



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicada

## **Carrera de Ingeniería en Electromecánica**

Tesis de grado presentada previa a la obtención del Título de Ingeniero  
Electromecánico

### **TEMA:**

**Diseño y Construcción de una Compactadora, mediante un sistema oleohidráulico para compactar plástico y papel, en la planta de reciclaje de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en el Centro Experimental y de Producción Salache “CEYPSA”. Latacunga año 2012”.**

### **Postulantes:**

Caiza Herrera Klever Iván

Lema Quispe Fernando

### **Director:**

Ing. Edwin Moreano

### **Asesora:**

Licda.: Libia Almeida

**LATACUNGA-ECUADOR**

Julio - 2012

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

Nosotros: Kleber Iván Caiza Herrera, portador de la cédula de ciudadanía número 0502620867 y Fernando Lema Quispe con el número de cedula 0502660327 declaramos que la presente tesis de Grado, es fruto de nuestro esfuerzo, responsabilidad y disciplina, logrando que los objetivos propuestos se culminen con éxito.

Atentamente.

Sr. Kleber Iván Caiza Herrera

C/C 0502620867

Sr. Fernando Lema Quispe

C/C 0502660327

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **AVAL FINAL DEL DIRECTOR DE TESIS**

En mi calidad de Director del trabajo de investigación sobre el tema "Diseño y Construcción de una compactadora mediante un sistema electro hidráulico para compactar plástico y papel en la planta de reciclaje de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el Centro Experimental y de Producción Salache "CEYPSA", Latacunga año 2012" de los Señores. Klever Iván Caiza Herrera y Fernando Lema Quispe postulantes a Ingenieros Electromecánicos.

Considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos de metodología y aporte científico técnico suficientes para ser sometido a evaluación del tribunal para la validación de tesis que el Honorable Consejo Académico de la Carrera de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para su correspondiente estudio y calificación

Ing. Edwin Moreano  
DIRECTOR DE TESIS.

Latacunga, Julio 2012

## **AVAL DEL TRIBUNAL DE TESIS**

En nuestra calidad de Miembros de Tribunal de la Defensa de Tesis Titulada “Diseño y Construcción de una Compactadora, mediante un sistema electrohidráulico para compactar plástico y papel, en la planta de reciclaje de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en el Centro Experimental y de Producción Salache “CEYPSA” de la Autoría de los postulantes Kleber Iván Caiza Herrera y Fernando Lema Quispe Ingenieros de la carrera de Ingeniería en Electromecánicos CIYA-UTC. Certificamos que se puede continuar con el trámite correspondiente.

Es todo cuanto podemos certificar en honor a la verdad.

-----  
Msc. Hugo Armas  
Presidente

-----  
Ing. Jorge Paredes  
Miembro Interno

-----  
Ing. Edgar Atiaga  
Miembro Externo

-----  
Ing. Álvaro Mullo  
Opositor

## **AGRADECIMIENTO**

*Queremos hacer ostensible el agradecimiento a todas aquellas personas que de una y otra manera estuvieron involucradas en la labor investigativa, a la Universidad Técnica de Cotopaxi, que abrió sus puertas para cumplir el camino en la profesionalización, a los maestros y maestras de tan digna institución, que con sus conocimientos ayudaron en este camino.*

*A la institución motivo de la investigación por la forma generosa y colaboradora para la realización de la presente tesis.*

*KLEVER Y FERNANDO*

## DEDICATORIA

*El presente trabajo de manera especial quiero dedicar a DIOS por darme la oportunidad de superarme y regalarme el don de la vida, a mi Madre que está en el cielo y mi padre y de manera especial a mi Hijo y esposa quienes me permitieron que no desmaye en las dificultades que se me presentaron, que me ha sabido guiar por el camino del bien y el sendero de la sabiduría, por eso todo mi esfuerzo y trabajo va dedicado para mi madre.*

**KLEVER**

*El presente trabajo de manera especial quiero dedicar a DIOS por darme la oportunidad de superarme, y regalarme el don de la vida, a ms familia y de manera especial a mis padres quienes me permitieron que no desmaye en las dificultades que se me presentaron, que me ha sabido guiar por el camino del bien y el sendero de la sabiduría, por eso todo mi esfuerzo y trabajo va dedicado para mi madre.*

**FERNANDO**

# ÍNDICE

## CAPITULO I

		pág.
1	ESTUDIO INTRODUCTORIO DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA COMPACTADORA	1
1.1	Antecedentes	1
1.2	El reciclaje	3
1.2.1	Materiales reciclables	4
1.2.1.1	Plásticos	5
1.2.1.2	Propiedades y características	6
1.2.1.3	Clasificación y tipos de los plásticos	7
1.2.1.4	Botellas de platicos	8
1.2.1.5	Ventajas del reciclado mecánico	9
1.2.1.6	Reciclaje del papel	9
1.2.1.7	Proceso actual del reciclaje	10
1.2.1.8	Pasos para el tratamiento del papel	10
1.2.1.9	Razones para reciclar	11
1.2.2	Generación de desechos sólidos en el CEYPSA	12
1.3	Conceptos básicos de potencia hidráulica	13
1.3.1	Hidráulica.	13
1.3.2	Hidromecánica	14
1.3.3	Electrohidráulica	14
1.3.4	Propiedades de los fluidos.	15
1.3.4.1	Densidad específica ó absoluta.	16
1.3.4.2	Peso específico.	16
1.3.4.3	Densidad relativa.	17
1.3.4.4	Volumen específico.	17
1.3.5	Hidrodinámica.	18
1.3.5.1	Definición de caudal.	18
1.3.5.2	Ecuación de continuidad.	19

1.3.6	Maquinas hidráulicas	20
1.3.6.1	Máquinas hidráulicas de desplazamiento positivo.	20
1.3.6.2	Principio del desplazamiento positivo.	20
1.3.6.3	Clasificación de las máquinas de desplazamiento positivo	22
1.3.6.4	Máquinas alternativas y máquinas rotativas.	23
1.4	Elementos empleados en los circuitos hidráulicos	24
1.4.1	Bombas hidráulicas.	24
1.4.1.1	Bomba Hidráulicas de engranajes.	25
1.4.2	Motores	27
1.4.2.1	Motores eléctricos.	27
1.4.2.2	Motores de corriente alterna	28
1.4.2.3	Motores de jaula de ardilla.	28
1.4.3	Cilindros hidráulicos	30
1.4.3.1	Elección del cilindro hidráulico.	32
1.4.3.2	Velocidad de un actuador	32
1.4.3.3	Potencia en un sistema hidráulico.	32
1.4.3.4	Tipos de cilindros hidráulicos.	35
1.4.3.5	Cilindro de simple efecto.	36
1.4.3.6	Cilindro de doble efecto.	36
1.4.3.7	Elección de un cilindro hidráulico.	37
1.4.3.8	Formas especiales de cilindros.	37
1.4.3.9	Principios constructivos.	38
1.4.4	Válvulas	38
1.4.4.1	Válvulas de cierre.	38
1.4.4.2	Válvula anti retorno simple.	39
1.4.4.3	Válvulas de control de presión.	40
1.4.5	Control hidráulico	40
1.4.5.1	Válvulas direccionales.	40
1.4.5.2	Electroválvulas.	43
1.4.5.3	Características funcionales de las válvulas.	44
1.4.5.4	Dimensionamiento de las válvulas.	44
1.4.6	Elementos auxiliares.	45



1.4.6.1	Fluidos hidráulicos.	45
1.4.6.2	Transmisión de potencia.	45
1.4.6.3	Lubricación.	46
1.4.6.4	Depósito o tanque de aceite.	47
1.4.6.5	Respirador.	48
1.4.6.6	Tamaño del depósito.	48
1.4.6.7	Filtros	49
1.4.6.8	Tuberías.	50
1.4.6.9	Tubos.	50
1.4.6.10	Conducciones flexibles (mangueras).	50
1.4.6.11	Conexiones.	51
1.4.6.12	Conexiones rápidas (racores).	52
1.4.6.13	Conexiones roscadas.	52
1.4.6.14	Aparatos indicadores.	53
1.4.6.15	Manómetros.	53
1.4.6.16	Indicador de nivel.	54
1.4.7	Estructuras laminadas	55
1.4.7.1	Acero laminado:	55
1.4.8	El logo	57
1.4.8.1	Introducción	57
1.4.8.2	Definición	58
1.4.8.3	Campos de aplicación	58
1.4.8.4	Partes de un autómeta programable	59
1.4.8.5	Montaje y cableado de LOGO!	59
1.4.8.6	Desmontaje:	60

## **CAPITULO II**

2	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	61
2.1	Análisis de resultados de la encuesta aplicada a los señores docentes, empleados y trabajadores del centro experimental y de producción Salache	61
2.2	Análisis de resultados de la encuesta aplicada a los estudiantes	65

del Centro Experimental y de Producción Salache.

2.3	Verificación de hipótesis.	70
2.4	Resultados de la verificación	70

### **CAPITULO III**

3	<b>DISEÑO DE LA COMPACTADORA ELECTROHIDRÁULICA</b>	72
3.1.	Presentación:	72
3.2	Objetivos	73
3.3	Justificación	73
3.4	Funcionalidad.	74
3.5	Estética:	74
3.6	Seguridad:	75
3.7	Vida útil:	75
3.8	Descripción del diseño final.	75
3.9	Cálculo de los elementos involucrados	76
3.10	Determinación de la fuerza necesaria	77
3.11	Cálculo del sistema hidráulico	79
3.12	Selección de la central hidráulica.	81
3.13	Cálculo de pérdidas de presión en el sistema.	82
3.14	Cálculo de la potencia hidráulica	83
3.15	Cálculo de la potencia hidráulica en la bomba	83
3.16	Cálculo unidad eléctrica.	84
3.17	Selección del fluido hidráulico	85
3.18	Cálculo del volumen de fluido	86
3.19	Cálculo estructural.	86
3.20	Cálculo de la placa de la tapa principal	88
3.20	Conclusiones	97
3.21	Recomendaciones	98

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 1.1	Tipos de materiales reciclables	5
Figura 1.2	Tipos de plásticos reciclables	6
Figura 1.3	Plásticos reciclados	8
Figura 1.4	Material compactado	9
Figura 1.5	Material reciclado	12
Figura 1.6	Ecuación de continuidad.	19
Figura 1.7	Principio de desplazamiento positivo	21
Figura 1.8	Máquinas de desplazamiento positivo	23
Figura 1.9	Sistema de funcionamiento de una bomba hidráulica de engranajes exteriores.	26
Figura 1.10	Sistema de funcionamiento de una bomba hidráulica de engranajes interior.	27
Figura 1.11	Estructura de un motor de inducción	28
Figura 1.12	Motor jaula de ardilla	29
Figura 1.13	Esquema representativo de las carreras de avance, trabajo y retorno	34
Figura 1.14	Esquema de las velocidades de avance y de trabajo en la prensa.	35
Figura 1.15	Modelo de un cilindro de doble efecto.	36
Figura 1.16	Válvula antiretorno simple	39
Figura 1.17	Válvula direccional 2/2 vías.	42
Figura 1.18	Válvula direccional 4/2 vías con denominación de las conexiones	42
Figura 1.19	Válvula distribuidora de cuatro vías, dos direcciones.	44
Figura 1.20	Elementos de un depósito de aceite	47
Figura 1.21	Respirador.	48
Figura 1.22	Filtro de aceite para uso en un sistema hidráulico	49
Figura 1.23	Manguera con refuerzo de malla de acero	51
Figura 1.24	Manguera con refuerzo de malla de acero y alambre.	51
Figura 1.25	Partes de la conexión rápida.	52
Figura 1.26	Distintos tipos de conexiones roscadas.	53

Figura 1.27	Conexión roscada de abrazadera conectada a una manguera.	53
Figura 1.28	Conexión roscada de tipo permanente conectada a una manguera.	53
Figura 1.29	Manómetro con glicerina.	54
Figura 1.30	Indicador de nivel del tipo mirilla.	54
Figura 1.31	Principales dimensiones de un perfil doble t esquemático.	56
Figura 1.32	Controlador lógico programable	58
Figura 1.33	Desmontaje de logo	60
Figura 2.1	Construcción de una compactadora electrohidráulica	62
Figura 2.2	Implementación de una compactadora electrohidráulica	64
Figura 2.3	La construcción mejorara las habilidades de los tesistas	65
Figura 2.4	Reducirá la contaminación del CEYPSA	66
Figura 2.5	Los conocimientos teóricos se aplicaran en la construcción de una compactadora electrohidráulica	67
Figura 2.6	Mejorara la cultura de reciclaje en el CEYPSA	69
Figura 2.7	Reforzara los conocimientos teóricos obtenidos en el aula	70
Figura 2.8	Ha observado el funcionamiento de una compactadora	71
Figura 2.9	Es necesario un manual de funcionamiento de la compactadora	72
Figura 3.1	Diagrama de una compactadora	79
Figura 3.2	Diagrama hidráulico del control de una compactadora	80
Figura 3.3	Placa rectangular uniformemente cargada y simplemente apoyada	92
Figura 3.4	Sección transversal de la placa	94

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Tipos de plásticos	7
Tabla 2.1	Construcción de una compactadora electrohidráulica	62
Tabla 2.2	Implementación de una compactadora electrohidráulica.	64
Tabla 2.3	La construcción mejorara las habilidades de los tesistas	65
Tabla 2.4	Reducirá la contaminación del CEYPSA	66
Tabla 2.5	Los conocimientos teóricos se aplicaran en la construcción de una compactadora electrohidráulica	67
Tabla 2.6	Mejorara la cultura de reciclaje en el CEYPSA	69
Tabla 2.7	Reforzara los conocimientos teóricos obtenidos en el aula	70
Tabla 2.8	Ha observado el funcionamiento de una compactadora	71
Tabla 2.9	Es necesario un manual de funcionamiento de la compactadora	72
Tabla 3.1	valores de presión por botellas	81

## ANEXOS

### Anexo A

- Fotos de la Compactadora

### Anexo B

- Vistas mecánicas
- Partes de la Compactadora

### Anexo C

- Conexión eléctrica de un logo
- Circuito de mando de la Compactadora
- Diagrama de fuerza del sistema eléctrico de la compactadora

### Anexo D

- Conexión hidráulica

### Anexo E

- Manual de funcionamiento de una maquina compactadora.

