra arriba de la compuerta de la presa, su posición normal es cerrada, cuando el nivel de agua es superior al nivel normal, la compuerta se activa (cae) por el propio peso del agua, y deja pasar el agua para que siga su cauce normal y no desviarla hacia el embalse, cuando el nivel de agua desciende a su nivel normal, el servomotor se activa automáticamente o manualmente y regresa la compuerta a su estado inicial, para realizar esta función se utiliza el flote y una válvula electromagnética de vaciado.

- c) **Compuerta sector de limpia:** El funcionamiento es el mismo de la compuerta de la presa, su posición normal es cerrada, se utiliza para dejar pasar el agua que no se utilizara en el embalse y que siga su cauce normal.

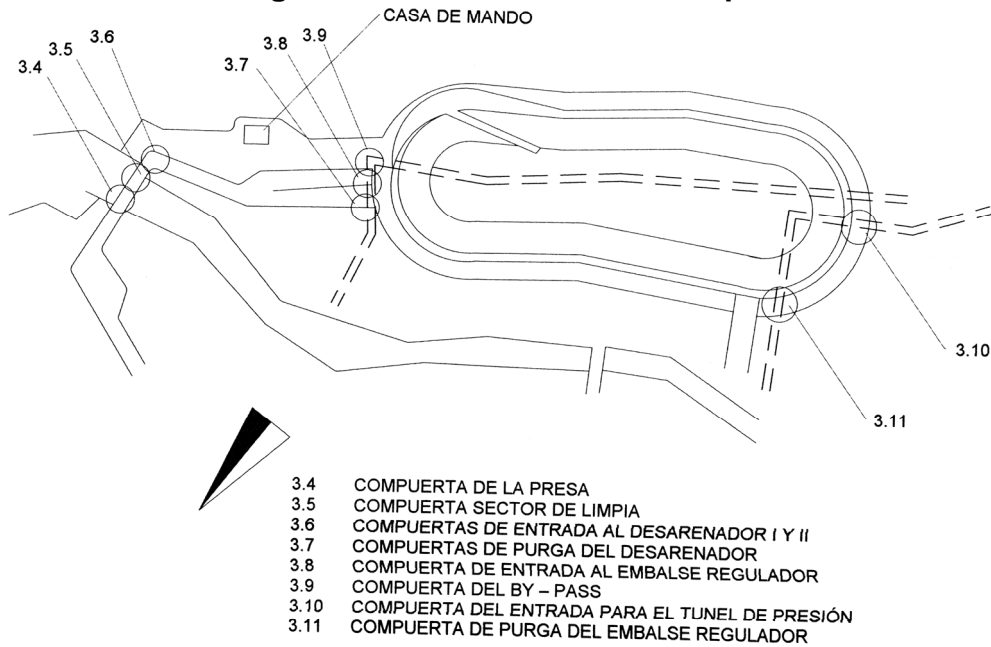
- d) **Compuerta sector de limpia tablero abatible:** Se encuentra arriba de la compuerta sector de limpia, su posición normal es cerrada, se activa cuando el nivel de agua ha sobrepasado el nivel establecido.

2.2.5.2 Compuertas rectas

Están localizadas en diferentes puntos a través de todo el sistema hidráulico, su funcionamiento consiste en el movimiento que lo realiza en forma vertical. Existen 6 compuertas rectas en el sistema hidráulico, su distribución es la siguiente:

- a) **Compuerta de entrada al desarenador:** Sirve para limpiar el agua de todos los sedimentos que contiene, su posición normal es abierta, el objetivo es tratar de que el agua que llegue al embalse este libre de partículas que puedan dañar los equipos.
- b) **Compuerta de purga del desarenador 1 y 2:** Sirve para evacuar todos los sedimentos que han sido separados del agua, y se desvían hacia el cauce normal del río. Su posición normal es cerrada.
- c) **Compuerta de entrada al embalse regulador:** Es la entrada del agua hacia el embalse. Su posición normal es abierta.
- d) **Compuerta del *by pass*:** Es la compuerta que se utiliza para proveer el caudal hacia la casa de máquinas, cuando se le esté haciendo limpieza al embalse y se cierra la compuerta de entrada al embalse. Su posición normal es cerrada.
- e) **Compuerta de purga del embalse regulador:** Esta compuerta se abre, cuando se le este haciendo limpieza al embalse para que por ahí fluya el agua con los sedimentos depositados en el fondo del embalse, para que no dañen el equipo que esta en la casa de máquinas, y se envía hacia el río. Su posición normal es cerrada.
- f) **Compuerta de entrada para el túnel de presión:** Es la compuerta que conduce hacia la casa de maquinas, su posición normal es abierta, se cierra cuando se le hace limpieza al embalse y se trabaja con la compuerta de *by pass*.

Figura 24. Ubicación de las compuertas



Fuente: Hidroeléctrica Jurún Marinalá

Figura 25. Compuertas



Compuerta radial



Compuerta recta

Fuente: Hidroeléctrica Palín 2

2.2.6 Desarenadores tipo

Los desarenadores son estructuras hidráulicas que tienen como función remover las partículas de cierto tamaño (arena y piedras) que la captación de una fuente superficial permite pasar. Se utilizan en tomas para acueductos, en centrales hidroeléctricas, plantas de tratamiento y en sistemas industriales.

2.2.6.1 Tipos de desarenadores

2.2.6.1.1 Convencional

Es de flujo horizontal, el más utilizado en nuestro medio. Las partículas se sedimentan al reducirse la velocidad con que son transportadas por el agua. Son generalmente de forma rectangular y alargada, dependiendo en gran parte de la disponibilidad de espacio y de las características geográficas. La parte esencial de estos es el volumen útil donde ocurre la sedimentación.

2.2.6.1.2 Desarenadores de flujo vertical

El flujo se efectúa desde la parte inferior hacia arriba. Las partículas se sedimentan mientras el agua sube. Pueden ser de formas muy diferentes: circulares, cuadrados o rectangulares. Se construyen cuando existen inconvenientes de tipo locativo o de espacio. Su costo generalmente es más elevado. Son muy utilizados en las plantas de tratamiento de aguas residuales.

2.2.6.1.3 Tipo vórtice

Los sistemas de desarenación del tipo vórtice se basan en la formación de un vórtice (remolino) inducido mecánicamente, que captura los sólidos en la tolva central de un tanque circular. Los sistemas de desarenador por vórtice incluyen dos diseños básicos: Cámaras con fondo plano con abertura pequeña para recoger la arena y cámaras con un fondo inclinado y una abertura grande que lleva a la tolva. A medida que el vórtice dirige los sólidos hacia el centro, unas paletas rotativas aumentan la velocidad lo suficiente para levantar el material orgánico más liviano y de ese modo retornarlo al flujo que pasa a través de la cámara de arena.

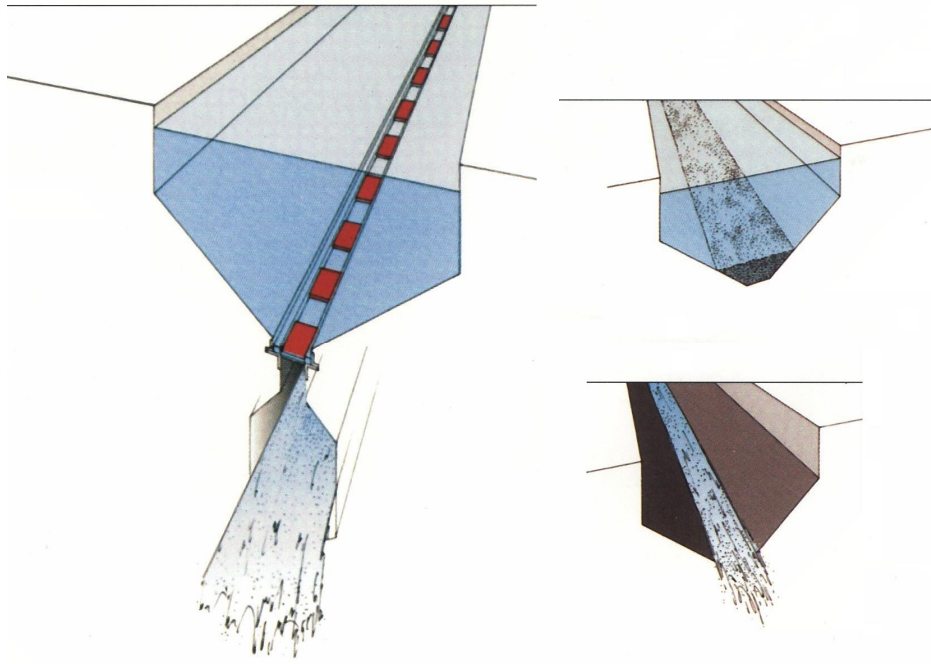
En el embalse de Jurún . Marinalá, existen 2 desarenadores de tipo convencional, de modelo Bieri, que son nombrados así por la casa que los fabrica, consiste en un canal largo y recto dotado de un vertedero adecuado y con sección transversal de tal forma que el agua residual fluya a una velocidad constante independientemente del caudal. Para la limpieza del desarenador, se vacía la arena que se encuentra depositada en las cubetas del desarenador, y se envía hacia la compuerta de purga del desarenador, para que siga el cauce normal del río.

Figura 26. Desarenador



Fuente: Hidroeléctrica Jurún Marinalá

Figura 27. Esquema de un desarenador



Fuente: Bieri hidraulik

2.2.7 Accesorios hidráulicos

2.2.7.1 Mangueras

El campo de aplicación de mangueras industriales es muy grande, debido a que pueden soportar deformaciones, vibraciones, medios corrosivos y una gran gama de presiones, según sean los materiales empleados en su fabricación. Las mangueras básicamente están constituidas por un forro interior liso (tubo); resistente a la neblina de aceite, una capa intermedia resistente a la presión (refuerzo), y de un forro externo flexible que le proporciona resistencia a los solventes y a la abrasión.

Entre los materiales más utilizados en la fabricación de mangueras se encuentran: Nylon, P.V.C. flexible, poliéster, neopreno, caucho y lona.

Las mangueras que se utilizan son de alta presión para resistir 250 atm, son utilizadas para mando manual, se utilizan en las salidas de las bombas hacia las válvulas, tanto en el motor del desarenador como en el motor de las compuertas, también en los servomotores, la longitud que se utiliza es de 0.5 m, de largo para el motor del desarenador, y 0.5 m, de largo para cada motor de las compuertas, para los servomotores la longitud varía.

2.2.7.2 Tubos

La tubería que se utiliza es para altas presiones, de acero inoxidable, los diámetros varían de 12 mm a 20 mm, con una longitud total de 5 kilómetros distribuidos en todo el sistema hidráulico.