### Anexo F

- Manual de mantenimiento.

Anexo G

- Simbología hidráulica

Anexo H

- Ficha de acero laminado en caliente

## **RESUMEN**

El diseñar y construir una compactadora mediante un sistema electro hidráulico para compactar plástico y papel en la planta de reciclaje de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el Centro Experimental y de Producción Salache “CEYPSA” es un trabajo realizado con el afán de mejorar el proceso de reciclaje.

Con la metodología aplicada en lo científico, analítico, inductivo deductivo y la utilización de los conocimientos adquiridos, se desarrollo del proceso de construcción de la Compactadora que está orientada directamente a solucionar problemas.

En la actualidad los avances tecnológicos cubren gran parte del desarrollo económico, social. La falta de un estudio sobre el impacto ambiental que produce la mala utilización de los diferentes materiales y desechos producidos en el Universidad Técnica de Cotopaxi, son los problemas que afrontan la Institución. Es por eso que se construyó una compactadora de plástico y papel

Con la realización del trabajo de grado se mejora la problemática que existe en la acumulación de material reciclado, como parte de la solución se realiza el diseño y construcción de una máquina compactadora.

La operación de la máquina el operador debe hacerlo siguiendo las estrictas normas de seguridad con el fin de evitar accidentes laborales.

## **SUMMARY**

To design and build a compactor by electric – hydraulic system to compact plastic and paper in the recycling plant from Technical University of Cotopaxi in Experimental and Production Center of Salache “CEYPSA” is a work in an effort to improve the process of recycling.

With the methodology used in the scientific, analytical and inductive-deductive and put in practice the knowledge acquired, it developed the process of building the compactor that is oriented to solve problems.

Nowadays technological advances cover the economical and social. The lack of an environmental impact study produced by the incorrect use of different materials and wastes produced in the Technical University of Cotopaxi, are the problems facing the institution that is because they built a plastic and paper compactor.

With developed of the research work it is going to solve the problem that exists in the material recycled accumulation as part of the solutions are developed the design and built a compact machine.

The machine operations, the operator must do following the strict security standards to prevent work accidents.



## INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental, se debe a la generación de desechos sólidos que se incrementa día a día provocando grandes problemas ecológicos esto debido al mal procesamiento del plástico y papel por lo tanto con la construcción de una compactadora se reducirá el incremento permanente de la basura.

Tener una buena calidad ambiental es una de las grandes aspiraciones de la humanidad, pero la contaminación ambiental es el problema que tiene que enfrentar el hombre actual. Es por eso que este trabajo propone mejorar los conocimientos sobre el procesamiento y clasificación de la basura ya que en la Universidad se produce diariamente cerca de 140 Kg aproximadamente y cerca de 4.2 toneladas al mes.

El estudio realizado causa interés en directivos, empleados y estudiantes, por la importancia y utilidad del equipo compactador diseñado, tomando en cuenta que servirá para realizar las demostraciones prácticas.

En realidad, al menos en nuestra Provincia no existe este tipo de compactadora en gran número, razón por la cual el estudio realizado reviste novedad científica, es más en la Universidad técnica de Cotopaxi será de enorme utilidad, pues servirá para desarrollar proyectos de compactación en el CEYPSA.

El estudio investigativo realizado es auténtico y desarrollado en base a la creatividad de los postulantes, puesto que no existe en la Universidad un equipo de estas características, se puede encontrar en el mercado a costos muy elevados.

Los postulantes aspiran contribuir al desarrollo técnico y tecnológico de la Carrera de Ingeniería Electromecánica, como también el CEYPSA en proyectos que beneficien a la comunidad.

La finalidad del presente proyecto es para que la comunidad educativa de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el Centro Experimental y de Producción

Salache” CEYPSA”, reduzcan la contaminación ambiental mediante procesos de reciclaje y clasificación, mejorando la situación actual, que hoy en día enfrentamos grandes problemas medioambientales como es la tala de árboles, que según los datos se dicen que al reciclar una tonelada de papel se está dejando de talar alrededor de 17 árboles.

El diseño y construcción de una compactadora mediante un sistema electro hidráulico para compactar plástico y papel, permite compactar y reducir el material reciclado y también reducir costos de transporte y manipulación, evitando la progresiva contaminación ambiental.

Con el proyecto del Diseño y Construcción, mediante un sistema electro hidráulico cumple con lo establecido de acuerdo al análisis se comprueba que es El 100% de docentes encuestados expresa que la implementación de una compactadora electrohidráulica para compactar plástico y papel permitirá optimizar la forma de reciclaje en el “CEYPSA” de la UTC.

Como también opina que la construcción de la compactadora electrohidráulica para compactar plástico y papel en el “SEYPSA”, reducirá la contaminación ambiental en dichos predios.

Conocer el funcionamiento de los diferentes equipos con la utilización de catálogos de datos técnicos para el montaje y funcionamiento de la maquina, Proponer el diseño de una estructura mediante el accionamiento de un sistema electro hidráulico para reducir grandes cantidades de basura, y el diseño y construcción de una compactadora mediante un sistema electro hidráulico para compactar plástico y papel son los parámetros acogidos para la realización del proyecto.

Con la investigación realizada a los Docentes y alumnos, demuestran el interés del proyecto de reciclamiento a su vez la importancia de la implementación de una compactadora electrohidráulica para compactar y reducir el material reciclado se

decide construir la maquina, la misma que mejorara un sistema de reciclado, acumulación y transporte del material.

Se realiza una investigación documental de la teoría de control hidráulico, proponer el diseño de una estructura, conocer el funcionamiento de los diferentes equipos con la utilización de catálogos de datos técnicos para el montaje y funcionamiento de la maquina, es la propuesta del proyecto la misma que beneficia al CEYPSA.

En capítulo I se refiere al Marco teórico, lleva consigo una investigación de todos los elementos relacionados en el diseño y construcción de una compactadora como también las ventajas de se darían al realizar es proyecto.

En el capítulo II se realiza es análisis de resultados de la encuesta aplicada a docentes y estudiantes del centro experimental y de producción Salache.

En el capítulo III se realiza el diseño de la compactadora electrohidráulica la misma que se analizó desde la factibilidad o la necesidad del diseño como también su estética, seguridad para culminar con los cálculos que determinaron la construcción de la máquina.

# **CAPITULO I**

## **1. REFERENTE TEÓRICO ACERCA DEL RECICLAJE DE PLÁSTICO Y PAPEL Y COMPACTACIÓN CON MÁQUINAS ELECTROHIDRÁULICAS**

### **1.1 Antecedentes.**

La Universidad tiene como misión contribuir en la satisfacción de las demandas de formación y superación profesional, en el avance científico-tecnológico y en el desarrollo cultural, universal y ancestral de la población ecuatoriana para lograr una sociedad solidaria, justa, equitativa y humanística.

El Centro Experimental y de Producción Salache “CEYPSA”, siendo parte de la Universidad Técnica de Cotopaxi orienta sus esfuerzos hacia la búsqueda de mayores niveles de calidad, pertinencia y cooperación.

La investigación se realiza con el fin de diseñar una máquina para compactar plástico y papel, mediante un programa de reciclaje que se desarrolla en la Institución, ante los grandes problemas que presenta el medio ambiental, pero con la reducción de la basura mediante la compactación se ocupara menor espacio posible logrando reciclar la mayor cantidad de basura generada en la Institución.

Una compactadora es una máquina que tiene como finalidad lograr la deformación permanente de un determinado material, mediante la aplicación de una presión ejercida.

La presente investigación plantea como propuesta el diseño y construcción de una compactadora para plástico y papel en el Centro Experimental y Producción "Salache" CEYPSA", con un proyecto a corto y mediano plazo, un aporte eficaz al uso de un espacio físico con la reducción del material reciclado que soluciona la grave problemática de la basura y sus efectos negativos que contamina al ambiente, que de 4.2 toneladas de residuo que se produce en un año, el 70% será reciclado y reducido mediante el sistema propuesto con lo cual no solo resolvería el problema ambiental de la Institución, sino hasta puede generar un empleo directo que puede ser sostenido con la venta de los productos reciclados que aproximadamente tiene un costo de 0,05 centavos por kilogramo reciclando y reduciendo como el papel, plástico y otro tipos de materiales.

Desde tiempos antiguos el ingenio humano se ha aprovechado de los fluidos bajo presión para la transmisión de potencia o para ejecutar movimientos mediante un control preciso, es decir, transmitir energía por medio de un líquido a presión.

Los líquidos y los gases reciben la denominación común de fluidos, en razón de que presentan propiedades semejantes que se derivan de la facilidad con que sus moléculas pueden moverse unas con respecto a otras. Esto es así porque un líquido confinado es uno de los medios más versátiles para modificar movimientos y comunicar potencia mediante la transferencia de energía a través de un estado intermedio de la energía cinética.

El funcionamiento de un sistema hidráulico es muy sencillo que el presente capítulo describe cada uno de ellos: una bomba se encarga de producir presión continuamente en el líquido, que recorre una red de tuberías que forman un circuito y que conectan con los cilindros que ejecutan el trabajo hacia el exterior del sistema y por lo tanto son los que consumen la energía del fluido, el cual retorna a un tanque hidráulica y vuelve a comenzar el ciclo. Por lo que se puede inferir que el conocimiento del funcionamiento de los sistemas que utilizan la hidráulica como medio de transmisión de potencia es de vital importancia para la construcción de la compactadora.

## 1.2 El Reciclaje

Como indica en página “<http://es.wikipedia.org/wiki/Reciclaje>” para las personas, reciclar es el proceso mediante el cual los productos de desecho son nuevamente utilizados. Sin embargo, la recolección es sólo el principio del proceso de reciclaje. Como definición dicen que reciclar es cualquier “proceso donde materiales de desperdicio son recolectados y transformados en nuevos materiales que pueden ser utilizados o vendidos como nuevos productos o materias primas”.

### **a.- Recogida selectiva:**

Una parte importante de los residuos sólidos están constituidos por materiales que se pueden ser seleccionados con facilidad y constituye las materias primas recuperables como: papel, cartón, vidrio, plástico, etc. La recogida selectiva se basa en que los propios ciudadanos que realizan la selección de los productos recuperables los colocan en recipientes independientes; estos a su vez pueden ser reutilizados por la industria como materia prima en mejores condiciones que si hubiese que separarse en las bolsas de basura donde están mezcladas con materia orgánica que las ensucian y deterioran y que estos necesitan un tratamiento adicional para luego ser utilizada.

### **b.- Ventajas del reciclaje**

El reciclaje de residuos genera grandes beneficios porque estos materiales se convierten en nuevas fuentes de materia prima disminuyendo los costos de producción, los altos volúmenes de residuos sólidos que son acumulados cerca de las ciudades. Con el reciclaje también se reduce notablemente la energía utilizada durante el proceso de producción.

El beneficio básico del reciclaje a partir de los residuos sólidos es la alta recuperación de valores económicos y energéticos que han sido utilizados en el proceso primario de elaboración de los productos. El reciclaje tiene beneficios

directos sobre la economía nacional, el servicio de aseo, el ambiente, la industria, el bienestar social y la economía.

**El reciclaje tiene tres consecuencias ecológicas principales:**

- Reducción del volumen de residuos.
- Preservación de los recursos naturales, pues la materia reciclada se reutiliza.
- Reducción de costos asociados a la producción de nuevos bienes, ya que muchas veces el empleo de material reciclado reporta un costo menor que el material virgen.

**El reciclaje permite:**








- Ahorrar recursos
- Disminuir la contaminación.
- Evitar la deforestación.
- Reducir el 80% del espacio que ocupan los desperdicios al convertirse en basura.
- Tratar de no producir toneladas de basura diariamente que terminan sepultadas en rellenos sanitarios.

### **1.2.1 Materiales Reciclables**

En la bibliografía electrónica citada “<http://es.wikipedia.org/wiki/Reciclaje>” manifiesta que en la actualidad, el incremento de mercancías y productos ha sido notable, entendido por una insatisfacción de las necesidades del hombre, y al existir un aumento de mercancías y productos, se eleva el número de desechos se indica en la figura 1.1.

Muchos de éstos resultan perjudiciales para el medio ambiente y la salud humana y animal, por esta razón las sociedades modernas con ayuda de los ecologistas, han iniciado una fuerte propaganda a favor del reciclaje:

**FIGURA N.- 1.1 TIPO DE MATERIALES RECICLABLES.**

Papel		
Plástico		
Materia orgánica		
Vidrio		
Latas		
Otros		

Fuente: “<http://www.manueljodar.com/pua/pua3.htm>”

Fecha de consulta 21 de junio del 2010

### 1.2.1.1 Plástico

El término plástico en su significado general, como se indica en la fuente [www.Botella\\_de\\_plástico.htm](http://www.Botella_de_plástico.htm) que los diferente tipos de plásticos a reciclar y se aplica a las sustancias de similares estructuras que carecen de un punto fijo de evaporación y poseen durante un intervalo de temperaturas propiedades de elasticidad y flexibilidad que permiten moldearlas y adaptarlas a diferentes formas. Sin embargo, en sentido concreto, nombra ciertos tipos de materiales sintéticos obtenidos mediante fenómenos de polimerización o multiplicación semi-natural de los átomos de carbono en las largas cadenas moleculares de compuestos orgánicos derivados del petróleo y otras sustancias naturales.

La palabra plástico se usó originalmente como adjetivo para indicar un escaso grado de movilidad y facilidad para adquirir cierta forma, sentido que se conserva en el término plasticidad.



## FIGURAN.-1.2 TIPOS DE PLÁSTICOS RECICLABLES



Fuente: [www.Botella\\_de\\_plástico.htm](http://www.Botella_de_plástico.htm)

Fecha de consulta 19 de mayo del 2012

### 1.2.1.2 Propiedades y características

Los plásticos son sustancias químicas sintéticas denominadas polímeros, de estructura macromolecular que puede ser moldeada mediante calor o presión y cuyo componente principal es el carbono. Estos polímeros son grandes agrupaciones de monómeros unidos mediante un proceso químico llamado polimerización. Los plásticos proporcionan el balance necesario de propiedades que no pueden lograrse con otros materiales por ejemplo: color, poco peso, tacto agradable y resistencia a la degradación ambiental y biológica.

De hecho, el plástico se refiere a un estado del material, pero no al material en sí: los polímeros sintéticos habitualmente llamados plásticos, son en realidad materiales sintéticos que pueden alcanzar el estado plástico, esto es cuando el material se encuentra viscoso o fluido, y no tiene propiedades de resistencia a esfuerzos mecánicos. Este estado se alcanza cuando el material en estado sólido se transforma en estado plástico generalmente por calentamiento, y es ideal para los diferentes procesos productivos ya que en este estado es cuando el material y puede manipularse en distintas formas que existen en la actualidad. Así que la palabra plástico es una forma de referirse a materiales sintéticos capaces de entrar

en un estado plástico, pero plástico no es necesariamente el grupo de materiales a los que cotidianamente hace referencia esta palabra.

Las propiedades y características de la mayoría de los plásticos (aunque no siempre se cumplen en determinados plásticos especiales) son estas:

- Fáciles de trabajar y moldear,
- Tienen un bajo costo de producción,
- Poseen baja densidad,
- Suelen ser impermeables,
- Buenos aislantes eléctricos,
- Aceptables aislantes acústicos,
- Resistentes a la corrosión y a muchos factores químicos;
- Algunos no son biodegradables ni fáciles de reciclar, y si se queman, son muy contaminantes.

### 1.2.1.3 Clasificación y tipos de los plásticos

De acuerdo a su importancia comercial por sus aplicaciones en el mercado, se encuentran los denominados comandités los cuales indican en la tabla 1.1.

TABLA N.- 1.1 TIPOS DE PLÁSTICOS

Nombre	Abreviatura	Número de identificación
Polietilentereftalato	PET o PETE	1
Polietileno de alta densidad	PEAD o HDPE	2
Policloruro de vinilo o Vinilo	PVC o V	3
Polietileno de baja densidad	PEBD o LDPE	4
Polipropileno	PP	5
Poliestireno	PS	6
Otros	Otros	7

Fuente: MC GRAN \_ HILL, Mecánica de fluido e hidráulica

#### 1.2.1.4 Botella de plástico

Como muestra en la figura 1.3 de la fuente: [www.Botella\\_de\\_plástico.htm](http://www.Botella_de_plástico.htm) las botellas de plástico es un envase ligero muy utilizado en la comercialización de líquidos en productos como de lácteos, bebidas o limpia hogares. También se emplea para el transporte de productos harinosos o en píldoras, como vitaminas o medicinas. Sus ventajas respecto al vidrio son básicamente su menor precio y su gran versatilidad de formas.

El plástico se moldea para que la botella adquiriera la forma necesaria para la función a que se destina. Algunas incorporan a sus laterales para facilitar el vertido del líquido. Otras mejoran su ergonomía estrechándose en su parte frontal o con rebajes laterales para poder agarrarlas con comodidad. Las botellas con anillos perimetrales o transversales mejoran su resistencia mecánica al apilamiento. Las estrechas y anchas mejoran su visibilidad en el lineal al contar una mayor superficie.

El tapón de rosca, también de plástico, es el cierre más habitual de las botellas de plástico. Su diseño puede incrementar sus funcionalidades actuando como difusor en espray, dispensador de líquido.

**FIGURA N.-1.3 PLÁSTICOS RECICLADOS**



Fuente: [www.Botella\\_de\\_plástico.htm](http://www.Botella_de_plástico.htm)

Fecha de consulta 19 de mayo del 2012

### **1.2.1.5 Ventajas del reciclado mecánico**

Desde el punto de vista técnico, se puede decir que las plantas de reciclado mecánico requieren inversiones moderadas en cambio las del reciclaje químico requieren inversiones mayores.

El proceso de reciclado mecánico del PET no conlleva contaminación del medio ambiente, con el tratamiento de los efluentes líquidos del proceso se llega a controlar el proceso. El reciclado mecánico de PET genera un producto de mayor valor agregado y es materia prima para la producción de productos de uso final, generando fuentes de trabajo en toda la cadena de reciclado

Una de las razones fundamentales para la selección del reciclado mecánico, como alternativa viable para la recuperación de este material, es que existe mercado para el material molido y limpio de este material, como insumo o materia prima para producir otros artículos de uso final. Los mercados asiáticos actualmente compran todo lo que se produzca de este material.

### **FIGURA N.-1.4 MATERIAL COMPACTADO**



Fuente: [www.Botella\\_de\\_plástico.htm](http://www.Botella_de_plástico.htm)

Fecha de consulta 19 de mayo del 2012

### **1.2.1.6 Reciclaje de papel**

Reciclaje de papel es el proceso de recuperación de papel ya utilizado para transformarlo en nuevos productos de papel. Existen tres categorías de papel que pueden utilizarse como materia prima para papel reciclado: molido, desechos de pre-consumo y desecho de post-consumo.

El papel molido son recortes y trozos provenientes de la manufactura del papel, y se reciclan internamente en una fábrica de papel. Los desechos pre-consumo son materiales que ya han pasado por la fábrica de papel, y que han sido rechazados antes de estar preparados para el consumo. Los desechos post-consumo son materiales de papel ya utilizados que el consumidor rechaza, tales como viejas revistas o periódicos, material de oficina, guías telefónicas, etc. El papel que se considera adecuado para el reciclaje es denominado "desecho de papel".

#### **1.2.1.7 Proceso actual de reciclaje**

El papel se recicla reduciéndolo a pasta de papel y combinándolo con nueva pasta procedente de la madera. Dado que el proceso de reciclaje provoca la ruptura de las fibras, cada vez que se recicla papel la calidad del mismo disminuye, lo que quiere decir que se deben añadir un elevado porcentaje de nuevas fibras, o será sinónimo de productos de menor calidad. Cualquier escrito o coloración del papel se debe primero retirar mediante decoloración.

Casi cualquier tipo de papel se puede reciclar hoy en día, aunque algunos resultan más difíciles de tratar que otros. Los papeles cubiertos con plástico o aluminio, y los papeles encerados, pegados o engomados normalmente no se reciclan por el elevado coste del proceso.

En ocasiones, las plantas de reciclaje piden que se retiren los brillos de los periódicos, dado que son de un tipo de papel diferente. Tienen un recubrimiento de arcilla que algunas fábricas no pueden trabajar. La mayoría de la arcilla se retira de la pasta reciclada como lodos.

#### **1.2.1.8 Pasos para el tratamiento del papel.**

- **Plastificación:** Se le añaden disolventes químicos específicos a las fibras de papel y se separan.
- **Criba:** Que retira todo lo que no son fibras de papel.

- Centrifugación: Los materiales se separan por su densidad, quedando en diferentes estratos el papel y los lodos.
- Flotación (eliminación de la tinta): Se añaden burbujas de aire para que la tinta se separe de los lodos.
- Blanqueamiento, generalmente con peróxido de hidrógeno o hiposulfito de sodio.

### **1.2.1.9 Razones para reciclar**

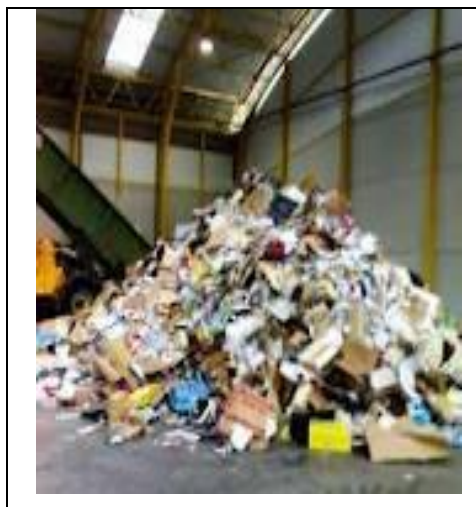
La industria del papel pone un efecto en el medio ambiente, tanto con las actividades previas (donde se adquieren y procesan las materias primas), como en las posteriores (impacto de eliminación de residuos). Como indica en la fuente: “<http://www.manueljodar.com/pua/pua3.htm>” El reciclaje del papel reduce este impacto. Actualmente, el 90% de la pasta de papel está fabricada con madera. La producción de papel representa aproximadamente un 35% de árboles talados, suponiendo el 1,2% del volumen de producción mundial total.

Reciclar una tonelada de papel de periódico ahorra aproximadamente una tonelada de madera, mientras que reciclando una tonelada de papel impreso o de copias se ahorra algo más de dos toneladas de madera. Esto se debe a que la fabricación de pasta requiere el doble de madera para retirar la lignina y producir fibras de mayor calidad que con los procesos mecánicos de fabricación. La relación entre las toneladas de papel reciclado y el número de árboles salvados no es banal, dado que el tamaño de los árboles varía enormemente y es el factor principal en la cantidad de papel que se puede obtener de un determinado número de ellos.

A modo de resumen, algunas razones para reciclar papel son el ahorro de:

- **17** árboles adultos.
- **2,5** metros cúbicos de desperdicios.
- **27.000** litros de agua.
- **1440** litros de aceite.
- **4100** kilovatios-hora (14.700 mega julios) de energía.
- **27** kilogramos de contaminantes.

FIGURA N.- 1.5 MATERIAL RECICLADO



Fuente: “<http://www.manueljodar.com/pua/pua3.htm>”

### **1.2.2 Generación de Desechos Sólidos en el CEYPSA**

En la Universidad se genera diariamente cerca de 140kg y alrededor de 4.2 toneladas al mes de desechos orgánicos según la información realizado por el proyecto de la planta recicladora del CEYPSA.

La generación de desechos sólidos es un proceso que no se detiene más bien se incrementa día a día, provocando graves problemas ecológicos, ya que en los lugares donde se deposita la basura son focos permanentes de contaminación, que afectan al suelo, la vegetación y la fauna, contaminan el aire, el agua y en general, atentando a la vida en ser humano y el medio ambiente.

El impacto ambiental sobre el ambiente educativo que ocasionan las montañas de basura que se acumulan en los vertederos es cada vez más grave, pues el volumen de los residuos continúa creciendo sin que se tome medidas para reducir su generación.

El incremento de la población del estudiantado y el personal que trabaja en el CEYPSA, por supuesto, lo que significa también que aumenta significativamente la cantidad de basura que genera a diario las personas que acuden a CEYPSA, y

lo que es peor, se multiplica los graves problemas que ocasiona el proceso incorrecto de los desechos sólidos.

Las razones para reciclar por los distintos problemas son:

El costo de recogida y eliminación de una tonelada de basura es de entre 50 a 60 dólares. De esto se puede reciclar del 60 al 70%, con lo cual no solo resolverá el problema de contaminación, sino hasta que pudiera generar un empleo directo, que puede ser sostenido de la venta del productor reciclado que aproximadamente tiene un costo de 0.05 centavos por kilogramo reciclado como un promedio al reciclar plástico, papel, vidrio, etc.

### **1.3 Conceptos Básicos de Potencia Hidráulica**

En la bibliografía de “McGraw-Hill. Oleohidraulica. Nicolás Serrano Editorial. Año 2004” dice que para entender la operación de los sistemas hidráulicos, es necesario conocer su principio bajo el cual se logra la transmisión de potencia por medio de un fluido, así como también las propiedades y características que rigen el comportamiento de los fluidos. El área encargada de estudiar las leyes del comportamiento de los fluidos en equilibrio (hidrostática) y en movimiento (hidrodinámica) es la mecánica de fluidos, también conocida como hidromecánica.

#### **1.3.1 Hidráulica**

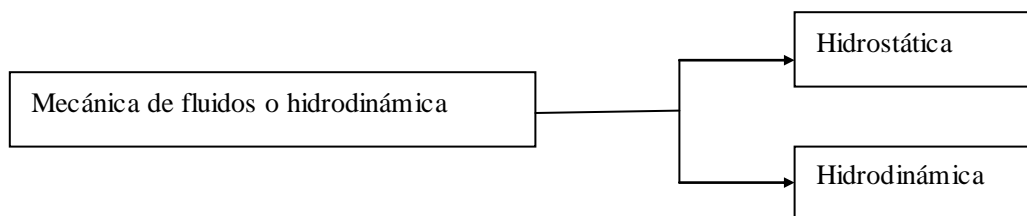
El sector de potencia hidráulica se denominaba “Oleohidráulica y Neumática”. Esto no solo fue corregido por la norma DIN, sino que también el comercio y la industria han adoptado la denominación “técnica de fluidos”. Cuando hace muchos años apareció la denominación de “Oleohidráulica” la industria de aceites minerales la recibió con gran interés, porque consideraba que este sector se ocuparía de los problemas de los oleoductos, dado que la hidráulica era la teoría y la ciencia de las leyes de flujo.



En realidad este sector se ocupaba de la transmisión de energía y, estando el fluido en reposo, sólo de la transmisión de presión. Donde, por ejemplo, un caudal generado por una bomba puede producirse, y en la mayoría de los casos se producirá, cuando un cilindro y un motor hidráulico debe realizar su tarea, de modo que también hay que considerar las leyes del flujo. Entre los fluidos se encuentran los líquidos, vapores y gases, es decir, también el aire como mezcla de gases. La técnica de fluidos se ocupa de las características mecánicas de los fluidos, en los líquidos es la “hidromecánica” y en el aire la “aeromecánica”.