2.2.7.3 Manómetros tipo

Los manómetros son dispositivos para medir diferenciales de presión, basados en la presión debida a columnas de fluido. La mayoría de los medidores de presión, miden la diferencia entre la presión de un fluido y la presión atmosférica local. Para pequeñas diferencias de presión se emplea un manómetro que consiste en un tubo en forma de U con un extremo conectado al recipiente que contiene el fluido y el otro extremo abierto a la atmósfera. Para diferencias de presión mayores, se utiliza el manómetro de Bourdon, llamado así en honor al inventor francés Eugéne Bourdon. Este manómetro está formado por un tubo hueco de sección ovalada curvado en forma de gancho.

Como la mayoría de los manómetros miden la diferencia entre la presión del fluido y la presión atmosférica local, hay que sumar ésta última al valor indicado por el manómetro para hallar la presión absoluta. Una lectura negativa del manómetro corresponde a un vacío parcial.

2.2.7.4 Bomba manual

La Bomba manual rara vez se usa, solo cuando los motores no funciona, existen 2 bombas manuales en todo el sistema, una bomba se utiliza en el sistema del desarenador y la otra para todas las compuertas; ambas con una presión de 250 atms.

Figura 28. Bomba manual



Fuente: Hidroeléctrica Jurún Marinalá



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

3. DISEÑO PARA MEJORAR LA DISTRIBUCIÓN DEL FLUIDO HIDRÁULICO

3.1 Diseño de distribución del fluido hidráulico

3.1.1 Diseño actual

Aquí se trata de proyectar la situación en que se encuentra actualmente el diseño original, presentando todos los diagramas que se encuentran en observación, para determinar si es posible realizar alguna reforma, para mejorar el diseño del fluido hidráulico.

a) Diseño actual del diagrama hidráulico de las compuertas del embalse de regulación diaria

En el diagrama original, se representa todo el funcionamiento de las compuertas, que se encuentran en el embalse de la central hidroeléctrica Jurún Marinalá, En la página siguiente se despliega el diagrama.

b) Diseño actual del diagrama hidráulico del desarenador del embalse de regulación diaria

En este diagrama, se representa el diseño de funcionamiento para limpiar el lodo y arena que trae el agua desde la presa. El sistema está instalado debajo del desarenador, que a simple vista no es posible observar. El diagrama se representa en la página 65.

Figura 29. Diseño actual del diagrama hidráulico de las compuertas del embalse de regulación diaria

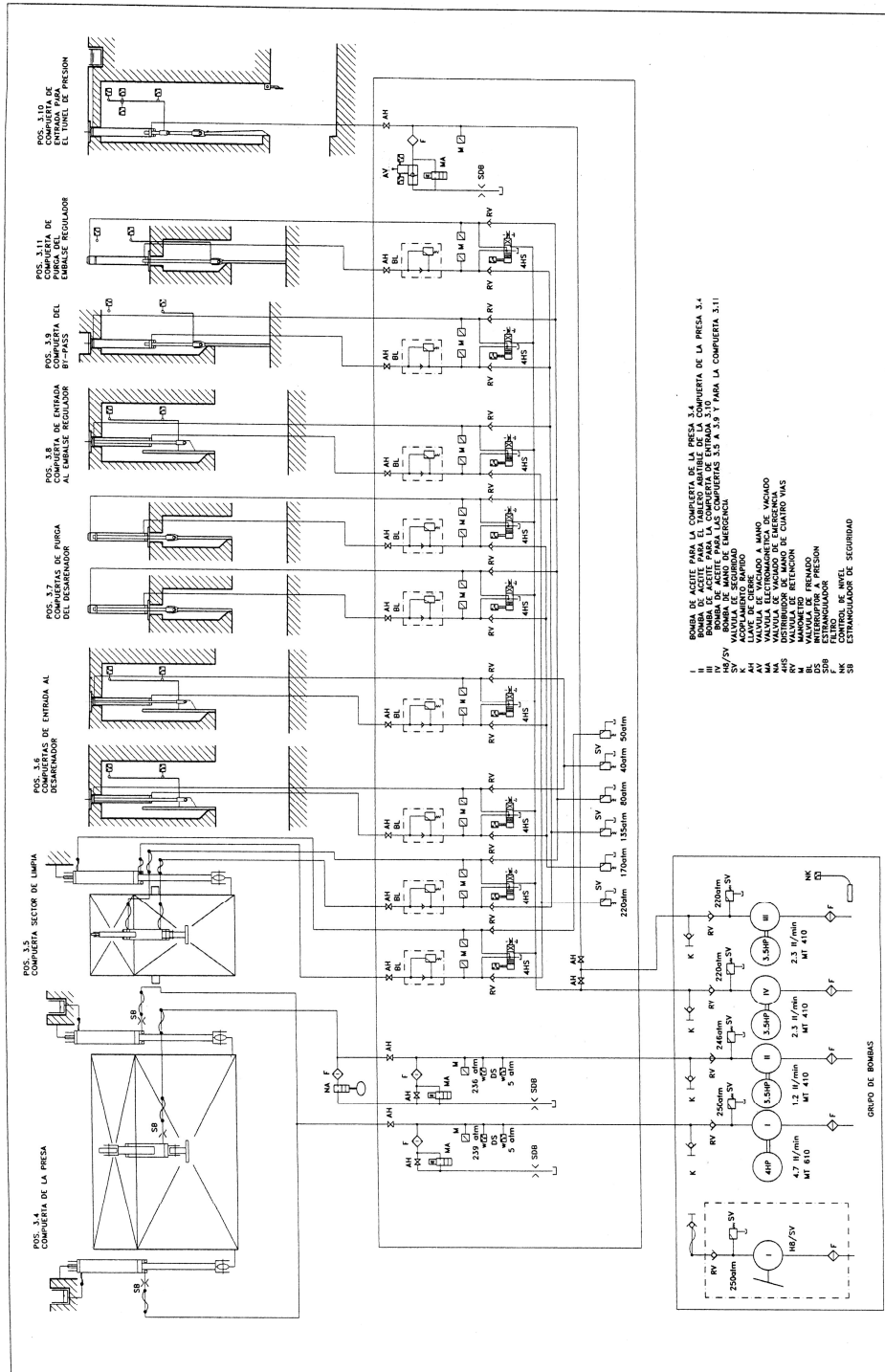
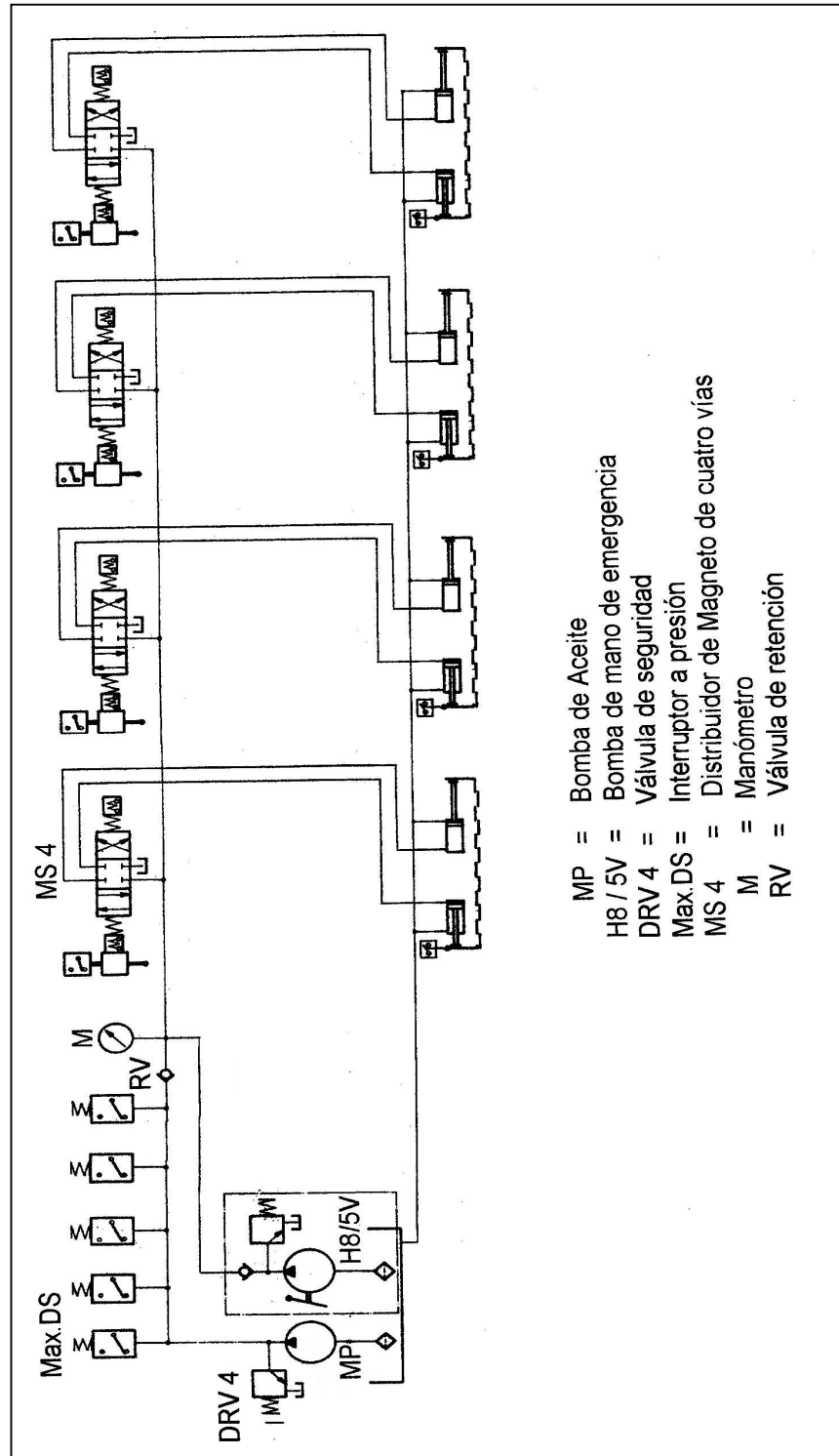


Figura 30. Diseño actual del diagrama hidráulico del desarenador del embalse de regulación diaria



3.1.2 Diseño propuesto

Con base a un estudio realizado del diseño original, se presentan los siguientes diagramas propuestos.

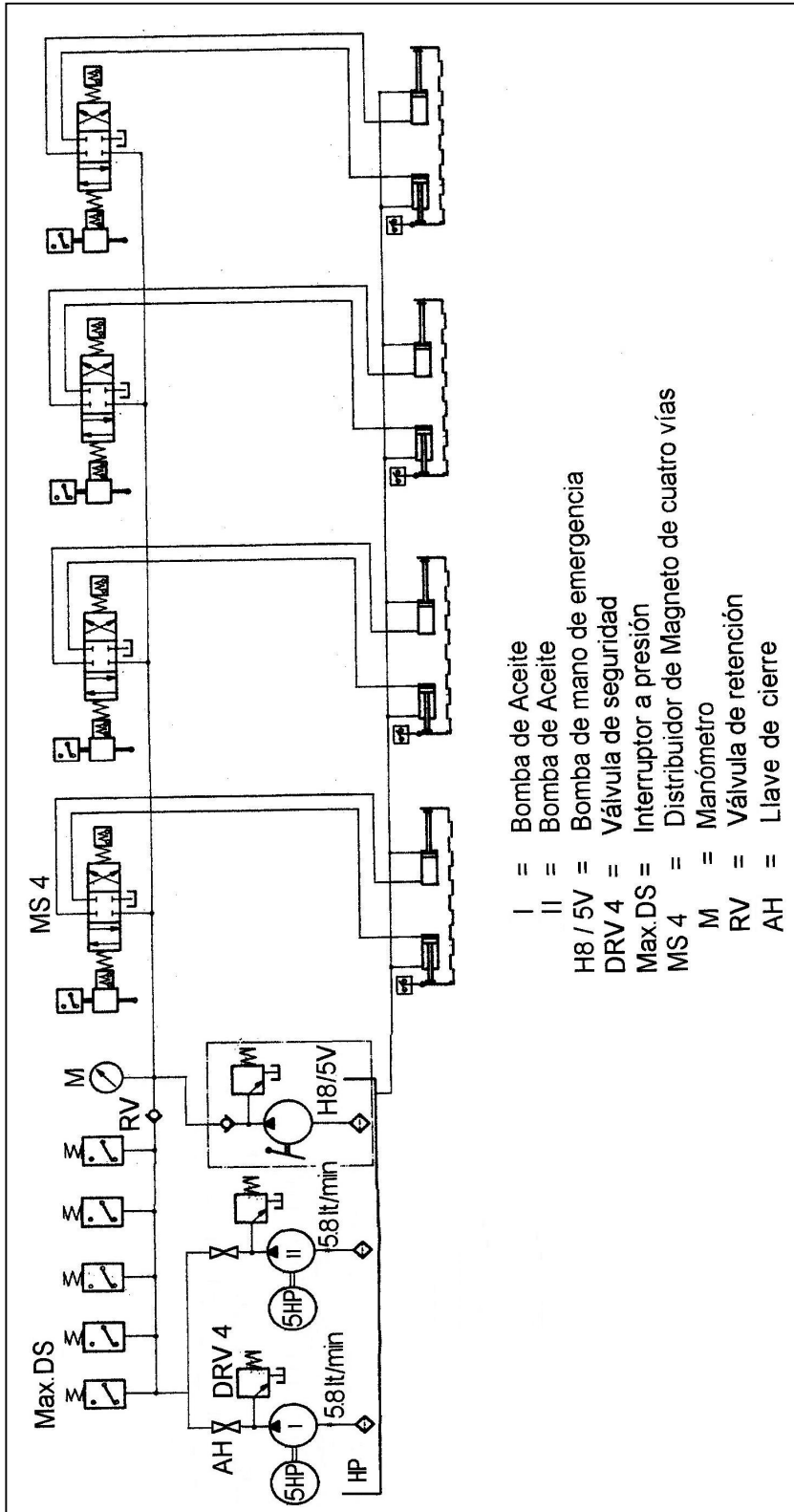
a) **Diseño propuesto del diagrama hidráulico de las compuertas del embalse de regulación diaria**

Tomando en cuenta que en el diagrama original se contaban con 4 bombas hidráulicas con sus respectivos motores, se determinó que con solo dos motores con sus respectivas bombas, se puede realizar todo el trabajo para todas las compuertas; debido a que no se trabajan con todas las compuertas al mismo tiempo, sino que se trabaja una por una, se llegó a la conclusión de que se puede trabajar alternadamente con dos motores, ahorrándonos espacio físico, así como también tiempo, al momento de arrancar los motores; de conectarlos con los acoples necesarios, mientras se trabaja con un motor, el otro motor estará en descanso; y solo será suficiente abrir o cerrar una válvula para seleccionar la compuerta que se desea trabajar. El resto del diseño se dejará tal como está, debido a que no es necesario modificarlo, porque está funcionando perfectamente. El diagrama se encuentra en la página siguiente.

b) **Diseño propuesto del diagrama hidráulico del desarenador del embalse de regulación diaria**

En el diagrama del desarenador, se determinó que era posible aumentar el número de motor para no sobrecargar el trabajo a uno solo, alternando el funcionamiento de ambos, para evitar el desgaste en menos tiempo, y aumentar la vida útil de los mismos. En la página 68 se describe el diagrama.

Figura 32. Diseño propuesto del diagrama hidráulico del desarenador el embalse de regulación diaria



3.2 Elementos a corregir en la distribución

Por tratarse de una obra que se construyó hace mas de 30 años, la mayoría de los elementos que fueron instalados ya están concluyendo su vida útil para lo que fueron diseñados, y por los constantes avances en la tecnología es necesario actualizar el sistema de distribución hidráulica, modernizar los elementos que la constituyen para hacer de un sistema competitivo y que siga reuniendo las condiciones para lo que fue creado, por eso se hace el siguiente análisis de los siguientes elementos que son necesarios en la distribución actual.

3.2.1 Válvulas defectuosas o discontinuadas

Las válvulas que están en el diseño actual, la mayoría ya no son necesarias en el funcionamiento del nuevo diseño, dado que actualmente las válvulas modernas no ocupan mucho espacio, son mas funcionales, y representan un ahorro en trabajo. Se tratará de cambiar todas las válvulas, siempre con las mismas funciones, pero que ocupen menos espacio.

3.2.2 Cantidad de mangueras a cambiar

En el diseño actual, las mangueras que existen en la distribución hidráulica tienen un diámetro de 13 mm, con revestimiento para soportar altas presiones, su longitud total es de 8 mts, el propósito de cambiar las mangueras en su totalidad, es porque se pretende colocar manguera nuevas con una mejor tecnología, aprovechando el nuevo diseño que se pretende realizar facilitando la distribución hidráulica.

3.2.3 Cantidad de tubos a cambiar

Se determina por medio de una inspección visual, que aproximadamente 500 mts de tubería que se encuentra visible se tendrá que cambiar, de acuerdo al diseño propuesto, y también tomando en cuenta los años que llevan en servicio los tubos instalados en dicha red de distribución.

3.2.4 Manómetros

En el diseño actual existen 21 manómetros de marca Longscal-Normskala, con escala de 0 - 400 atms, se encuentran aparentemente en buen estado, pero; debido al nuevo diseño se cambiarán todos los manómetros, siempre con el mismo tipo Bourdon, que es el que se utiliza en altas presiones y, con una mejor tecnología que garantiza una larga vida útil.

3.2.5 Sensores

También llamados fin de carrera, son indicadores de nivel de compuerta, se encuentran en el inicio y fin de un desplazamiento, su función es enviar una señal al motor para activarse o apagarse e indicar la posición de la compuerta. Con el diseño mejorado se cambiarán todos los sensores por unos modernos.

3.2.6 Sellos

Debido al nuevo diseño y su uso constante, se cambiarán todos los sellos de los servomotores, también se incluyen los que se encuentran en las válvulas, los que se encuentran en las compuertas se les realizará una inspección visual para determinar si se encuentran en buen estado o si es necesario su cambio.

3.3 Tipos de mantenimiento

3.3.1 Mantenimiento preventivo

Se define como el conjunto de actividades de mantenimiento, que llenan los requisitos para evitar el deterioro prematuro de los mecanismos que forman los sistemas de los equipos mecánicos. Estas actividades se establecen con base a la experiencia, y con las recomendaciones del fabricante, las cuales se repiten periódicamente, según intervalos de operación seleccionados y cuya finalidad es prever fallas o averías en los equipos.

3.3.1.1 Limpieza del embalse de regulación diaria

El objetivo de la limpieza del embalse es proteger los equipos de producción de energía eléctrica tales como: turbinas, agujas, inyectores, etc., por lo que su limpieza es necesaria realizarla cada 2 meses y para que la limpieza sea efectiva es necesario dejar completamente limpio el embalse y esto se realiza de la siguiente forma:

Se abre la compuerta de purga del embalse para sacar el agua del embalse, luego empieza a trabajar el tractor, empujando el lodo hacia la compuerta de purga, para que este trabajo sea más efectivo y rápido, se introducen 2 mt³ de agua hacia el embalse por medio de la compuerta de entrada al embalse, esto ayuda al tractor a que el lodo sea arrastrado por la corriente del agua, este trabajo tiene una duración de 2 días.

3.3.1.2 Limpieza de la presa

El procedimiento para la limpieza de la presa consiste en, sacar todos los sólidos que arrastra el río, éstos se acumulan en esa parte, y para este proceso es necesario, abrir la compuerta de la presa y cerrar las compuertas de entrada a los desarenadores, cuando se levanta la compuerta de la presa, el agua que esta embalsada empieza a salir por el vertedero y al mismo tiempo empieza a lavar los lodos. Para que la limpieza sea mas eficiente entra un tractor al cauce del río y éste empieza a empujar los lodos hacia el vertedero, esta limpieza se realiza cada 2 meses, el objetivo de limpiar la presa es proteger los equipos de la erosión, y que en el embalse no se acumule una gran cantidad de lodos.

3.3.1.3 Mantenimiento general al sistema de lubricación

El sistema de lubricación esta dividido en el sistema de lubricación de cojinetes y sistema de lubricación del regulador de velocidad.

El sistema de lubricación de las chumaceras esta compuesto por dos bombas con motores, uno de corriente alterna y otro de corriente directa, manómetros, serpentín, tuberías y anillos de salpicadera, el mantenimiento se realiza de dos formas: Una es únicamente filtrando el aceite y otra es desmontando el juego completo de cojinetes.

Cuando se filtra el aceite el procedimiento consiste en hacer circular el aceite a través de papel fieltro por medio de una bomba independiente al sistema, este proceso tiene una duración de 4 horas y se realiza unas vez por año.

El segundo procedimiento consiste en desmontar las piezas para revisar si hay daños y lavarlas con productos químicos. Además se retira todo el aceite para limpiar el depósito del serpentín, cuando ésta parte está completa, se arma nuevamente, al introducir el aceite nuevo.

3.3.1.4 Inspección del aceite hidráulico

El objetivo de revisar periódicamente el aceite hidráulico es para llevar un control y evitar contaminación en los sistemas que se mantienen operando. La contaminación contribuye al desgaste, corrosión de los elementos del equipo y obstrucción en los ductos del aceite. Es el proceso crítico en el análisis del aceite. Los tipos de contaminantes que se presentan, se clasifican así:

- a) Partículas sólidas en suspensión
- b) Humedad suspendida (dilución con agua)
- c) Dilución por combustible
- d) Otros.