### 1.3.2 Hidromecánica

En el “Manual de Hidráulica Industrial” manifiesta que la parte hidráulica de la técnica de fluidos aprovechan las leyes de la hidromecánica. Aquí se transmite presión o energía o solamente señales en forma de presión y valen las leyes de la hidrostática (mecánica de líquidos en reposo) y de la hidrodinámica (mecánica de líquidos en movimiento).



### 1.3.3 Electrohidráulica

En la bibliografía citada” JOSÉ ROLDAN VILORIA, Prontuario de hidráulica industrial electricidad aplicada, paraninfo C/ Magallanes, 25-28015 Madrid” indica que la electrohidráulica, la energía eléctrica e hidráulica como elemento para la generación y transmisión de las señales que se ubica en los sistemas de mando.

Los diferentes elementos que están constituidos básicamente para la manipulación y acondicionamiento de las señales de voltaje y corriente que deberán ser

trasmitidas a dispositivos de conversión de energía eléctrica a mecánica para lograr la activación de los actuadores hidráulicos.

### **1.3.4 Propiedades de los Fluidos.**

En la bibliografía a continuación” McGraw-Hill. Oleohidraulica. Nicolás Serrano Editorial. Año 2004”. Dice que los Fluidos es aquella sustancia que, debido a su poca cohesión intermolecular, carece de forma propia y adopta la forma del recipiente que lo contiene. Los fluidos se clasifican en líquidos y gases. Los líquidos a una presión y temperatura determinadas ocupan un volumen determinado. Introducido el líquido en un recipiente adopta la forma del mismo, pero llenando sólo el volumen que le corresponde. Si sobre el líquido reina una presión uniforme, por ejemplo, la atmosférica, el líquido adopta una superficie plana, como la superficie de un lago o la de un cubo de agua.

Los gases a una presión y temperatura determinada tienen también un volumen determinado, pero puestos en libertad se expansionan hasta ocupar el volumen completo del recipiente que lo contiene, y no presentan superficie libre.

En resumen: los sólidos ofrecen gran resistencia al cambio de forma y volumen; los líquidos ofrecen gran resistencia al cambio de volumen, pero no de forma; y los gases ofrecen poca resistencia al cambio de forma y de volumen.

Por tanto, el comportamiento de líquidos y gases es análogo en conductos cerrados (tuberías); pero no en conductos abiertos (canales), porque sólo los líquidos son capaces de crear una superficie libre. En general los sólidos y los líquidos son poco compresibles y los gases muy compresibles, pero ningún cuerpo (sólido, líquido o gaseoso) es estrictamente incompresible. Sin embargo, aunque el fluido incompresible no existe en la realidad: Hay innumerables problemas que se resuelven aceptablemente en ingeniería, suponiendo que el flujo es incompresible. Todos los líquidos pertenecen a la primera clase. Los gases generalmente a la segunda; pero en los gases también, si las variaciones de presión que entran en juego son pequeñas, por

ejemplo inferiores a 100 m bar, el gas puede considerarse también como incompresible: así un ventilador, que comprime aire a 10 m bar sobre la presión atmosférica, es una máquina que se estudia en la mecánica de fluidos incompresibles. Por el contrario un compresor, que comprime aire a 7 bares por encima de la presión atmosférica, es una máquina térmica.

#### 1.3.4.1 Densidad Específica ó Absoluta.

La densidad es la masa por unidad de volumen,

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (\text{ecuación 1})$$

$\rho$  = Densidad absoluta (Kg / m<sup>3</sup>).

m = Masa (kg).

V = Volumen (m<sup>3</sup>).

En el “Manual de Hidráulica Industrial Vickers” indica que la densidad absoluta es función de la temperatura y de la presión. La variación de la densidad absoluta de los líquidos es muy pequeña, salvo a muy altas presiones y para todos los cálculos prácticos esta pequeña variación puede despreciarse.

La densidad del agua destilada a la presión atmosférica de 4° C es máxima e igual aproximadamente a: “Manual de Hidráulica Industrial Vickers”

$$\rho = 1,000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \quad (\text{ecuación 2})$$

#### 1.3.4.2 Peso Específico.

Peso específico es el peso por unidad de volumen,

$$\lambda = \frac{W}{V} \quad (\text{ecuación 3})$$

Donde:

$\lambda$  = Peso específico, en (N /m<sup>3</sup>).

W = Peso, en (N).

V = Volumen, en (m<sup>3</sup>).

El peso específico es función de la temperatura y de la presión aunque en los líquidos no varía prácticamente con esta última. Factor de conversión del ST al SI y viceversa:

$$9.81 \frac{\text{N}}{\text{m}^3} = 1 \frac{\text{kP}}{\text{m}^3} \quad (\text{ecuación 4})$$

Como  $W = m * g$  se deduce que:

$$\lambda = \rho * g \quad (\text{ecuación 5})$$

#### 1.3.4.3 Densidad relativa.

Densidad relativa es la relación entre la densidad absoluta de un líquido a cierta temperatura y la densidad del agua a la misma temperatura. La densidad absoluta es función de la temperatura y de la presión, por lo tanto la densidad relativa es adimensional.

$$\delta = \frac{\rho}{\rho_{\text{H}_2\text{O}}} \quad (\text{ecuación 6})$$

Donde:

$\delta$  = Densidad relativa del líquido.

$\rho$  = Densidad absoluta del líquido, en (Kg / m<sup>3</sup>).

$\rho_{\text{H}_2\text{O}}$  = Densidad absoluta del agua, en (Kg / m<sup>3</sup>).

#### 1.3.4.4 Volumen Específico.

En el sistema internacional (SI), el volumen específico es el recíproco de la densidad absoluta, o sea el volumen que ocupa 1 Kg. de masa de la sustancia:

$$v = \frac{1}{\rho} \quad (\text{ecuación 7})$$

Donde:

$v$  = Volumen específico, en ( $m^3 / Kg$ ).

$\rho$  = Densidad absoluta del líquido, en ( $Kg / m^3$ ).

El volumen específico, como todas las magnitudes físicas (energía interna, entalpía, etc., en termodinámica), se han de referir en el SI, que es un sistema másico, a la unidad de masa, el kg. “Manual de Hidráulica Industrial Vickers”.

### **1.3.5 Hidrodinámica.**

La hidrodinámica es la teoría de las leyes del movimiento de los líquidos y de las fuerzas efectivas en cada caso. Con las leyes de la hidrodinámica se pueden explicar las pérdidas de energía que ocurren en la hidráulica.

#### **1.3.5.1 Definición de Caudal.**

Caudal  $Q$  es el volumen de fluido por unidad de tiempo que pasa a través de una sección transversal a la corriente. Así, por ejemplo, en una tubería de agua los litros por hora que circulan a través de un plano transversal a la tubería. A través de un tubo, las diferentes secciones transversales fluyen en igual tiempo volúmenes iguales. Esto significa que la velocidad de flujo del líquido debe aumentar en el punto en donde se reduce el área transversal.

Es decir, según la definición anterior, el caudal  $Q$  es el cociente del volumen del líquido  $V$  y del tiempo  $t$ .

$$Q = \frac{V}{t} \quad (\text{ecuación 8})$$

El volumen  $V$  también es igual al producto de la superficie  $A$  por la longitud  $S$ .

$$V = A * S \quad (\text{ecuación 9})$$

Si se introduce  $A$ ,  $S$  en lugar de  $V$ , entonces se obtiene para  $Q$ .

$$Q = \frac{A * s}{t} \quad (\text{ecuación 10})$$

El cociente del desplazamiento S y del tiempo t es la velocidad v.

$$v = \frac{S}{t} \quad (\text{ecuación 11})$$

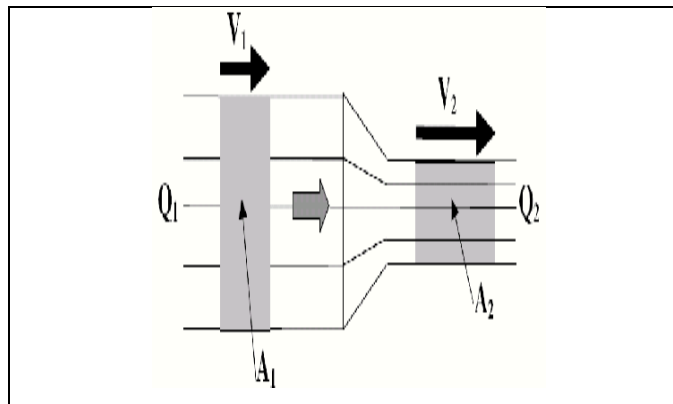
Por lo tanto, el caudal Q corresponde también al producto entre la superficie de la sección transversal del tubo A y la velocidad del líquido v.

$$Q = A * v$$

### 1.3.5.2 Ecuación de Continuidad.

Como indica en la bibliografía de “McGraw-Hill. Oleohidráulica. Nicolás Serrano Editorial. Año 2004”. Que el caudal Q en m<sup>3</sup>/min es igual en todo el tubo. Si el tubo tuviera las secciones transversales A<sub>1</sub> y A<sub>2</sub>, en dichas secciones transversales se deberá instalar una propia velocidad.

FIGURA N.- 1.6 ECUACIÓN DE CONTINUIDAD.



Fuente: MC GRAN \_ HILL, Mecánica de fluido e hidráulica

De la figura 1.6 tenemos que:

$$Q_1 = Q_2 \quad (\text{ecuación 12})$$

$$A_1 * v_1 = A_2 * v_2$$

De aquí surge la ecuación de continuidad.

$$Q = A * v = Cte \quad (\text{ecuación 13})$$

Donde:

$Q$  = Caudal volumétrico, en ( $m^3/s$ ).

$A$  = Área de una sección transversal del tubo, en ( $m^2$ ).

$v$  = Velocidad de flujo del líquido dentro del tubo, en ( $m/s$ ).

## **1.3.6 Máquinas Hidráulicas.**

### **1.3.6.1 Máquinas Hidráulicas de Desplazamiento Positivo.**

En las máquinas de desplazamiento positivo, también llamadas máquinas volumétricas, el órgano intercambiador de energía cede energía al fluido o el fluido a él en forma de energía de presión creada por la variación de volumen. Los cambios en la dirección y valor absoluto de la velocidad del fluido no juegan papel esencial alguno.

Esta clase de máquinas, además del grupo importante de las bombas de émbolo, comprende el grupo compuesto por los cilindros hidráulicos y neumáticos y las bombas y motores rotativos, grupo muy numeroso y variadísimo, que constituye hoy día en los países más desarrollados una industria floreciente, la cual encuentra cada día nuevas aplicaciones en el campo de las transmisiones y controles hidráulicos y neumáticos y en el automatismo.

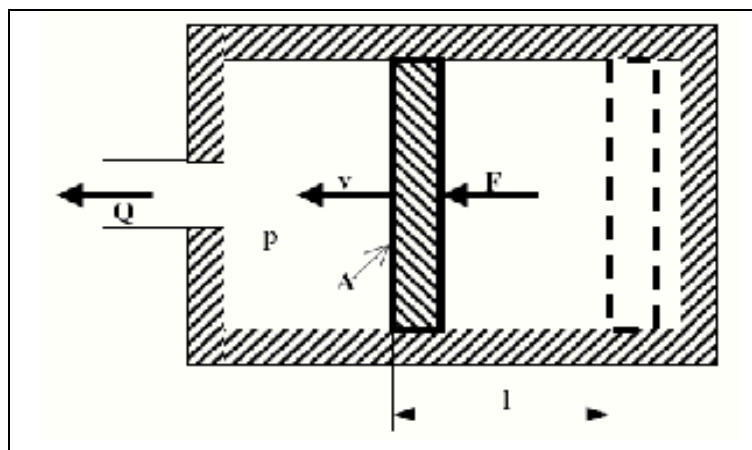
Este campo de las transmisiones y controles es un dominio casi exclusivo de las máquinas de desplazamiento positivo.

### **1.3.6.2 Principio del Desplazamiento Positivo.**

En la bibliografía citada “ROYO, E. Carnicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos. Segunda Edición. Editorial PARANINFO. España, 2000” indica que el funcionamiento de las máquinas de desplazamiento positivo se basa en el principio del desplazamiento positivo. En el interior del cilindro de la figura 11, en que se mueve un émbolo con movimiento uniforme y velocidad  $v$  hay un fluido a la presión  $p$ .

Al disminuir el volumen a la izquierda del émbolo el fluido se verá obligado a salir sea cual fuere la presión, siempre que la fuerza  $F$  sea suficientemente grande y las paredes del cilindro suficientemente robustas.

FIGURA N.- 1.7 PRINCIPIO DEL DESPLAZAMIENTO POSITIVO



Fuente: ROYO, E. Carnicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos .

Si tenemos que el cilindro como el émbolo es rígido o indeformable y que el fluido es incompresible. El movimiento del émbolo se debe a la fuerza aplicada  $F$ . El émbolo al moverse desplaza al fluido a través del orificio de la figura. Si el émbolo recorre un espacio  $l$  hacia la izquierda el volumen ocupado por el líquido se reducirá en un valor igual a  $A \cdot l$  (donde  $A$  – área transversal del émbolo). Como el fluido es incompresible el volumen de fluido que sale por el orificio será también  $A \cdot l$  el tiempo  $t$  empleado en recorrer la distancia  $l$  es:

$$t = \frac{l}{v} \quad (\text{ecuación 14})$$

El caudal  $Q$ , o volumen desplazado en la unidad de tiempo, será:

$$Q = \frac{A \cdot l}{t} = A \cdot v \quad (\text{ecuación 15})$$

Si no hay rozamiento la potencia comunicada al fluido será:  $P = F \cdot v$

Pero  $F = p \cdot A$ ;



Luego:  $P = F \cdot v = p \cdot A \cdot v = Q \cdot p$

Es evidente que el esquema de la figura anterior puede funcionar como bomba o como motor, es decir, la máquina puede absorber potencia mecánica,  $F \cdot v$  y restituir potencia hidráulica  $Q \cdot p$  (bomba) o viceversa.