Tabla IV. Contaminantes en sistemas hidráulicos

CONTAMINANTE	CARACTERISTICA	FUENTE Y COMENTARIOS
Ácido por productos	Corrosivo	Descomposición del aceite. Puede también surgir de agua contaminante de fosfato-ester fluidos
Lodo	Bloqueo	Descomposición del aceite
Agua	Emulsión	Ya que se introduce en el sistema causando fallas por oxidación e inhibición
Aire	Soluble Insoluble	Efecto que puede ser controlado por aditivos anti-espuma Exceso insoluble de aire debido a goteras impropias.
Otros aceites	Admisible pero reaccionaria	Mal uso del fluido por llenado, etc.
Grasas	Puede o no ser admisible	De puntos de la lubricación.
Sedimento	Insoluble	Ensamble anterior de cañería no propiamente limpia.
Partículas metálicas	Insoluble con acción Catalítica	Se origina por contaminación del agua, controlable con aditivos anti-oxido.
Capas de pintura	Insoluble, bloqueo	Pintura vieja dentro del tanque no compatible con el fluido.
Partículas abrasivas	Abrasión y bloqueo	Partículas aerotransportadas (se quita con filtro aéreo).
Partículas elastómeras	Bloquean	Descomposición del sello. Chequear si el fluido es compatible con el sello.
Sellando compuesto partículas	Bloquean	El compuesto sellador no se debe usar en juntas de la cañería.
Arena	Abrasión y bloqueo	No se deben usar como un llenador al manipular curvaturas de la cañería.
Partículas adhesivas	Bloquean	Adhesivos o compuestos no deben usarse en empaques.

Fuente: Industrias Cameco / manual de servicios

Una vez se tiene el aceite correcto y ha llenado el sistema sin introducir contaminantes, el próximo factor es un buen programa de mantenimiento.

Se lleva a cabo mediante el análisis por espectrofotometría, se realiza el conteo en partes por millón (ppm) de los componentes comunes de aditivos, tales como. Aditivo antidesgaste (Zn, P, Mo), dispersantes y detergentes (Mg, Ca, [B), antioxidantes)Zn, P, K), mejoradores alcalinos y antiespumantes (Na, Mg). La medición de estos valores, indica la capacidad de estos elementos de permanecer estables no degradados), a pesar de las condiciones de operación a las que son sometidos los aceites; para ello se tiene valores guía para aditivos según la clasificación del aceite para cada aplicación.

El análisis infrarrojo es el método que se utiliza para medir la presencia de otros contaminantes en el aceite, clasificados como contaminantes químicos, los cuales no se ven a simple vista pero son perjudiciales (aún más que los contaminantes físicos, ya que para estos, existen formas de separación por medio de la centrifugación) para los aceites lubricantes y por tanto a los sistemas mecánicos lubricados por éstos. Entre los contaminantes químicos se clasifican los siguientes: oxidación, nitración, sulfatación, dilución con combustible y agua; como contaminante físico se tiene a la carbonilla.

3.3.1.5 Mantenimiento a los servomotores

El mantenimiento del servomotor consiste en desmontar el servomotor, luego se procede a desarmarlo, sacando el eje y los sellos, dependiendo el estado del eje se toma la decisión de cambiarlo o no, se procede al cambio de sellos, este mantenimiento se realiza únicamente cuando se detectan fugas de aceite.

3.3.1.6 Mantenimiento al motor y bomba

El motor eléctrico y la bomba hidráulica están unidos por medio del eje, el mantenimiento se realiza una vez por año, y consiste en desmontar los elementos, al motor eléctrico se desarma, se hace limpieza con productos dieléctricos, los polos y el estator se barnizan se cambian cojinetes y se hacen pruebas de arranque y pruebas de aislamiento.

A la bomba se desarma, se cambian cojinetes y se verifica el desgaste de los pistones. Con el objetivo de minimizar el tiempo de parada de los equipos, se tiene un juego de motor y bomba en emergencia para ser instalado, quedando en mantenimiento los elementos desmontados.

3.3.1.7 Revisión de válvulas y bomba manual

Estas válvulas son utilizadas para los pasos del aceite hidráulico, los hay de dos, tres, cuatro, etc, pasos y su mantenimiento consiste en desmontarlas, desarmarlas, limpiarlas, medir los orificios de paso de aceite y cambio de sellos, si una de estas válvulas resultara con daños, tendrá que ser sustituida.

La bomba manual sustituye a las bombas con motores eléctricos, por la falta de corriente eléctrica, el mantenimiento consiste en desmontarla y cambiarle sellos, estas no se dañan con frecuencia ya que su uso no es continuo, estas se revisan cada dos años.

3.3.1.8 Revisión del sello de las compuertas

Los sellos de las compuertas son utilizados para evitar el paso de agua de un lugar a otro, en las diferentes compuertas, únicamente se utilizan dos tipos de sellos, el llamado nota musical, utilizado en la parte superior y laterales de las compuertas, y el tipo hembra, utilizado en la parte inferior de la misma. Para la revisión de los sellos es necesario desmontar las compuertas, este trabajo se realiza cada cinco años, si los sellos están rotos, estos se deben de cambiar y para esta actividad es necesario hacer el programa de trabajo ya que en algunas compuertas es necesario vaciar el embalse de regulación diaria.

3.3.1.9 Revisión de escotillas de los desarenadores

Estas se revisan semanalmente, y para ello es necesario vaciar el desarenador, su revisión es visual, y consiste en abrir y cerrar las escotillas libremente.

3.3.1.10 Revisión de tubería

La primera inspección que se realiza es visual y se hace en las uniones, la segunda inspección consiste en desconectar la tubería en su inicio para conectarla al equipo de pruebas, este manda presión a todo lo largo de la tubería, inspeccionando nuevamente si hay fugas en las uniones o si existen tuberías picadas por la oxidación.

3.3.1.11 Revisión de sellos

Por lo general, los sellos se revisan cuando se le da mantenimiento a los servomotores y a las válvulas, se hace una inspección visual para determinar si se encuentran en buen estado, y los que se encuentran defectuosos se mandan a fabricar en el mercado local o al extranjero, igual procedimiento se realiza con los sellos de las válvulas.

3.3.2 Mantenimiento correctivo

Es el tipo de mantenimiento del cual todo departamento de mantenimiento debe de evitar al máximo. Es todo trabajo de reparación mayor, cambio de elementos o partes de las maquinas, que no estaban previstas y detienen o interrumpen el proceso de producción. Este tipo de mantenimiento es el que se debe minimizar para optimizar la funcionalidad de los equipos, y así evitar el costo que representa una falla inesperada.

A los componentes que se le realiza mantenimiento correctivo es: Al motor y a la bomba cada 2 años. Al motor se le hace cambio de cojinetes y se realizan las pruebas respectivas. A la bomba se le cambian todos los cojinetes y se miden los pistones, y se realizan las pruebas respectivas.

3.4 Manejo de inventario de materiales

3.4.1 Importancia del inventario de materiales

En todo proceso de organización del departamento de mantenimiento, se debe de prestar especial atención a los inventarios de materiales de repuestos e insumos. El tener una bodega ordenada y surtida, incrementa la eficiencia en el departamento de mantenimiento y por ende el rendimiento del equipo.

La importancia que se le preste al inventario de materiales y repuestos redundará en el cumplimiento de los objetivos y metas trazadas por el programa de mantenimiento.

3.4.2 Elaboración del inventario de materiales

En los planes de mantenimiento es indispensable el contar con los materiales y repuestos necesarios en bodega. El aplicar el método de manejo de materiales basándose en el comportamiento global de cada producto en un periodo de tiempo dado, es un buen motivo para mantener un buen *stock* y poder cumplir con lo planificado. Para poder aplicar este modelo debemos tomar en cuenta los siguientes conceptos:

- a) **Existencia:** Es la cantidad de material de una o varias clases que se poseen en *stock* y servirán de base para el inicio de las actividades.
- b) **Planificado:** Es la cantidad de total de cada materia prima que se ha estimado se necesitará en un tiempo determinado.

- c) **Política de reorden:** Es el tiempo promedio que lleva al hacer una orden de compra y recibir el producto en la planta, este promedio lo obtenemos de las compras realizadas anteriormente.

$$P_R = \frac{\sum \text{de tiempos de entrega de pedidos}}{\text{No. de pedidos}}$$

- d) **Política de stock mínimo:** Se le llama así a la diferencia que pueda haber entre la duración más grande en la entrega de un pedido y la política de reorden.

$$P_{SM} = \text{tiempo máximo} - P_R$$

- e) **Cobertura:** Tiempo que podemos cubrir con las existencias, hasta que estas lleguen a su nivel mínimo (cero).

$$L.T.C. = \frac{\text{Existencias} \times \text{No. de Períodos}}{\text{Requerimiento}}$$

- f) **Nivel de reorden:** Es la cantidad de material que servirá como parámetro para realizar una orden de compra de un determinado producto, esta cantidad se determina:

$$\text{Nivel Reorden} = \frac{\text{Requerimiento} \times \text{Política de reorden}}{\text{No. de períodos}}$$

- g) **Stock mínimo:** Es la cantidad mínima de material que se debe de tener en bodega en el momento de esperar la entrega del producto de una orden de compra realizada al haber llegado a un nivel de reorden de las existencias. Este es un nivel de emergencia que le permite al departamento contar con una cantidad de resguardo en el momento en que la entrega del pedido no se diera en la fecha establecida. Se calcula de la siguiente forma:

$$S_{\min} = \frac{\text{Requerimiento} \times \text{Política de stock mínimo}}{\text{No. de Periodos}}$$

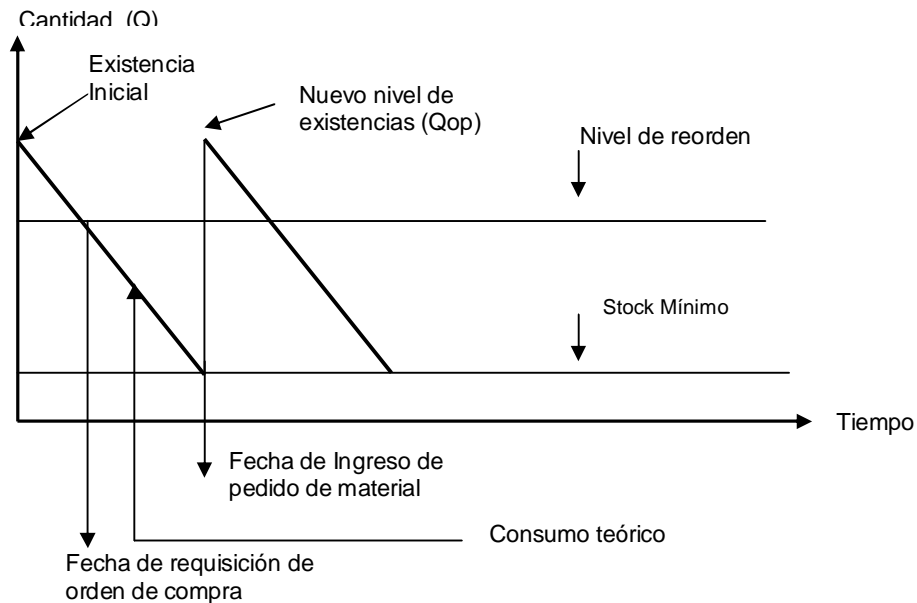
- h) **Cantidad óptima de pedido:** es la cantidad de materiales con la que se tendrá que contar al inicio de cada ciclo para cumplir con lo planificado, se calcula de la siguiente manera:

$$N. R_{\text{real}} = NR + S_{\min}$$

$$K = N. R_{\text{real}} \cdot (\text{Existencia})$$

$$Q_{\text{op}} = N. R_{\text{real}} + 2.5 (S_{\min}) + K$$

Figura 33. Gráfica de inventario materiales



Fuente: Guía teórica práctica de laboratorio del curso control de la producción / Francisco Hernández Pág. 99

3.4.3 Función del inventario de materiales

Los inventarios tienen como su principal función la de administrar de una forma eficiente y efectiva los materiales y repuestos que así se crean necesarios.

3.4.3.1 Disponibilidad

Todo mantenimiento debe de estar directamente vinculado con la disponibilidad de materiales y repuestos; el no planificarlos y programarlos al mismo tiempo repercutirá directamente en el desempeño de las actividades de mantenimiento y por ende en el proceso donde se aplican tales actividades.

Por lo anterior surge como una buena solución al problema de la disponibilidad, la aplicación del manejo de inventarios enfocados al área de mantenimiento preventivo.

3.4.3.2 Almacenamiento

El tener una bodega de materiales y repuestos que cuente con un sistema ordenado y monitoreado de las existencias de los materiales, garantizará la aplicación un *stock* que permita satisfacer las necesidades de las diferentes actividades.

La codificación de los productos facilita la ejecución de programas de control de inventarios, desde su ingreso a bodega, la solicitud para ser utilizados y el correspondiente descargo del mismo.

3.4.3.3 Control de bodega

El control consiste en llevar un sistema estructurado y bien organizado, en el cual constantemente se están actualizando los inventarios conforme se reciben los pedidos solicitados al departamento de compras.



En el momento de ingresar un producto nuevo con su respectiva orden de compra, inmediatamente se hace el ingreso de la cantidad recibida al sistema computarizado. Paralelamente se genera un documento en el cual se le notifica a la persona que solicitó dicho producto, para que este pueda ejecutar lo planificado entorno al mismo. En el momento de utilizar un determinado producto se solicita a bodega por medio de un vale donde se especifican las características y cantidades solicitadas, basándose en este vale se descargan las unidades solicitadas y de esta manera se puede llevar un control fidedigno de las existencias de cada producto.

3.4.3.4 Análisis de inventarios

El análisis de inventarios se realizará basándose en las rutinas elaboradas en el departamento de mantenimiento, haciendo un recuento de la cantidad de recursos de un producto que se utilizarán durante un período determinado, debiendo obtener cantidades por mes que permitan llevar a cabo los cálculos respectivos.

4. IMPLEMENTACION DEL NUEVO DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN DEL FLUIDO HIDRÁULICO

4.1 Detalles de instalación de accesorios nuevos

4.1.1 Mangueras a cambiar

Las mangueras nuevas que se instalarán serán de mejor calidad a las anteriores, diseñadas para ofrecer una prolongada vida útil, con el mismo diámetro de 13 mm, con una longitud total de 8 mts y con una resistencia para altas presiones de 250 atms.

4.1.2 Tubos a cambiar

Los tubos que se cambiarán serán de marca VOSS, con una mejor calidad a los anteriores de acero inoxidable, de un diámetro de 20 mm, con una longitud total de 5 km, que incluye conexiones con los mandos de control hacia los servomotores tanto de entrada como de salida.

4.1.3 Válvulas

Se instalarán las válvulas direccionales de asiento estanco tipo BVG marca HAWE, de 2/2 y 3/2 vías, todas las conexiones pueden ser sometidas a la misma presión gracias a la compensación estática interna de la presión. Su accionamiento será eléctrico, con una presión mínima de 24 bar, y una presión máxima de 400 bar. Son válvulas para conexión en línea.

4.1.4 Servomotores

Los servomotores o cilindros hidráulicos serán de mejor calidad de los anteriores, con el mismo tamaño y capacidad, tendrán las mismas características de funcionamiento, solo que de marca LABARTHE. Los cilindros son de acero tubular de alta calidad, sin costuras, con rectificado interior, el vástago del pistón en acero inoxidable de alta calidad, con cromado duro de 0.05 mm, su sistema de obturación prácticamente a prueba de fugas, diseñado para ofrecer una prolongada vida útil; el vástago del pistón dotado de rasquetas quitaledos. Serán instalados un total de 21 cilindros hidráulicos.

4.1.5 Bombas y motor

Se instalarán 6 bombas de aceite de alta presión marca HAWE R 5.8, con una presión máxima de 450 bar, un caudal de 5.8 lt / min a 1450 rpm, con un volumen máximo de depósito aproximado de 470 lt. Las bombas serán distribuidas de la siguiente manera: 2 bombas se instalarán en Amatitlán, 2 en Jurún 1, y las restantes en Jurún 2. Las bombas están unidas a los motores mediante una campana y un acoplamiento elástico.

Los motores eléctricos que se instalarán serán de marca ROTOR 5 RN100L04TROP con aislamiento de marina, construcción completamente blindada, de 4 polos, con una salida de 3 kw, con 1400 rev/min, 240/120 Voltios y 60 Hz; y una eficiencia de 83.5%

También se tendrá una bomba manual de doble efecto, tipo H, que se alimenta y aspira en un solo accionamiento, hacia adelante y hacia atrás de la palanca manual. El pistón es macizo y se desplaza en el cuerpo de bomba con cuatro válvulas; dos de aspiración y dos de expulsión, es decir que el aceite entra y sale por dos aberturas. Al primer movimiento (subida), una parte del cuerpo de bomba se llena de aceite, mientras que la otra es desalojada. En el segundo movimiento (bajada), el pistón produce una acción igual pero a la inversa, es decir, el aceite que entró en el primer movimiento es impulsada, mientras se llena de aceite la otra parte del cuerpo de bomba. La bomba es posible trabajar en el lado de la aspiración hasta 150 bar.

4.2 Programación de mantenimiento

4.2.1 Desarrollo del programa de mantenimiento preventivo

Se elabora el plan de mantenimiento de acuerdo a las necesidades observadas, dentro del embalse de Jurún Marinalá, estos mismos mantenimientos deben ser aplicados para las compuertas de Amatitlán y en el embalse de regulación diaria.

4.2.1.1 Mantenimiento diario

Esta actividad la realizará el operador de turno o el ayudante del operador.

Tabla V . Mantenimiento diario

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Fugas de aceite	En todas las uniones	
Revisar Nivel de Aceite	Unicamente en la mirilla de los depósitos	
Revisar Presión	Solo en maniobras de compuerta (abrir o cerrar)	

Fuente: Investigación de campo

4.2.1.2 Mantenimiento semanal

Esta actividad la realizará el ayudante del operador.

Tabla VI. Mantenimiento semanal

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Revisar escotillas desarenadores y limpieza	Revisión visual de escotillas	
Revisar carcasa de motores eléctricos	Limpieza general, escuchar ruido,	
Revisar tubería	Revisar fuga de aceite en uniones o tuberías rotas.	

Fuente: Investigación de campo

4.2.1.3 Mantenimiento bimestral

Estas actividades serán realizadas por el personal mecánico y además de rentarán tractores para la remoción y extracción de lodos.

Tabla VII. Mantenimiento bimestral

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Embalse regulación diaria	Limpieza	
Presa	Limpieza	
Revisión visual del estado actual de los hidráulicos en la parte exterior	Revisión de corrosión, oxidación, fuga de aceite.	

Fuente: Investigación de campo

4.2.1.4 Mantenimiento anual

Estas actividades serán realizadas por el personal mecánico y personal eléctrico.

Tabla VIII. Mantenimiento anual

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Sistema de lubricación	Manómetros Tuberías y uniones Interruptores de presión Indicadores de posición	
Revisión de válvulas	Sellos orificios prueba eléctrica	
Sistema eléctrico	Conexión con los motores Reles auxiliares Reles de mando Transformador para tensión auxiliar Rectificadores Lámparas de control Pulsador para verificador de lámparas Motor eléctrico Fines de carrera	
Revisar motor	Cambio cojinetes Prueba de arranque Prueba de aislamiento	
Revisar Bomba	Cambio de cojinetes Pistones Prueba de presión	
Revisión servomotores (21 cilindros hidráulicos)	Vástago Sellos (fuga de aceite) Presión Bridas de unión	

Fuente: Investigación de campo

4.2.1.5 Mantenimiento bianual

Estas actividades la realizará el personal mecánico.

Tabla IX. Mantenimiento bianual

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Revisar Bomba Manual	Pistones Abrir y cerrar manualmente una compuerta	
Revisar compuertas	Sellos Corrosión Pisa sellos Base de compuerta	

Fuente: Investigación de campo

4.2.2 Determinación del programa de mantenimiento correctivo

El tipo de fallo ya se tendrá previsto, por medio de instrucciones del fabricante, aunque no se especifique el tiempo en que va a ocurrir, se tendrá un plan previo elaborado de reparación de acuerdo con los suministros con que se cuenta en bodega.

4.3 Manejo de inventario de materiales

4.3.1 Aplicación del modelo de inventario de materiales

Haciendo el análisis respectivo, de cuanta cantidad de aceite se utilizará al año en el embalse de la hidroeléctrica, se obtiene que será de 15 toneles de aceite hidráulico turbo 68. También se ha determinado el tiempo que se ha tardado el abastecedor en la entrega de los últimos cuatro pedidos con los siguientes tiempos:

Pedido 1	2.5 meses
Pedido 2	2.0 meses
Pedido 3	1.8 meses
Pedido 4	1.7 meses

Con el inventario físico se determina que se cuenta con 15 toneles de aceite hidráulico turbo 68.