Tanto en un caso como en otro queda en evidencia que: El principio de desplazamiento positivo consiste en el movimiento de un fluido causado por la disminución del volumen de una cámara.

Por tanto, en una máquina de desplazamiento positivo, el órgano intercambiador de energía no tiene necesariamente movimiento alternativo (émbolo), sino que puede tener movimiento rotativo (rotor).

Sin embargo, en las máquinas de desplazamiento positivo tanto alternativas como rotativas, siempre hay una cámara que aumenta de volumen (succión en una bomba) y disminuye de volumen (impulsión).

Por eso estas máquinas se llaman también máquinas volumétricas. Además, si el órgano transmisor de energía tiene movimiento rotativo, la máquina se llama roto estática.

### **1.3.6.3 Clasificación de las Máquinas de Desplazamiento Positivo**

El órgano principal de las máquinas de desplazamiento positivo, que designamos con el nombre genérico de desplazador, tiene la misión de intercambiar energía con el líquido, lo que implica un desplazamiento del mismo.

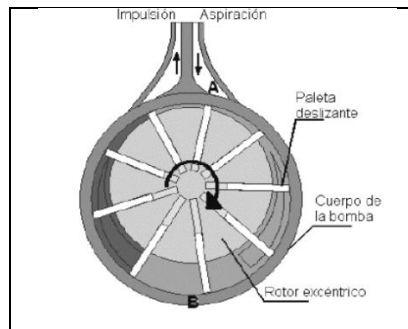
Este órgano admite infinidad de diseños, y el campo abierto a la imaginación del ingeniero proyectista es tan grande que constantemente aparecen en el mercado nuevas formas constructivas. Sin embargo, es fácil clasificar estos diseños atendiendo a dos criterios distintos:

**Primer criterio:** Según el tipo de movimiento del desplazado las máquinas de desplazamiento positivo se clasifican en:

#### 1.3.6.4 Máquinas alternativas y Máquinas rotativas.

El principio de desplazamiento positivo en las máquinas alternativas se explica por medio de un pistón confinado en una cámara cerrada, el cual se ilustró en la figura anterior. La figura 1.8, demuestra que el mismo principio se puede realizar en una máquina rotativa. La figura representa una bomba de paletas deslizantes.

FIGURA N.- 1.8 MAQUINAS DE DESLAZAMIENTO POSITIVO



Fuente: ROYO, E. Carnicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos

En la siguiente bibliografía de “ROYO, E. Carnicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos. Segunda Edición. Editorial PARANINFO. España, 2000” dice que al girar el rotor excéntrico con relación a la carcasa en sentido de las agujas del reloj de A B aumenta el volumen, se crea una succión y entra el líquido por el conducto y la lumbrera de admisión; de B a A el volumen entre el rotor y la carcasa disminuye y el líquido es impulsado por la lumbrera y el conducto de salida: El principio de funcionamiento de esta máquina es, pues, el mismo que el de una bomba de émbolo: un volumen que aumenta y realiza la succión y luego disminuye realizando la impulsión: de nuevo el principio de desplazamiento positivo.

**Segundo criterio:** Según la variabilidad del desplazamiento se clasifican en:

- Máquinas de desplazamiento fijo
- Máquinas de desplazamiento variable.

La variación del desplazamiento en una máquina alternativa es fácil: basta variar la carrera del émbolo. En algunas máquinas rotativas también es fácil. Por ejemplo, en la figura anterior, para variar el desplazamiento basta variar la excentricidad del rotor.

Desplazamiento,  $D$ , es el volumen desplazado en una revolución. Por tanto el caudal,  $Q$ , en las máquinas de desplazamiento positivo será:

$$Q = D * n \quad (\text{ecuación 16})$$

En muchas aplicaciones interesa variar el caudal, según la ecuación anterior esto puede lograrse variando  $n$ ; pero no es recomendable y se usa poco. Lo más ordinario es variar  $D$ , como se acaba de explicar.

## **1.4 Elementos Empleados en los Circuitos Hidráulica.**

En la bibliografía de “ROYO, E. Carnicer. Oleohidráulica Conceptos Básicos. Segunda Edición. Editorial PARANINFO. España, 2000” indica que un sistema de potencia hidráulica debe ser capaz de transmitir la potencia en una forma segura, práctica y económica, para lograr estos objetivos se hace necesaria la utilización de diversos elementos que permitan operar al sistema de esta forma teniendo un balance adecuado entre el principio de operación de estos elementos, su seguridad y sobre todo el costo que representa para alguna aplicación en particular. En este capítulo se presentan las características de algunos de los elementos empleados en los circuitos de potencia hidráulica, así como la clasificación de estos.

### **1.4.1 Bombas Hidráulicas.**

Las exigencias impuestas a una bomba hidráulica se pueden resumir en una sola frase: Las bombas hidráulicas deben convertir energía mecánica (par de giro, velocidad de rotación) en energía hidráulica (caudal, presión).

Naturalmente, en la práctica las exigencias son mucho más diferenciadas. Al

seleccionar bombas hidráulicas deberán tenerse en cuenta los siguientes puntos: el medio de servicio, el rango de presión exigido, el rango de velocidad de rotación esperado, la temperatura máxima y mínima de servicio, la viscosidad más alta y la más baja, la situación de montaje (entubado), el tipo de accionamiento (acoplamiento), la vida útil esperada, el máximo nivel de ruido, la facilidad de servicio y el precio máximo.

La bomba es probablemente el elemento más importante y menos comprendido en un sistema hidráulico. Las bombas son hechas en diferentes tamaños y formas, con distintos propósitos. Sin embargo, todas las bombas se pueden clasificar en dos categorías: hidrodinámicas e hidrostáticas. Las bombas hidrodinámicas, o bombas de desplazamiento no-positivo, de tipo centrífugas y de turbina, se usan principalmente en el transporte de fluidos en donde sólo se tiene que vencer la resistencia creada por el peso del fluido, la fricción de este debido a su viscosidad y la fricción con las tuberías y accesorios.

La capacidad de flujo de una bomba se puede expresar como su desplazamiento por revolución o por su caudal de salida en GPM. El desplazamiento es el volumen de líquido transportado en una revolución. Es igual al volumen de una cámara de la bomba multiplicado por el número de cámaras que pasan por la salida en una revolución. Se expresa en pulgadas cúbicas por revolución.

#### **1.4.1.1 Bombas hidráulicas de engranajes.**

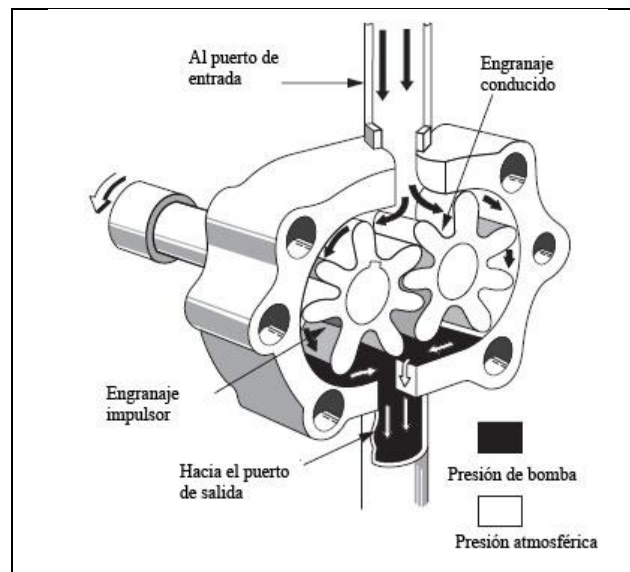
Existen varios tipos de bombas de engranajes, las principales son las de engranaje interiores, múltiples y exteriores.

##### **a.- Bombas hidráulicas de engranajes exteriores.**

Son utilizadas en caudales grandes, pero con presiones bajas. El funcionamiento es muy simple y similar a la bomba de tornillos. Uno de los engranajes hace de conductor y mueve al otro engranaje (secundario). El engranaje conductor es el que recibe la fuerza motriz de un eje conectado

mecánicamente con un motor eléctrico, en su giro arrastra al engranaje secundario o conducido. Los giros de los engranajes son opuestos, como se puede deducir. Las cámaras de bombeo están formadas entre los engranajes y la carcasa. El fluido circula a través de los dientes de los engranajes. Su rendimiento alcanza el 90%.

FIGURA N.- 1.9 SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO DE UNA BOMBAS HIDRÁULICAS DE ENGRANAJES EXTERIORES.



Fuente: [www.sapiensman.com](http://www.sapiensman.com)

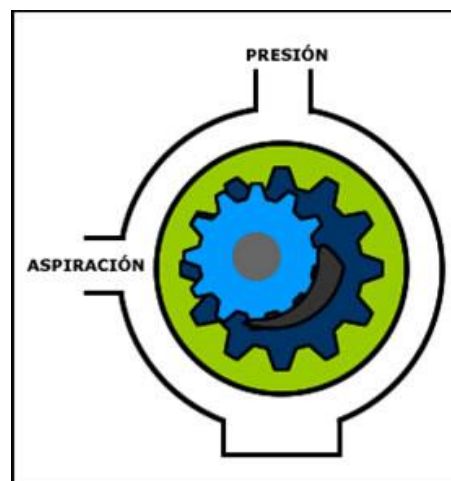
#### **b.- Bombas hidráulicas de engranajes múltiples.**

Pueden tener varias salidas, independientes entre sí. Las bombas de engranajes múltiples, son en realidad dos bombas de engranajes exteriores combinadas entre sí. La combinación o adaptación se realiza de la siguiente manera, el engranaje secundario de la primera bomba está unido al engranaje conductor de la segunda bomba mediante un eje giratorio, de tal forma que el eje conectado al motor eléctrico continúa siendo el engranaje conductor de la primera bomba, es decir, no es necesario usar otro motor o sistema para mover la segunda bomba. La bomba conectada con el motor eléctrico siempre es considerada la principal y es la que tiene que soportar más suministro de caudal, nunca puede ser al revés. Las dos bombas pueden tener zonas de aspiración diferentes, es decir, recibir el fluido de depósitos distintos.

### c.- Bombas hidráulicas de engranajes internos.

Tienen un rendimiento del 98%, siempre que la bomba este en perfectas condiciones y sea nueva. Como se puede observar en el dibujo, la bomba consta de dos engranajes, una más grande que el otro. Al engranaje grande lo llamamos de interior y al pequeño de exterior. Gracias al engranaje interior los niveles de pulsaciones y de ruido son extremadamente bajos, lo que repercute positivamente en los tubos o circuito hidráulico. El engranaje interior es el que arrastra al engranaje exterior, en el mismo sentido. Como siempre, son los dientes de los engranajes los que mueven el fluido, es decir, el engranaje interior aspira, y el engranaje exterior impulsa.

FIGURA N.- 1.10 SISTEMA DE FUNCIONAMIENTO DE UNA BOMBAS HIDRÁULICAS DE ENGRANAJES INTERNOS.



Fuente; [www.sitioniche.nichese.com](http://www.sitioniche.nichese.com)

## 1.4.2 Motores

### 1.4.2.1 Motores eléctricos.

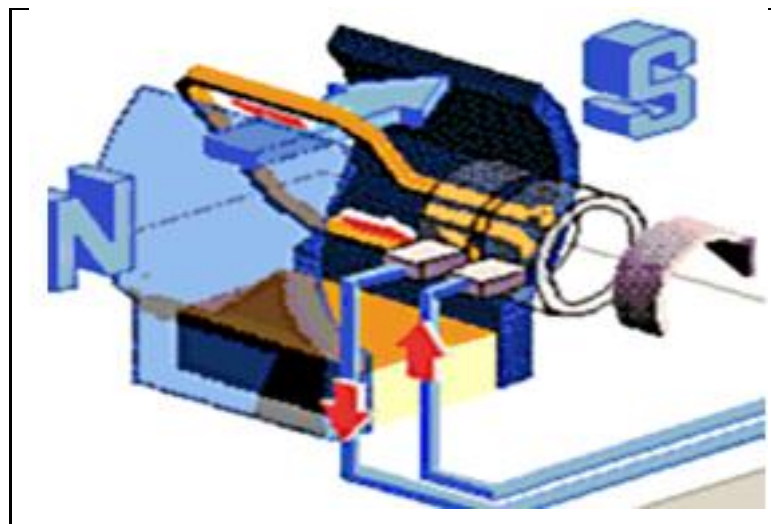
En la bibliografía de “ROYO, E. Carnicer. Oleohidráulica Conceptos Básicos. Segunda Edición. Editorial PARANINFO. España, 2000”. dice que un motor es una máquina motriz, esto es un aparato que convierte una forma cualquiera de energía, en energía mecánica de rotación o par. El motor eléctrico, que

convierte la electricidad en fuerzas de giro por medio de la acción mutua de los campos magnéticos.

#### 1.4.2.2 Motores de corriente alterna

En algunos casos, tales como barcos, donde la fuente principal de energía es de c-c o donde se desea un gran margen de variación de velocidad, pueden emplearse motores de c-c. Sin embargo, la mayoría de los motores modernos trabajan con fuentes de c-a. A pesar de que hay una gran variedad de motores de c-a, solamente se analizará aquí el motor tipo jaula de ardilla, como se muestra en la figura 1.11.

FIGURA N°1.11, ESTRUCTURA DE UN MOTOR DE INDUCCIÓN.



Fuente: [www.monogragias.com/trabajos23/motores-alterna.shtml](http://www.monogragias.com/trabajos23/motores-alterna.shtml).