Política de Reorden (P_R)

$$P_R = \frac{\Sigma \text{ de tiempos de entrega de pedidos}}{\text{No. de pedidos}}$$

$$P_R = \frac{2.5 + 2 + 1.8 + 1.7}{4} = 2.0 \text{ meses}$$

Política stock Mínimo (P_{SM})

$$P_{SM} = \text{pedido mas largo} \cdot \text{política de reorden}$$

$$P_{SM} = 2.5 \cdot 2.0 = 0.5 \text{ meses}$$

Cobertura (Línea Técnica de Consumo) (L.T.C)

$$L.T.C. = \frac{\text{Existencias} \times \text{No. de Períodos}}{\text{Requerimiento}}$$

$$L.T.C. = \frac{15 \times 12}{15} = 12 \text{ meses}$$

Nivel de Reorden (N_R)

Nivel reorden = $\frac{\text{Requerimiento} \times \text{Política de reorden}}{\text{No. de períodos}}$

$$N_R = \frac{15 \times 2}{12} = 2.5 \text{ toneles}$$

Stock mínimo (S_M)

$S_{\text{Min}} = \frac{\text{Requerimiento} \times \text{Política de stock mínimo}}{\text{No. de Periodos}}$

$$S_{\text{Min}} = \frac{15 \times 0.5}{12} = 0.583 \text{ toneles}$$

Cantidad Optima de pedido (Q_{OP})

$$N. R_{\text{real}} = N_R + S_{\text{min}}$$

$$K = N. R_{\text{real}} \cdot (\text{Existencia})$$

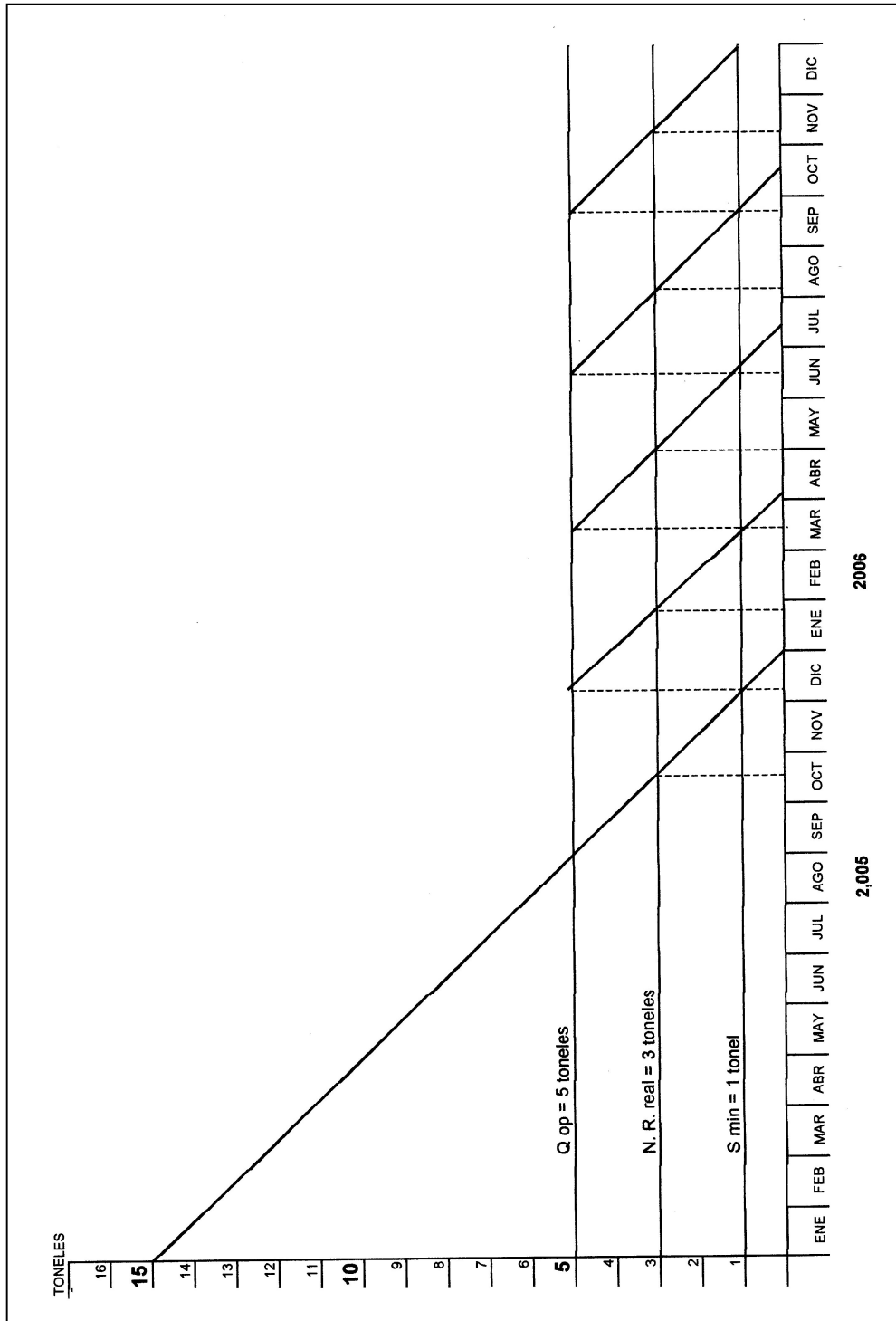
$$Q_{\text{op}} = N. R_{\text{real}} + 2.5 (S_{\text{min}}) + K$$

$$N_R = 2.5 + 0.583 = 3.083 \text{ toneles}$$

$$K = 3.083 \cdot 15 = -11.91 \approx 0$$

$$Q_{OP} = 3.083 + 2.5 (0.583) + 0 = 4.54 \approx 5 \text{ toneles}$$

Figura 34. Aplicación del modelo de inventario de materiales



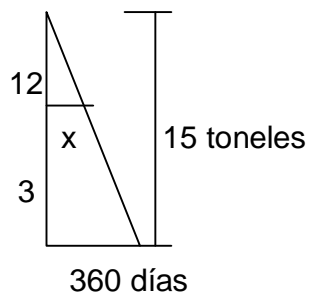
Fuente: Investigación de campo

4.3.2 Análisis del modelo de inventario de materiales

La existencia de 15 toneles nos aseguran la cobertura de 12 meses, teniendo que hacer un pedido de 5 toneles de aceite para el próximo año.

Con una relación de triángulos se pueden calcular las fechas aproximadas para realizar los pedidos, así también las fechas de entrega del pedido.

Cálculo para hacer el primer pedido:

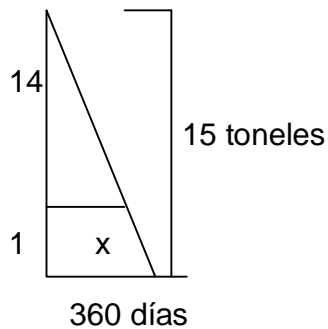


$$\frac{X}{12} = \frac{360}{15}$$

$$X = \frac{12(360)}{15} = 288$$

$$X = 288 \text{ días}$$

Cálculo para la primera entrega:



$$\frac{X}{14} = \frac{360}{15}$$

$$X = \frac{14(360)}{15} = 336$$

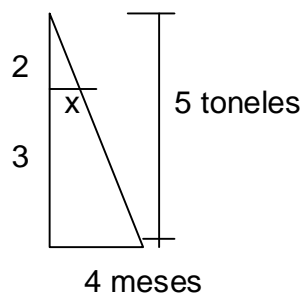
$$X = 336 \text{ días}$$

Encontrando el nuevo L.T.C.

$$\text{L.T.C.} = \frac{\text{Existencias} \times \text{No. de Per\u00edodos}}{\text{Requerimiento}}$$

$$\text{L.T.C.} = \frac{5 \times 12}{15} = 4 \text{ meses}$$

El nuevo pedido se har\u00e1:

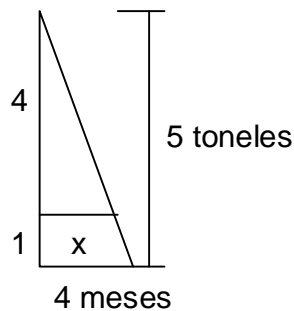


$$\frac{X}{2} = \frac{4}{5}$$

$$X = \frac{2(4)}{5} = 1.6 \text{ meses}$$

$$X = 48 \text{ d\u00edas}$$

El pedido entrar\u00e1:



$$\frac{X}{4} = \frac{4}{5}$$

$$X = \frac{4(4)}{5} = 3.2 \text{ meses}$$

$$X = 96 \text{ d\u00edas}$$

4.4 Control de bodega

En toda organizaci\u00f3n que trabaja con maquinaria, para tener un buen programa de mantenimiento, debe de contar con un almac\u00e9n o bodega, bien equipado, donde se llevaran los controles de clasificar y codificar los repuestos y materiales que se necesitaran en categor\u00edas, grupos y subgrupos, de acuerdo a la naturaleza de los mismos, para prevenir cualquier contratiempo.

4.4.1 Disponibilidad de repuestos

Para estar preparados ante cualquier eventualidad que afectaría el trabajo diario, se mantendrá un *stock* de repuestos en bodega, tratando de tener la mayor cantidad de accesorios y que no ocupen mucho espacio físico, con el objetivo de tener acceso inmediato del repuesto y evitar la pérdida de tiempo innecesario. También se debe de separar y depurar los materiales obsoletos y dañados, ya que solo ocupan espacio y también ocasionan pérdida económica. A continuación se enumera los elementos que serán necesarios contar en bodega, debido a que su adquisición en el mercado nacional no es de tiempo inmediato, y, para evitar contratiempos a último momento.

Tabla X. Disponibilidad de repuestos

CANTIDAD	ELEMENTO
1	Válvula de seguridad
1	Válvula de vaciado a mano
1	Válvula electromagnética de vaciado
1	Válvula de vaciado de emergencia
1	Válvula de retención
1	Válvula de frenado
1	Válvula estrangulador
1	Válvula estrangulador de seguridad
1	Motor eléctrico 3kw 240/ 120 v 60Hz
1	Bomba HAWE R 5.8
1 juego	Sellos de los Hidráulicos
1 juego	Sellos de compuertas
5	Tubería de 20 mm ϕ exterior, 4mm de espesor, acero inoxidable, de 5 mts de largo
5	Tubería de 16 mm ϕ exterior, 4mm de espesor, acero inoxidable, de 5 mts de largo
5	Tubería de 12 mm ϕ exterior, 4mm de espesor, acero inoxidable, de 5 mts de largo
15	Uniones lisas de acero inoxidable
15	Codos de acero inoxidable

4.4.2 Costo de almacenaje

Hay que mantener un inventario óptimo, ya que el dinero invertido en una bodega, no tendrá sus beneficios de inmediato sino en un tiempo determinado, conforme se vayan dando los resultados del plan de mantenimiento.

Tabla XI. Costo de almacenaje

CANTIDAD	ELEMENTO	COSTO UNITARIO (Q)	COSTO TOTAL (Q)
1	Válvula de seguridad	800.00	800.00
1	Válvula de vaciado a mano	700.00	700.00
1	Válvula electromagnética de vaciado	900.00	900.00
1	Válvula de vaciado de emergencia	900.00	900.00
1	Válvula de retención	700.00	700.00
1	Válvula de frenado	850.00	850.00
1	Válvula estrangulador	800.00	800.00
1	Válvula estrangulador de seguridad	800.00	800.00
1	Motor eléctrico 3kw 240/ 120 v 60Hz	4,100.00	4,100.00
1	Bomba HAWE R 5.8	3,500.00	3,500.00
1 juego	Sellos de los Hidráulicos	20,000.00	20,000.00
1 juego	Sellos de compuertas	2,000.00	2,000.00
5	Tubería de 20 mm diámetro exterior, 4mm de espesor, acero inoxidable, de 5 mts. de largo	1,000.00	5,000.00
5	Tubería de 16 mm diámetro exterior, 4mm de espesor, acero inoxidable, de 5 mts. de largo	1,000.00	5,000.00
5	Tubería de 12 mm diámetro exterior, 4mm de espesor, acero inoxidable, de 5 mts. de largo	1,000.00	5,000.00
15	Uniones lisas de acero inoxidable	300.00	4,500.00
15	Codos de acero inoxidable	300.00	4,500.00
	COSTO TOTAL:		60,050.00

Para calcular el costo total anual de almacenaje, en el área del embalse de la central hidroeléctrica, hay que incluir el costo de los encargados de bodega. En este caso, solo hay un encargado con un sueldo mensual de Q3,000.00 al mes, que al año sería de Q36,000.00.

Costo de almacenaje:	Q 60,050.00
Sueldo de encargado:	Q <u>36,000.00</u>
Costo anual:	Q 96,050.00

El costo de almacenaje anual, en el área del embalse de la empresa hidroeléctrica Jurún Marinalá, es de Q 96,050.00. Este costo va a tener su verdadera importancia, al momento de que se necesite un repuesto de inmediato, para evitar contratiempos a última hora, en llenar solicitudes de compra urgentes y, en el tiempo de espera de entrega de los repuestos.

5. MEJORA CONTINUA DEL DISEÑO IMPLEMENTADO

5.1 Evaluación del sistema mejorado

A continuación se detallará la evaluación al trabajo realizado, en el sistema hidráulico del embalse de la central hidroeléctrica de Jurún Marinalá.

5.1.1 Evaluación de los accesorios instalados

Con la seguridad de que los accesorios instalados son de la mejor tecnología, de acuerdo al propósito de la empresa de seguir funcionando por muchos años más, y la necesidad de mejorar y aumentar los recursos que ayuden al desarrollo y progreso del país, se determina que la vida útil será de 30 años aproximadamente, siempre y cuando se lleve a cabalidad los programas de mantenimiento.

5.1.2 Resultados del programa de mantenimiento correctivo

De acuerdo con el plan elaborado de mantenimiento correctivo, y contando en bodega con los repuestos que podrían ser difícil de adquirir en el menor tiempo, para no perjudicar el funcionamiento de la central hidroeléctrica, y tomando en cuenta las indicaciones del fabricante, no se tendría mayores contratiempos al momento de un paro inesperado.

5.1.3 Resultados del programa de mantenimiento preventivo

Conforme al desarrollo del programa de mantenimiento preventivo en el capítulo anterior, se determina la calendarización del mismo, haciendo resaltar que el mantenimiento preventivo se desarrollará más en el periodo de verano, para que en la época de invierno no existan contratiempos, y realizarlos esporádicamente, debido a que en la época de invierno aumenta el caudal, y se dificulta un poco el desarrollo del mantenimiento.

El cronograma de mantenimiento, tanto semanal, bimestral y anual, se describe solamente para el primer trimestre, pero haciendo del conocimiento que es el mismo para todo el año. El programa de mantenimiento bianual se desarrollará en la época de verano, cada dos años respectivamente, pero cuando se realice se hará en la misma programación del mantenimiento anual.

Para que un buen programa de mantenimiento preventivo sea funcional, también es necesario contar con una buena documentación, para respaldar todo trabajo realizado, y llevar un control de lo que se ha trabajado.

A continuación se presenta la propuesta de los diferentes tipos de mantenimiento que se llevarán a cabo durante el año. Así también la papelería necesaria para un mantenimiento, se presentará en anexos.

Tabla XII. Programación de mantenimiento diario

EMBALSE HIDROELECTRICA JURÚN MARINALÁ		MANTENIMIENTO DIARIO										MES: ENERO								
		Fuga de Aceite en uniones		Nivel de Aceite Depósitos					Presión en maniobras de compuerta (abrir o cerrar)											
Día	No	Si	Especifique	1	2	3	4	5	Presión	Tabla Abatible	Sector Limpia	Tabla Abatible	Sector Limpia	Desarenador	Purga Des. 1 y 2	Embalse Regulador	By Pass	Purga Emb. Reg.	Túnel de Presión	
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				
25																				
26																				
27																				
28																				
29																				
30																				
31																				

Fuente: Investigación de campo

Tabla XV. Programación de mantenimiento anual

ACTIVIDAD	MARZO '05											ABRIL '05															
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SISTEMA DE LUBRICACIÓN																											
Manómetros																											
Tuberías y uniones																											
REVISION DE VALVULAS (sellos, orificios, prueba eléctrica)																											
válvulas manuales																											
válvulas electricas																											
válvulas de freno																											
válvulas de seguridad																											
válvulas de retención																											
válvulas electromagnéticas de retención																											
válvulas reguladoras de presión																											
interruptores de presión																											
indicadores de posición																											
SISTEMA ELECTRICO																											
conexión con los motores																											
reles auxiliares																											
reles de mando																											
transformador para tensión auxiliar																											
rectificadores																											
lámparas de control																											
pulsador para verificar lámparas																											
motor eléctrico																											
Fines de carrera																											
REVISAR MOTORES																											
cambio de cojinetes																											
prueba de arranque																											
prueba de aislamiento																											
REVISAR BOMBAS																											
cambio de cojinetes																											
pistones																											
prueba de pistón																											
REVISION DE SERVOMOTORES																											
vástago																											
sellos (fuga de aceite)																											
presión																											
bridas de unión																											

Fuente: Investigación de campo

Tabla XVI. Programación de mantenimiento bianual

ACTIVIDAD	ABRIL '05																													
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30				
REVISAR BOMBA MANUAL																														
Pistones																														
Abrir y cerrar manualmente una compuerta																														
REVISAR COMPUERTAS																														
Sellos (fuga de aceite)																														
Corrosión																														
Oxidación																														
Pisa sellos																														
Base compuerta																														

* Se hace notar que el mantenimiento bianual se hará cada dos años en la misma programación del mantenimiento anual.

Fuente: Investigación de campo

5.2 Control de inventario de materiales

5.2.1 Resultados del modelo de inventario

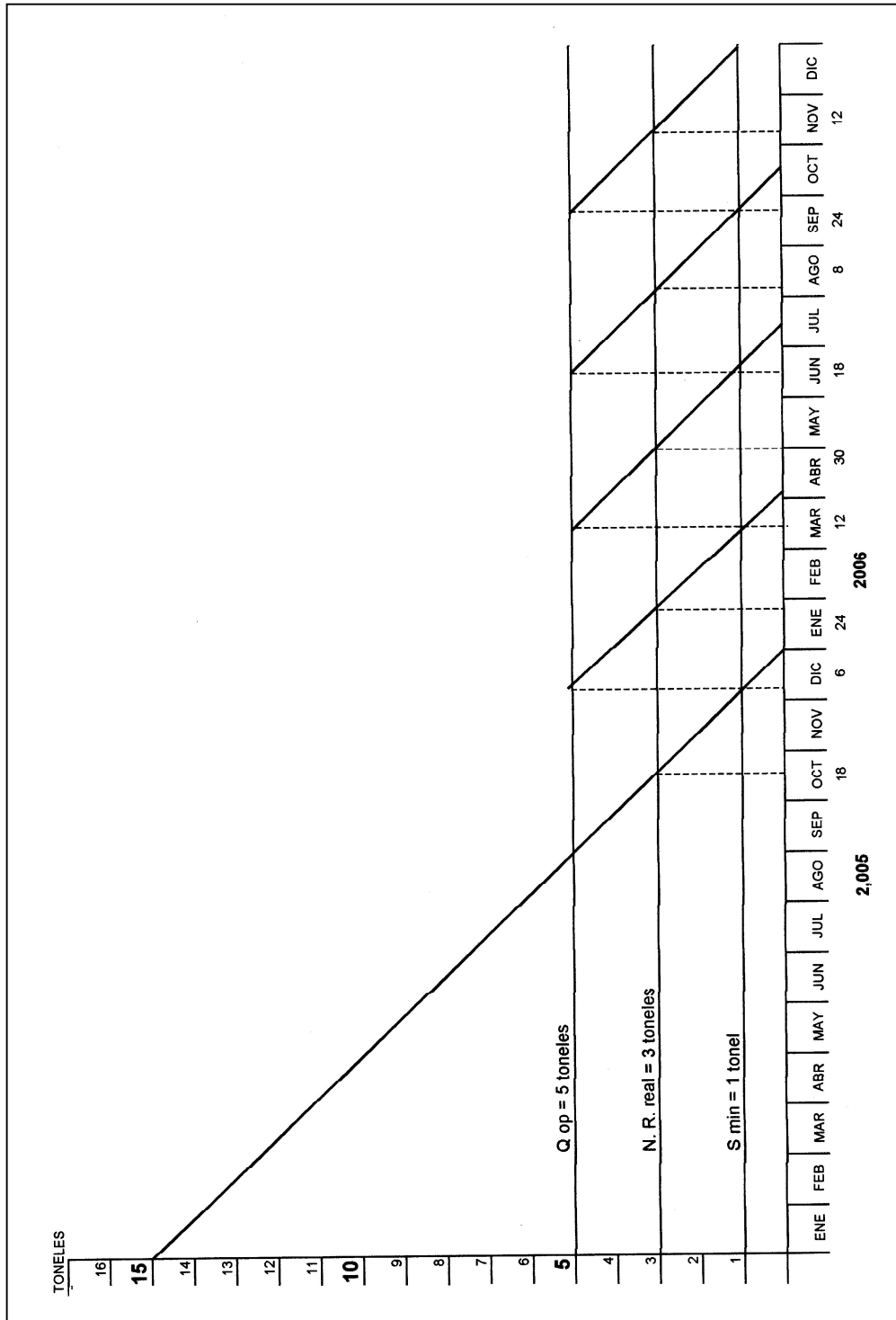
De acuerdo a los datos que se obtuvieron en la aplicación y análisis del modelo de inventario de materiales, se determina que las fechas de pedido de los toneles del aceite hidráulico, y las fechas en que aproximadamente entraría el pedido son los siguientes.

Tabla XVII. Resultados del modelo de inventario

Fecha en que se hace el pedido	Fecha en que se entraría el pedido	Cantidad (Qop)
18 de octubre de 2005	6 de diciembre de 2005	5 toneles
24 de enero de 2006	12 de marzo de 2006	5 toneles
30 de abril de 2006	18 de junio de 2006	5 toneles
6 de agosto de 2006	24 de septiembre de 2006	5 toneles
12 de noviembre de 2006	30 de diciembre de 2006	5 toneles

Fuente: Investigación de campo

Figura 35. Resultados gráficos del modelo de inventario



Fuente: Investigación de campo



5.2.2 Evaluación del modelo de inventario

Tomando en cuenta los resultados del modelo de inventario, se determina que para no ocupar mucho espacio en bodega con los toneles de aceite, sí es aceptable el modelo de inventario propuesto, ya que sólo se requerirán 5 toneles en cada pedido, y se aprovecharía el espacio en la bodega para mantener otros repuestos o accesorios que también son necesarios, y haciendo notar que el aceite hidráulico lo utilizarían solo en caso de fugas, ya que por ser renovado todo el sistema de distribución hidráulica, no se contempla que hayan demasiadas fugas. Este modelo se aplicaría hasta el año 2006, esto es debido a que ya se cuentan con los toneles necesarios para el año 2005.