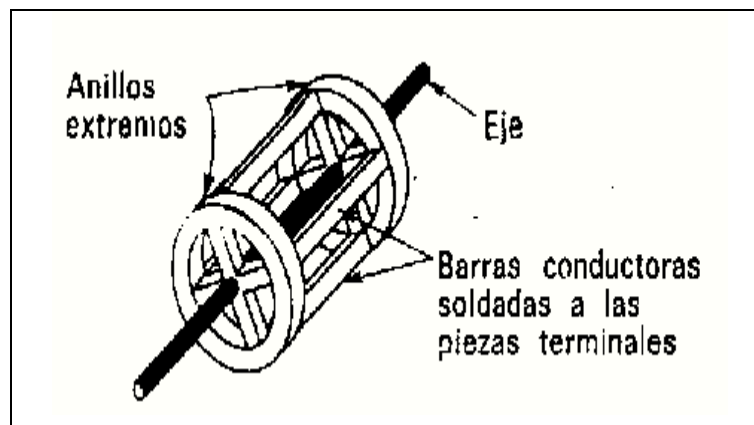
Fecha de consulta: 27 de mayo 2010

#### 1.4.2.3 Motores de jaula de ardilla.

La mayor parte de los motores, que funcionan con c-a de una sola fase, tienen el rotor de tipo jaula de ardilla. Un esquema simplificado del mismo se ve a continuación.

Los rotores de jaula de ardilla reales son mucho más compactos que el de la figura 1.12 tiene un núcleo de hierro laminado.

FIGURA N.- 1.12 MOTOR JAULA DE ARDILLA



Fuente: [WWW.monografias.com/trabajos23/motores-alterna.shtml](http://WWW.monografias.com/trabajos23/motores-alterna.shtml).

Fecha de consulta: 27 de mayo 2010

Los conductores longitudinales de la jaula de ardilla son de cobre y van soldados a las piezas terminales de metal. Cada conductor forma una espira con el conductor opuesto conectado por las dos piezas circulares de los extremos.

Cuando este rotor está entre dos polos de campo electromagnéticos que han sido magnetizados por una corriente alterna, se induce una Fem. En las espiras de la jaula de ardilla, una corriente muy grande las recorre y se produce un fuerte campo que contrarresta al que ha producido la corriente (ley de Lenz).

Aunque el rotor pueda contrarrestar el campo de los polos estacionarios, no hay razón para que se mueva en una dirección u otra y así permanece parado. Es similar al motor síncrono el cual tampoco se arranca solo. Lo que se necesita es un campo rotatorio en lugar de un campo alterno.

Cuando el campo se produce para que tenga un efecto rotatorio, el motor se llama de tipo de jaula de ardilla. Un motor de fase partida utiliza polos de campo adicionales que están alimentados por corrientes en distinta fase, lo que permite a los dos juegos de polos tener máximos de corriente y de campos magnéticos con muy poca diferencia de tiempo. Los arrollamientos de los polos de campo de fases distintas, se deberían alimentar por c-a bifásicas y producir un campo magnético rotatorio, pero cuando se trabaja con una sola fase, la segunda se consigue



normalmente conectando un condensador (o resistencia) en serie con los arrollamientos de fases distintas.

Con ello se puede desplazar la fase en más de  $20^\circ$  y producir un campo magnético máximo en el devanado desfasado que se adelanta sobre el campo magnético del devanado principal. Desplazamiento real del máximo de intensidad del campo magnético desde un polo al siguiente, atrae al rotor de jaula de ardilla con sus corrientes y campos inducidos, haciéndole girar. Esto hace que el motor arranque por sí mismo.

El devanado de fase partida puede quedar en el circuito o puede ser desconectado por medio de un conmutador centrífugo que le desconecta cuando el motor alcanza una velocidad predeterminada. Una vez que el motor arranca, funciona mejor sin el devanado de fase partida. De hecho, el rotor de un motor de inducción de fase partida siempre se desliza produciendo un pequeño porcentaje de reducción de la que sería la velocidad de sincronismo.

Si la velocidad de sincronismo fuera 1.800 rpm, el rotor de jaula de ardilla, con una cierta carga, podría girar a 1.750 rpm. Cuanto más grande sea la carga en el motor, más se desliza el rotor. En condiciones óptimas de funcionamiento un motor de fase partida con los polos en fase desconectados, puede funcionar con un rendimiento aproximado del 75 por 100.

Mientras la corriente en la bobina de campo está en la parte creciente de la alternancia, el campo magnético aumenta e induce una Fem. Y una corriente en el anillo de cobre. Esto produce un campo magnético alrededor del anillo que contrarresta el magnetismo en la parte del polo donde se halla él.

### **1.4.3 Cilindros Hidráulicos**

En la bibliografía de “ROYO, E. Carnicer. Oleohidráulica Conceptos Básicos. Segunda Edición. Editorial PARANINFO. España, 2000”. Los Cilindros

Hidráulicos son actuadores mecánicos que aprovechan la energía de un Circuito o Instalación hidráulica de forma mecánica. Los Cilindros Hidráulicos son posiblemente la forma más habitual de uso de energía en instalaciones hidráulicas.

A diferencia del motor hidráulico, el cual realiza movimiento (rotatorios) giratorios, el cilindro hidráulico tiene la función de realizar movimientos de traslación (lineales) y, simultáneamente, transmitir fuerzas. La fuerza máxima posible del cilindro  $F$  depende, despreciando la fricción, de la presión de servicio máxima admisible  $p$  y de la superficie efectiva  $A$ ;

$$F = p \cdot A \quad (\text{ecuación 17})$$

Para el accionamiento con cilindros hidráulicos en movimiento lineales de máquinas de trabajo se obtienen las siguientes ventajas:

- El accionamiento directo con cilindros hidráulicos es sencillo en su montaje y fácilmente ubicable para el constructor de máquinas.
- Al no haber conversión de movimiento rotatorio en movimiento lineal, el accionamiento del cilindro posee buen rendimiento.
- La fuerza del cilindro permanece constante desde el comienzo hasta el final de la carrera.
- La velocidad del pistón, que depende del caudal introducido y de la superficie, permanece constante a lo largo de toda la longitud de carrera.
- De acuerdo con el tipo constructivo, un cilindro puede producir fuerzas de compresión o de tracción.
- El dimensionamiento de cilindros hidráulicos permite construir accionamientos hidráulicos de gran potencia con cotas reducidas de montaje.

Los casos de aplicación más frecuentes de cilindros hidráulicos son la elevación, el descenso, el bloqueo y el desplazamiento de cargas.

### 1.4.3.1 Elección del cilindro hidráulico.

Es importante elegir Cilindros – Actuadores Hidráulicos sobredimensionados. Este sobredimensionamiento deberá ser calculado en función de la instalación, pero suele estar entre el 20% y el 100% de la fuerza a efectuar.

### 1.4.3.2 Velocidad de un actuador

Que tan rápido se desliza el cilindro o rote el motor depende de su tamaño y el porcentaje de aceite que fluya dentro de ellos. Para relacionar el porcentaje de flujo a la velocidad, considere el volumen que debe llenarse un actuador para efectuar un deslizamiento específico.

De la ecuación de continuidad:

$$Q = v \cdot A \quad (\text{ecuación 18})$$

Sabemos que:

$$1 \text{ galon} = 321 \frac{\text{pulg}^3}{\text{lb}}$$

Para obtener la velocidad despejamos de la ecuación. Anterior:

$$v = Q \left( \frac{231}{A} \right) \quad (\text{ecuación 19})$$

Donde:

V= velocidad del vástago (pulg/min)

Q= Caudal (GPM)

A= Área efectiva de trabajo (pulg<sup>2</sup>)

### 1.4.3.3 Potencia en un sistema hidráulico.

En la bibliografía de “ROYO, E. Carnicer. Oleohidráulica Conceptos Básicos. Segunda Edición. Editorial PARANINFO. España, 2000”. Dice que el sistema hidráulico la velocidad y la distancia se indican por medio de los galones por

minuto (gpm) que fluyen y la fuerza por presión. Así tenemos que podemos expresar la potencia hidráulica así:

$$\text{Potencia} = \left(\frac{\text{galón}}{\text{min}}\right) \left(\frac{\text{libras}}{\text{pulg}^2}\right) \quad (\text{ecuación 20})$$

Para cambiar la fórmula a las unidades mecánicas podemos usar estos equivalentes:

$$\begin{aligned} 1 \text{ galón} &= 231 \text{ pulg}^3 \\ 1 \text{ pie} &= 12 \text{ pulg} \end{aligned}$$

Así tenemos que:

$$\begin{aligned} P &= \left(\frac{1 \text{ galón}}{\text{min}}\right) \left(\frac{231 \text{ pulg}^3}{1 \text{ galón}}\right) \left(\frac{\text{libras}}{\text{pulg}^2}\right) \left(\frac{1 \text{ pie}}{12 \text{ pulg}}\right) \quad (\text{ecuación 21}) \\ P &= \frac{231 \text{ lb} - \text{pie}}{\text{min}} \end{aligned}$$

Esto nos da el equivalente de la potencia mecánica del fluido de 1 galón/min a 1 psi de presión. Para expresarlo como caballos de fuerza, dividido por 33,000 lb-pie/min, tenemos:

$$\left(231 \frac{\text{lb} - \text{pie}}{\text{min}}\right) \left[\frac{1 \text{ H.P}}{33000 \frac{\text{lb} - \text{pie}}{\text{min}}}\right] = 0.000583$$

Así que, el fluido de un galón por minuto a un psi es igual a 0.000583. El total de los caballos de fuerza en cualquier condición de fluido es:

$$P = 0.000583(Q)(p)$$

Ésta fórmula de caballos de fuerza nos dicen la potencia exacta que se está usando en el sistema. Los caballos de fuerza requeridos para impulsar la bomba serán algo más altos que esto, ya que el sistema no es 100% eficiente.

Si tomamos en cuenta un porcentaje de eficiencia de 80%, esta fórmula se puede usar para calcular la potencia de entrada requerida.

$$P = 0.0007(Q)(p)$$

Donde:

P= Potencia en H.p

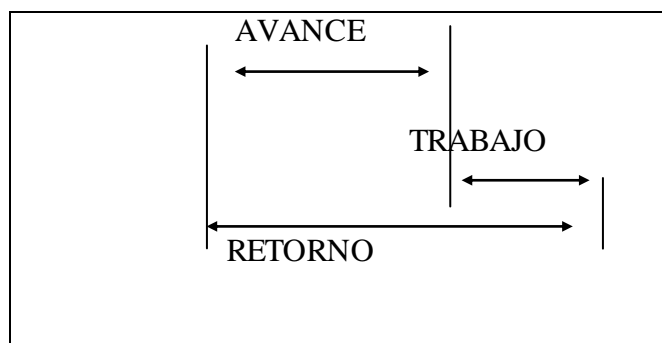
Q= Caudal en GPM

P= presión en psi

### ➤ Ciclo de trabajo de un cilindro

El ciclo de trabajo de un cilindro se puede explicar con el siguiente esquema de la figura 1.13:

FIGURA N.- 1.13 ESQUEMA REPRESENTATIVO DE LAS CARRERAS DE AVANCE, TRABAJO Y RETORNO.



Fuente: ROYO, E. Carnicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos

### ➤ La carrera inicial del cilindro se compone de tres fases:

La carrera de avance en la cual se suministra un alto caudal por parte de la bomba para que el vástago avance de manera rápida con una presión baja; esto es para que se tenga una reducción de tiempos en la carrera de salida.

La carrera de trabajo donde el material opone resistencia a que el vástago del cilindro avance y por lo tanto éste reduce el caudal de flujo del fluido, pero

aumenta la presión de salida para poder realizar el trabajo; es decir, la bomba suministra un bajo caudal pero una alta presión.

La carrera de retorno de igual manera que en la carrera de avance se suministra un alto caudal para tener un retorno rápido del vástago, con el mismo fin de reducir el tiempo de operación entre el punzonado de una pieza y otra.

➤ **Tiempo utilizado en la carrera.**

De la fórmula del movimiento rectilíneo uniforme tenemos la ecuación para calcular el tiempo:

$$t = \frac{L}{V} \quad (\text{ecuación 22})$$

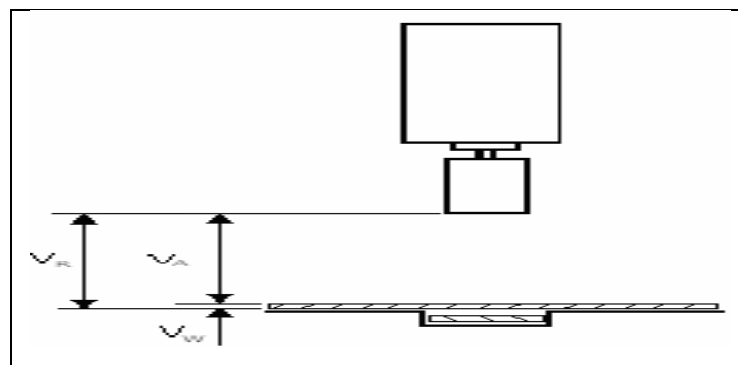
Donde:

t= Tiempo (s)

L= Longitud (pulg)

V= Velocidad (Pulg/ s).

FIGURA N.- 1.14 ESQUEMA DE LAS VELOCIDADES DE AVANCE Y DE TRABAJO EN LA PRENSA.



Fuente: ROYO, E. Carnicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos

#### 1.4.3.4 Tipos de cilindros hidráulicos.

Básicamente, los Cilindros Hidráulicos se definen por su sistema de desplazamiento en:

**Cilindros Hidráulicos de Simple Efecto.** (El movimiento de retorno del mismo se efectúa por un muelle o resorte, o en ocasiones por gravedad).

**Cilindros Hidráulicos de doble Efecto.** (Se utiliza la presión Hidráulica para el movimiento en ambos sentidos).

#### 1.4.3.5 Cilindro de simple efecto.

En la pagina citada "<http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/handle/123456789/2000>" dice que los cilindros de simple efecto solamente pueden entregar su fuerza en un sentido. El retro posicionamiento del pistón sólo se puede llevar a cabo mediante un resorte, por peso propio del pistón o por efecto de una fuerza externa.

#### 1.4.3.6 Cilindro de Doble Efecto.

En la figura 1.15 muestra unos cilindros de doble efecto poseen dos superficies de efecto opuesto, de igual o de distinto tamaño. Disponen de dos conexiones de tuberías independientes entre sí. Mediante alimentación de un medio de presión a través de las conexiones "A" ó "B" el pistón puede transmitir fuerzas de tracción o de compresión en ambos sentidos de carrera.

Este tipo de cilindro se emplea en prácticamente todos los campos de aplicación. Los cilindros de doble efecto se subdividen en cilindros diferenciales y cilindros de doble vástago.

FIGURA N°1.15 MODELO DE UN CILINDRO DE DOBLE EFECTO.



Fuente: <http://itzamna.bnct.ipn.mx:8080/dspace/handle/123456789/2000>

Fecha de consulta: 27 de mayo 2010

### **1.4.3.7 Elección de un cilindro hidráulico.**

En la siguiente pagina disponible en: [www/oleohidráulica/trasparencias/bombasHidráulica](http://www/oleohidráulica/trasparencias/bombasHidráulica).” indica que es fundamental una buena selección del Cilindro Hidráulico adecuado a su ubicación para el correcto funcionamiento de la instalación. Las características fundamentales para la elección serán:

Fuerza, donde se define la fuerza necesaria para el actuador. Es importante elegir Cilindros-Actuadores hidráulicos sobredimensionados.

Este sobre dimensionamiento deberá ser calculado en función de la instalación, pero suele estar entre el 20% y el 100% de la fuerza a efectuar. Velocidad dado que muchos cilindros forman parte de Sistemas Automatizados más complejos, y deben actuar a un ritmo calculado.

Longitud de Carrera, dado que los Cilindros Hidráulicos tienen limitaciones constructivas y de diseño, por lo que deben elegirse de forma adecuada y calculada previamente a su instalación, o bien instalar limitadores y/o sistemas de control de carrera.

### **1.4.3.8 Formas Especiales de Cilindros.**

Existen casos de aplicación en los cuales los cilindros de simple o doble efecto pueden ser empleados tomando medidas suplementarias.

La mayor parte de dichos casos son longitudes de carrera con cotas de montaje sumamente reducidas o grandes fuerzas a mínimo diámetro de pistón.

Estas y otras exigencias condujeron a una serie de versiones especiales, cuya fabricación resulta sumamente complicada.

1. Cilindro Tándem.
2. Cilindro de Marcha Rápida.
3. Cilindro Telescópico.



### **1.4.3.9 Principios constructivos.**

La construcción de un cilindro hidráulico depende en gran medida del caso de aplicación. En máquinas herramienta, máquinas de trabajo móviles, hidroeléctricas, industria del acero y siderurgia ó en otros casos de aplicación.

Para cada caso específico se han ido desarrollando principios adecuados de construcción. En base al cilindro diferencial de simple o doble efecto que se utiliza con mayor frecuencia, se presentan los principios constructivos más usuales.

## **1.4.4 Válvulas**

### **1.4.4.1 Válvulas de cierre.**

En la siguiente bibliografía de “ROYO, E. Carnicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos. Segunda Edición. Editorial PARANINFO. España, 2000”. Indica que un sistema hidráulico las válvulas de cierre tienen la función de bloquear un caudal en un sentido, permitiendo libre flujo en el sentido opuesto. Estas válvulas también se denominan válvulas anti retorno.

Las válvulas de cierre están realizadas en construcción de asiento y, por lo tanto, bloquean sin fugas. Como elementos de cierre se emplean esferas, placas, conos ó conos con junta blanda.

La esfera como estancamiento tiene la ventaja de que se puede producir en forma económica. La desventaja es que la esfera durante el servicio se deforma levemente, es decir, toma la forma del asiento.

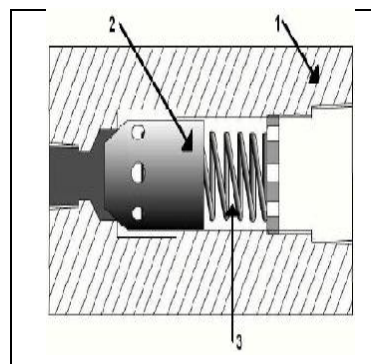
Para que el asiento no se salga de su lugar, la esfera debe además estar guiada. Por su parte, el cono mediante su guía siempre ocupa la misma posición. Tras un

breve tiempo de servicio el cono se ha adaptado, siendo absolutamente estanco. Los conos con juntas blandas sólo son adecuados para bajas presiones de servicio y bajas velocidades de flujo, pero tienen la gran ventaja de poder compensar las inexactitudes de fabricación del asiento cónico.

#### 1.4.4.2 Válvula Antirretorno Simple.

En la siguiente bibliografía de “ROYO, E. Carnicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos. Segunda Edición. Editorial PARANINFO. España, 2000”. En cuanto a su construcción esta válvula se compone de una carcasa (1) y de un pistón templado (2), que es empujado por un resorte (3) contra el asiento, como se muestra en la figura 1.16.

FIGURA N.- 1.16 VÁLVULA ANTI RETORNO SIMPLE



Fuente: ROYO, E. Carnicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos.

Al circular caudal a través de la válvula en el sentido indicado, por la presión del fluido el cono se levanta del asiento, permitiendo el paso de caudal.

En sentido opuesto el resorte y la presión del líquido oprimen el pistón sobre el asiento, bloqueando la unión. La presión de apertura depende del resorte elegido y de la superficie del cono cargada. Según el caso de empleo la presión de apertura del cono normalmente se encuentra entre 0.5 y 5 bar.

En una válvula anti retorno sin resorte la posición de montaje deberá ser vertical. Entonces el elemento de cierre, por peso propio se encuentra sobre el asiento al estar en posición de reposo.

### **1.4.4.3 Válvulas de control de presión.**

En la siguiente bibliografía de “ROYO, E. Carnicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos. Segunda Edición. Editorial PARANINFO. España, 2000”. El término “válvulas de presión” abarca todas aquellas válvulas que influyen de un modo determinado, predefinible sobre la presión del sistema en una instalación ó en una parte de la misma.

Ello sucede exclusivamente mediante variación de secciones transversales de estrangulamiento, empleando elementos de ajuste mecánicos, hidráulicos, neumáticos ó eléctricos.

De acuerdo con el estancamiento de la sección transversal de estrangulamiento en las válvulas de presión se diferencian entre las de corredera y las de asiento.

De acuerdo con su función las válvulas se pueden subdividir en:

- válvulas limitadoras de presión,
- válvulas de secuencia,
- válvulas reductoras de presión.

## **1.4.5 Control Hidráulico**

### **1.4.5.1 Válvulas Direccionales.**

En el “Catalogo Máster, micro automatización Grupo Micro.” Ha cerca de hidráulica indica que las funciones de las válvulas es permitir, orientar o detener un flujo de aceite por distribuir el fluido hacia los elementos de trabajo son conocidas también como válvulas distribuidoras.

Constituyen los órganos de mando de un circuito hidráulico. También son utilizados en sus tamaños más pequeños como emisores o captoras de señales para

el mando de las válvulas principales del sistema, y aun en funciones de tratamiento de señales. “Catalogo Máster, micro automatización Grupo Micro.”

Dos de las características principales que posibilitan su clasificación son el número de vías y en número de posiciones, definidos a continuación:

**Vías.-** Llamamos así al número de bocas de conexión del elemento de distribución. Pueden tenerse válvulas de dos, tres, cuatro, cinco o más vías no es posible un número de vías inferior a dos.

**Posiciones.-** Se refiere al número de posiciones estables del elemento de distribución. Las válvulas más comunes tienen dos o tres posiciones aunque algunos modelos particulares pueden tener más. No es posible un número de posiciones inferior a dos.

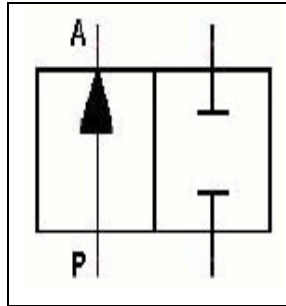
Las válvulas direccionales se designan de acuerdo al número de vías y al número de posiciones de la forma siguiente.

Nº de vías/ Nº de posiciones.

- 2/2: dos vías/ dos posiciones
- 3/2: tres vías/ dos posiciones
- 4/2: cuatro vías/ dos posiciones
- 5/2: cinco vías/ dos posiciones
- 5/3: cinco vías/ tres posiciones

**Válvulas 2/2.-** Pertenecen a este grupo todas las válvulas de cierre poseen un orificio de entrada y otro de salida “2 vías” y dos posiciones de mando como se ve en la figura 1.17. Solo se utilizan en aquellas partes de los equipos hidráulicos donde no es preciso efectuar por la misma válvula de la descarga del sistema alimentado; solo actúan como válvula de paso. Pueden ser normal cerradas o normal abiertas, según cierre o habiliten el paso respectivamente en su posición de reposo.

FIGURA N.- 1.17 VÁLVULA DIRECCIONAL 2/2 VÍAS.

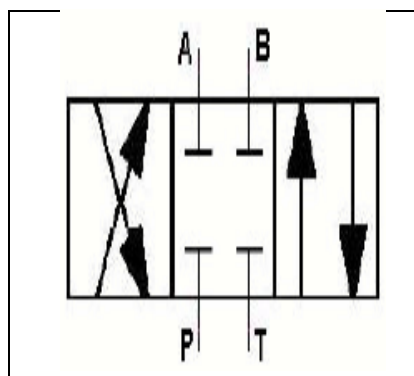


Fuente: ROYO, E. Camicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos.

**Válvula 3/2.-** Además de alimentar a un circuito, permite su descarga al ser conmutadas. También las hay normalmente cerradas o abierta.

**Válvulas 4/2.-** Poseen cuatro orificios de conexión correspondiendo uno a la alimentación, dos a las utilizaciones y el restante al escape el que es común a ambas utilizaciones. Operan en dos posiciones de mando, para cada una de las cuales solo una utilización es alimentada, en tanto la otra se encuentra conectada a escape; esta condición se invierte al conmutar la válvula, figura 1.18.

FIGURA N.- 1.18 VÁLVULA DIRECCIONAL 4/2 VÍAS CON DENOMINACIÓN DE LAS CONEXIONES



Fuente: ROYO, E. Camicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos.

**Válvula 5/2.-** Estas poseen cinco orificios de conexión y dos posiciones de mando. A diferencia de la cuatro dos poseen dos escapes correspondiendo uno a cada utilización. Esto brinda la posibilidad entre otras cosas de controlar la velocidad de avance y retroceso de un cilindro en forma independiente.

**Válvulas de 3 posiciones.-** Las funciones extremas de las válvulas de tres posiciones son idénticas a la de dos posiciones, pero a diferencia de estas incorporan una posición central adicional. Esta posición podrá ser de centro cerrado, centro abierto o centro a presión. Un centro abierto permite la detención intermedia de un actuador en forma libre, dado que ambas cámaras quedan conectadas al escape en esta posición.

Un centro cerrado por el contrario, permitirá una parada intermedia, pero en cilindro quedara bloqueado por imposibilitarse sus escapes. El centro a presión mantiene alimentadas ambas cámaras, lo que permite detener con presión un cilindro sin vástago compensado eventuales pérdidas de fluido del circuito.

#### **1.4.5.2 Electroválvulas.**

En las electroválvulas la señal que da origen a la conmutación es una señal eléctrica, excitado por un solenoide que por acción magnética provoca el desplazamiento de un núcleo móvil interno que habilita o no el pasaje de fluido.

En los mandos directos el mismo núcleo habilita o no el pasaje principal de fluido; en los mandos electrohidráulicos una válvula piloto de mando directo comanda la señal que desplaza al distribuidor principal.

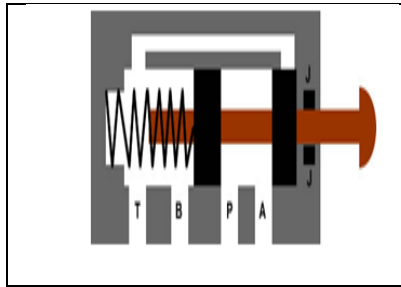
- **Funcionamiento de una electroválvula.**

Cuando se trata de gobernar cilindros hidráulicos de doble efecto, o motores hidráulicos que requieren control direccional de flujo en ambos sentidos de circulación, debe aplicarse una válvula de cuatro o cinco vías.

En esta unidad existen cuatro o cinco vías de conexión, la primera conectada a la entrada de presión, la segunda conectada al tanque y las dos restantes conectadas respectivamente a ambas caras del cilindro de doble efecto que deben gobernar.

La diferencia entre la válvula de cuatro vías, dos posiciones, con la de cinco vías dos posiciones es que posee dos escapes correspondiente uno a cada utilización, vale decir, a un lado o al otro como se indica en la figura 1.19.

FIGURA N°1.19. VÁLVULA DISTRIBUIDORA DE CUATRO VÍAS, DOS DIRECCIONES.



Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos12/empre/empre.shtml>.

#### 1.4.5.3 Características funcionales de las válvulas.

Existe una serie de características a definir en la elección de una válvula. Estas son: El caudal nominal, que expresado en NI/min y la frecuencia de conmutación en que refleja le rapidez de la válvula para conmutar sus posiciones.