CONCLUSIONES

1. El principio básico de los líquidos hidráulicos, es que son incompresibles y tienen la propiedad de transmitir la presión íntegramente.
2. Se realizó una revisión de la situación en que se encuentra el sistema hidráulico de las compuertas, del embalse de la central hidroeléctrica Jurún Marinalá, y se determinó que la mayoría de los accesorios cumplieron ya con su vida útil, por lo que es necesario renovar todo el sistema para prolongar el servicio para el que fue creado.
3. El modelo de inventario de manejo de materiales que se propone, tiende a identificar los recursos más importantes en el proceso de generación eléctrica, y regula las cantidades de compra, basándose en los requerimientos de las actividades de mantenimiento.
4. Las ventajas de implementar el modelo de inventario de manejo de materiales es: Reducir el capital invertido en materiales innecesarios y de poca aplicación, identificar que materiales son difíciles de adquirir en el mercado local, no saturar el espacio físico permitido en bodega con repuestos o materiales en abundancia.
5. El llevar una calendarización de las actividades de mantenimiento preventivo, permitirá llevar un mejor control de todos los equipos y accesorios del sistema hidráulico, y así; detectar y evitar alguna falla repentina que podría ocasionar serios daños al sistema.



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

6. Con la implementación de 6 motores con su respectiva bomba en el sistema hidráulico, en el área del embalse de la central hidroeléctrica, se pretende evitar el recargo de trabajo a cada motor, y así aumentar la eficiencia de los motores, comparado con el diseño anterior que contaban con 5 motores dentro del embalse más dos motores que se encuentran en la compuerta del lago de Amatitlán.

7. Con el buen control de la papelería de mantenimiento preventivo y correctivo, se conocerán los detalles de cada equipo en su funcionamiento, que correcciones o ajustes le han hecho, para que el operador de turno conozca como está funcionando el equipo.

RECOMENDACIONES

1. Para trabajar en el área hidráulica, es importante tener los conocimientos básicos de la misma, bajo que leyes se rige, si es un fluido laminar o turbulento, si se aplica la hidrostática o la hidrodinámica.
2. Es importante que en toda empresa exista un programa de mantenimiento y renovación de los equipos y accesorios, para mantener la visión de la empresa por la que fue creada.
3. La empresa debe contar con un programa de capacitación al personal, para aplicar de buena forma el modelo de manejo de materiales, para facilitar el control de los insumos importantes dentro de la empresa.
4. Para llevar a cabo un buen programa de inventario de manejo de materiales, es primordial tener en cuenta que no se debe saturar la bodega de almacenaje, con repuestos o accesorios excesivos, solamente los necesarios para el buen desarrollo del trabajo.
5. Es importante cumplir con el programa de mantenimiento establecido, y así evitar fallas inesperadas, y además prolongar el servicio que se presta, esto garantizará la efectividad del programa.
6. Es conveniente tratar de alternar el trabajo de los motores y bombas que se instalarán, para no desgastarlos en su funcionamiento, y así garantizar la prolongación de la vida útil de los mismos.



PDF
Complete

*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

7. Es importante que el operario de turno, que esté llenando la papelería de mantenimiento, lo haga adecuadamente sin alterar ningún dato, para llevar un mejor control, y así determinar si existen algunos inconvenientes y darles la solución requerida.

BIBLIOGRAFÍA

1. Mora Lima, Elder Mauricio. Sistemas hidráulicos y su aplicación. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1983.
2. Marroquín Del Cid, Nery Amilcar. Programas de análisis de aceites y su relación con estados de operación de sistemas mecánicos; para estandarizar planes de mantenimiento preventivo, enfocado al equipo automotriz del ingenio Concepción, Escuintla. Tesis Ing. Mecánico. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1999.
3. Ing. Viejo Zubicaray, Manuel. **BOMBAS: Teoría, diseño y aplicaciones.** México, Editorial Limusa. 1995.
4. Rosaler, Robert C. **Manual de mantenimiento industrial.** México. Editorial McGraw-Hill, 1989.
5. Maldonado Dumas, Douglas Alejandro. Modelos de inventarios aplicados a los planes de operación y mantenimiento preventivo del área de generación de energía del ingenio la Unión, Sta. Lucia Cotzumalguapa, Escuintla. Tesis Ing. Mecánico - Industrial, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 1998.
6. Hernández Arriaza, Francisco Arturo. Guía teórico práctica de laboratorio del curso control de la producción. Tesis Ing. Industrial, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1990.
7. Instituto Nacional de Electrificación, I.N.D.E. **Memoria de labores 2001.** Guatemala.



*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

ANEXOS

Figura 36. Tarjeta de trabajo

TARJETA DE TRABAJO

FECHA _____ TARJETA No. _____

No. MOTOR _____ UBICACIÓN DEL EQUIPO: _____

DATOS TECNICOS DEL EQUIPO:

Marca _____
 Frame _____
 Tipo _____
 HP _____
 RPM _____
 Fases _____
 Voltios _____
 Amperios _____
 Frecuencia _____
 Factor de Potencia _____

Modelo _____
 Flecha de motor _____
 Cuñero _____
 Cojinetes _____

PRUEBAS ELECTRICAS

OTROS

FECHA	DESCRIPCION DEL TRABAJO REALIZADO	COSTO

RESPONSABLE: _____ Firma

Nombre del Responsable o Encargado

Figura 37. Orden de trabajo

PLANTA HIDROELECTRICA JURÚN MARINALÁ Indisponibilidad Total

SI	NO
----	----

No. de autorización AMM

--

ORDEN DE TRABAJO

MECANICO	ELECTRICO	ELECTRONICO	SOLDADURA	OTROS
----------	-----------	-------------	-----------	-------

Unidad _____

Sistema _____
 Equipo _____
 Trabajo a efectuar _____

Observación _____

Emitido por _____ Fecha _____

Informe para Sala de Mando

Personal a cargo del trabajo	Fecha inicio	Hora inicio	Fecha final	Hora final
Indicaciones para sala de mando				

Reporte del trabajo efectuado

Tipo

Correctivo	Preventivo	Rutinario	Otros
------------	------------	-----------	-------

 Horómetro del equipo _____
 Horas de trabajo de la unidad _____
 Se reemplazaron piezas y/o componentes

SI	NO
----	----

Si hubo reemplazo especifique _____

Describe el procedimiento que siguió para efectuar el trabajo

Es muy importante que haga las observaciones necesarias a cerca del estado del equipo, de su funcionamiento, etc.

Firma encargado del grupo _____ Nombre _____

La información que se proporcione en este reporte es de suma importancia y debe ser llenado concientemente
 Si necesita escriba en la parte posterior de esta hoja

Figura 38. Movimiento de almacén

MOVIMIENTO DE ALMACÉN

1. Lugar y Fecha _____ 2. Número _____
 3. Cargo A: _____ 4. No. de Cuenta _____
 5. Abono A: _____ 6. No. de Cuenta _____
 7. Renglón de Trabajo: _____
 8. No. de Cuenta _____

9. CANTIDAD		10. DESCRIPCION	11. CODIGO	12. VALORES	
Solicitada	Despachada			Unitario	Total
13. Autorizó:		14. Entregó:		15. Recibió:	
Nombre:		Nombre:		Nombre:	
Cargo:		Cargo:		Cargo:	
Firma:		Firma:		Firma:	

Figura 39. Constancia de ingreso a almacén y a inventario

INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN

CONSTANCIA DE INGRESO A ALMACEN Y A INVENTARIO

1. No. _____

2. Dependencia: _____ 3. Pedido No. _____

4. Unidad: _____ 5. Fecha: _____

6. Proveedor: _____ 7. Orden de C. y Pago No. _____

8 Cantidad	9. Descripción del artículo	10. No. Renglón Gasto	11. No. Tarjeta Kardex	12 Precio Unidad	13 Valor Total	14 Folio Inventario	15 No. Cta.

16. RECIBI CONFORME 17. SE ANOTO EN EL INVENTARIO

18. Vo. Bo.

Guardalmacén o empleado responsable _____ Jefe de la Oficina que administra los fondos _____ Nombre del Encargado de Inventario _____

19. OBSERVACIONES:

20. LUGAR Y FECHA:

ORIGINAL: PARA ACOMPAÑAR A LA FACTURA ORIGINAL - DUPLICADO VERDE AUDITORIA - TRIPPLICADO AMARILLO GUARDALMACEN - CUADRUPPLICADO CELESTE CONTABILIDAD - QUINTUPPLICADO ROSADO ENCARGADO DE COMPRAS

Figura 40. Pedido

INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN

PEDIDO

1. CONTROL INTERNO No.: _____
2. LUGAR Y FECHA: _____
3. PARA USO EN: _____
4. UNIDAD EJECUTORA: _____
5. PARTIDA PRESUPUESTAL: _____
6. LUGAR DE ENTREGA: _____

7. No.	8. CANTIDAD	9. UNIDAD	10. CONCEPTO
11. SE SUGIERE COTIZAR A:			
A. _____			C. _____
B. _____			D. _____
			E. _____
12. JUSTIFICACIONES:			

13. SOLICITANTE		14. APROBADO POR:	
NOMBRE: _____		NOMBRE: _____	
CARGO: _____		CARGO: _____	
FIRMA: _____		FIRMA: _____	

ORIGINAL: EXPEDIENTE

15. PEDIDO No. _____

Figura 41. Orden de compra y pago

INSTITUTO NACIONAL DE ELECTRIFICACIÓN

ORDEN DE COMPRA Y PAGO

1. LUGAR Y FECHA: _____
 2. EXPEDIENTE DE COMPRA No.: _____ 3. UNIDAD EJECUTORA: _____
 4. LA ESORERIA DEL INDE PAGARA A: _____
 5. LA CANTIDAD DE: _____
 (Cantidad en letras)
 6. NIT DEL PROVEEDOR: _____
 7. SICOA No.: _____ 8. CONTRATO No.: _____ 9. PARTIDA No.: _____
 10. PLAZO Y LUGAR DE ENTREGA: _____

11. RENGLON Y FUENTE DE FINANCIAMIENTO	12 CODIGO	13 DESCRIPCIÓN	14 CANTIDAD	15 UNIDAD MEDIDA	16 PRECIO POR UNIDAD Q.	17 PRECIO TOTAL Q.

18. ORDEN DE COMPRA Y PAGO No. _____

19. FORMULADA POR: NOMBRE: _____ FIRMA: _____ FECHA: _____	20. REVISOR AUDITORIA INTERNA FIRMA: _____ (SELLO) FECHA: _____
21. AUTORIZADO POR: NOMBRE: _____ FIRMA: _____ FECHA: _____	22. REGISTRO SECCION DE CONTROL PRESUPUESTAL FIRMA: _____ (SELLO) FECHA: _____
24. ACEPTACIÓN DEL PROVEEDOR NOMBRE: _____ DIRECCIÓN: _____ FIRMA: _____ (SELLO) FECHA: _____	23. REGISTRO DIVISIÓN DE CONTABILIDAD FIRMA: _____ (SELLO) FECHA: _____
	25. TESORERÍA CHEQUE No. _____ Q. _____
	26. RECEPCIÓN DEL PROVEEDOR RECIBI CONFORME LA CANTIDAD DE Q. _____ LUGAR Y FECHA: _____ NOMBRE: _____ FIRMA: _____