#### 1.4.5.4 Dimensionamiento de las válvulas.

El caudal nominal requerido para en accionamiento de un cilindro hidráulico, dependerá en general del caudal requerido por el accionamiento, en que a su vez dependerá del tamaño del cilindro, la fuerza de accionamiento y de la presión de operación, donde:

$$Q_r = 0,0028 \cdot \frac{d^2}{t} \cdot C \cdot (p + 1,013) \quad (\text{ecuación 23})$$

$Q_r$ = Caudal requerido ( $\text{Nm}^3/\text{h}$ )

$d$ = Diámetro del pistón de cilindro ( $\text{cm}^2$ )

$C$ = Carrera del cilindro (cm)

$t$ = Tiempo de ejecución del movimiento (seg)

$p$ = Presión de operación o manométrica (bar)

El caudal nominal normal que debe tener la válvula, queda determinado por la siguiente expresión:

$$Q_n = \frac{40,89 \cdot Q_r}{\sqrt{\Delta p(p_e - \Delta p)}} \quad (\text{ecuación 24})$$

Donde:

$Q_n$ = caudal nominal de la válvula (NI/min)

$\Delta p$ = Caída de presión admitida en la válvula (bar)

$P_e$ = Presión absoluta de alimentación de la válvula (bar)

$Q_r$ = Caudal requerida por el accionamiento ( $\text{Nm}^3/\text{h}$ ).

## **1.4.6 Elementos Auxiliares.**

### **1.4.6.1 Fluidos Hidráulicos.**

El fluido hidráulico tiene cuatro finalidades principales: transmitir potencia, lubricar las piezas móviles, sellar las tolerancias entre una y otra y disipar el calor.

- **Propiedades de los fluidos hidráulicos**

- Viscosidad apropiada
- Variación mínima de viscosidad con la temperatura
- Estabilidad frente al cizallamiento
- Baja compresibilidad
- Buen poder lubricante
- Buena resistencia a la oxidación
- Características anticorrosivas

### **1.4.6.2 Transmisión de Potencia.**

Como medio de transmisión de potencia, el líquido debe fluir con facilidad a través de las líneas y orificios de los elementos. La excesiva resistencia al flujo crea pérdidas de potencia considerables.



El fluido debe ser también tan incompresible como sea posible, a fin de que cuando se arranque una bomba o se cambie de posición una válvula, la acción sea instantánea.

### **1.4.6.3 Lubricación.**

La selección y el cuidado que se tenga con el fluido hidráulico de una máquina tienen un efecto importante sobre su funcionamiento y sobre la duración de sus componentes hidráulicos. El fluido hidráulico tiene 4 objetivos principales: transmitir potencia, lubricar las piezas móviles minimizar las fugas y enfriar o disipar el calor.

Como medio transmisor de potencia, el fluido debe poder circular fácilmente por las líneas y orificios de los elementos. Demasiada resistencia al flujo origina pérdidas de potencia considerable. El fluido también debe ser lo más incompresible posible, de forma que cuando se ponga una marcha una bomba o cuando se actúe una válvula, la acción sea instantánea. En la mayoría de los elementos hidráulicos, la lubricación interna la proporciona el fluido. Los elementos de las bombas y otras piezas desgastables se deslizan unos contra otros sobre una película de fluido.

Para que la duración de los componentes sea larga, el aceite debe contener los aditivos necesarios para asegurar buenas características anti desgaste. No todos los aceites hidráulicos contienen estos aditivos. Además, estos aceites proporcionan una buena demulsibilidad así como protección a la oxidación. Esto se aceites se conocen como “aceites hidráulicos tipo anti desgaste “.

La experiencia ha demostrado que los aceites para cárter de automóvil tipo MS, viscosidad SAE 10 W Y 20-20 W, son excelentes para los servicios hidráulicos severos cuando no hay o hay muy poca agua. El único inconveniente es que sus aditivos detergentes tienden a emulsionar el agua con el aceite e impiden su separación, incluso durante mucho tiempo.

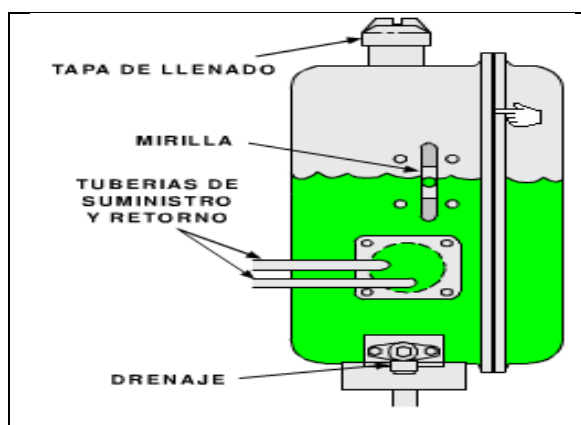
#### 1.4.6.4 Depósito o Tanque de Aceite.

En la bibliografía siguiente “ROYO, E. Carnicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos. Segunda Edición. Editorial PARANINFO. España, 2000” indica que el depósito ó tanque es un elemento indispensable en circuitos hidráulicos y sirve para el almacenamiento del fluido hidráulico.

Otra función es la de actuar como cámara de expansión que acepta los cambios de volumen del fluido en el circuito principal, debido a los desequilibrios volumétricos producto del accionamiento de cilindros hidráulicos y demás elementos que intervengan en el mismo circuito. En general, en su diseño se acomodan a lo aceptado por la práctica, por lo que a veces forma parte de la propia estructura de las máquinas, y en otras constituyen depósitos independientes o son solidarios de la bomba.

Esta última opción es bastante frecuente y, en ciertos casos, la bomba va sumergida en el fluido hidráulico. Debe tenerse en cuenta, además que las condiciones de montaje de la bomba en el depósito pueden afectar el funcionamiento correcto de elementos sensibles a la vibración, y por tal motivo habrá que aislar bien el conjunto, para que no se comuniquen la vibración de la bomba a la máquina, figura 1.20.

FIGURA N.- 1.20 ELEMENTOS DE UN DEPÓSITO DE ACEITE.



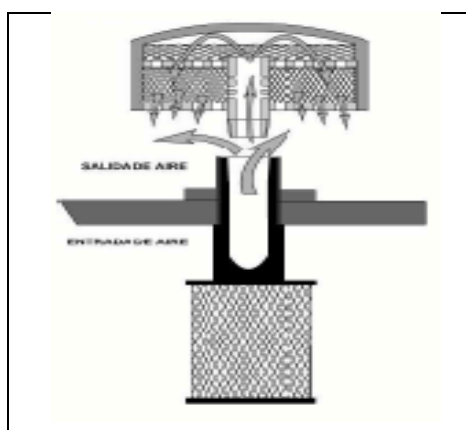
Fuente: ROYO, E. Carnicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos.

### 1.4.6.5 Respirador.

En la mayoría de los depósitos se usa un respirador en la cubierta, como indica la figura 1.21 el cual debe tener una malla fina de acero. El filtro – respirador debe ser de tamaño suficiente para permitir controlar la entrada del aire que el flujo necesita para mantener la presión atmosférica, estando vacío o lleno el tanque.

En general, mientras más alto es el promedio de flujo, más grande es el respiradero. Obviamente, en un depósito presurizado no se usa respiradero. Este es reemplazado por una válvula de aire para regular la presión en el tanque entre los límites ya fijados.

FIGURA N.- 1.21 RESPIRADOR.



Fuente: ROYO, E. Carnicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos.

### 1.4.6.6 Tamaño del Depósito.

En la bibliografía siguiente “ROYO, E. Carnicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos. Segunda Edición. Editorial PARANINFO. España, 2000” Un tanque grande siempre es lo adecuado para enfriar el aceite y separar los contaminantes. Como mínimo, al tanque le debe de caber todo el fluido que el sistema requiere y mantener el nivel lo suficientemente alto para evitar el efecto de un remolino en la línea de entrada de la bomba. Si esto ocurre el aire entrará junto con el fluido.

La expansión del fluido debido al calor que se genera por el funcionamiento del sistema, hace que cambie el nivel del aceite dentro del tanque. El área interna del tanque está expuesta a la condensación de la humedad, esto junto con la cantidad de calor generado en el sistema son factores que hay que considerar. Al equipo industrial se acostumbra proveerlo con un depósito que tenga dos o tres galones de líquido por cada galón por minuto de desplazamiento de la bomba.

#### 1.4.6.7 Filtros

Los fluidos hidráulicos se mantienen limpios en el sistema principalmente con aparatos tales como filtros y coladores. Los tapones magnéticos también se usan en algunos tanques para atrapar partículas de hierro o acero que lleva el fluido. Partículas tan pequeñas como de 1-5 micrones tienen un efecto degradador causando fallas en los sistemas servo y apresurando el deterioro del aceite. Un filtro es un aparato cuya función principal es la retención, por medio de un medio poroso de contaminantes insolubles del fluido.

Simplificando, ya sea que el aparato sea un filtro o un colador su función es atrapar los contaminantes del fluido que pasan a través de él. El “medio poroso” simplemente se refiere a una malla o material filtrante que permite que el fluido pase a través de él, pero detiene los otros materiales figura 1.22.

FIGURA N.- 1.22 FILTRO DE ACEITE PARA USO EN UN SISTEMA HIDRÁULICO



Fuente: ROYO, E. Camicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos.

#### **1.4.6.8 Tuberías.**

Las tuberías, mangueras y conexiones (racores) son los accesorios necesarios para interconectar los componentes de un sistema hidráulico. Son los componentes (rígidos ó flexibles) por los que circula el fluido, mientras que los racores son los sistemas de unión de las tuberías y mangueras entre sí o con los restantes componentes del sistema.

#### **1.4.6.9 Tubos.**

Los términos tubería y tubo son sinónimos, pero su aplicación depende de cada industria en particular. Quizá se prefiere llamar tubos a las líneas rígidas de alta presión, ya que se trata siempre de conducciones de determinados diámetros.

Las líneas flexibles se denominan mangueras o tuberías flexibles, pero con el mismo significado de tubos de caucho reforzados. El nylon, con refuerzo exterior textil, también sirve para conducciones flexibles como mangueras. Por lo tanto, se podrían clasificar las líneas hidráulicas en tres tipos principales:

- Conducciones rígidas.
- Conducciones flexibles ó mangueras.
- Tubos en espiral.

#### **1.4.6.10 Conducciones Flexibles (Mangueras).**

En la bibliografía citada de “ROYO, E. Carnicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos. Segunda Edición. Editorial PARANINFO. España, 2000” Las conducciones flexibles se emplean en circuitos cuyas conexiones son móviles, o para facilidad de conexión y desconexión. También son útiles para amortiguar vibraciones y choques para absorber ruidos y para infinidad de aplicaciones en las que las conexiones rígidas presentarían problemas de instalación ó funcionamiento.

En las figuras 1.23 y 1.24 se muestran la construcción de algunos tipos de mangueras utilizadas en los sistemas hidráulicos de potencia.

FIGURA N.- 1.23 MANGUERA CON REFUERZO DE MALLA DE ACERO.



Fuente: ROYO, E. Carnicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos.

FIGURA N.- 1.24 MANGUERA CON REFUERZO DE MALLA DE ACERO Y ALAMBRE.



Fuente: ROYO, E. Carnicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos.

#### **1.4.6.11 Conexiones.**

En la bibliografía citada de “ROYO, E. Carnicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos. Segunda Edición. Editorial PARANINFO. España, 2000” En los tubos y mangueras actuales se emplean accesorios de compresión que producen una fuerte unión mecánica con excelente estanqueidad hidráulica.

Los accesorios de este tipo se emplean para conducciones de hasta 50 mm de diámetro, par presiones de hasta 700 bar según la medida. Existe una gran variedad de formas, como alternativa cómoda frente al curvado de tubos.

#### **1.4.6.12 Conexiones Rápidas (Racores).**

Para obtener uniones de fácil maniobra, existen juntas rápidas especiales que permiten enlazar un tubo flexible a un aparato o a otra tubería.

La figura 1.25 muestra unos enchufes rápidos que se pueden encontrar en el mercado.

FIGURA N.- 1.25 PARTES DE LA CONEXIÓN RÁPIDA.



Fuente: ROYO, E. Camicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos .

Cabe destacar que la mayoría de las conexiones rápidas cuentan con válvulas anti retorno adaptadas en los extremos de las mangueras, esto con la finalidad de que al momento de conectar no se presente alguna fuga de aceite. La incorporación de válvulas anti retorno depende del fabricante y de modelo de la conexión.

#### **1.4.6.13 Conexiones Roscadas.**

Otra forma de conectar los diversos elementos de un sistema hidráulico es mediante conexiones roscadas. Este tipo de conexiones se utiliza cuando la línea de presión es fija, es decir es una línea que permanece siempre en la misma posición dentro del sistema, por ejemplo, la línea de presión de la bomba al un manómetro, etc.

En las figuras 1.26, 1.27, 1.28 se muestran algunos tipos de estas conexiones y la forma en que estas se acoplan con las tuberías y mangueras.

FIGURA N.- 1.26 DISTINTOS TIPOS DE CONEXIONES ROSCADAS.

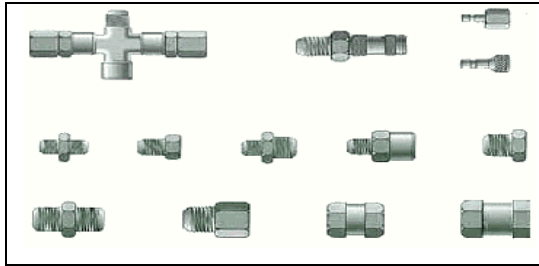


FIGURA N.- 1.27 CONEXIÓN ROSCADA DE ABRAZADERA CONECTADA A UNA MANGUERA.

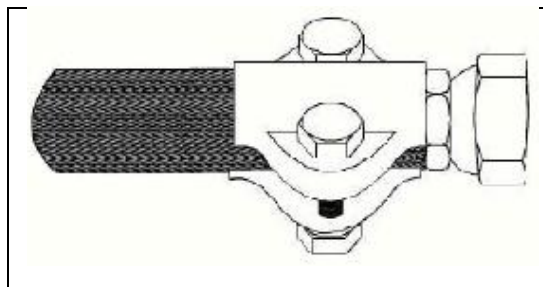
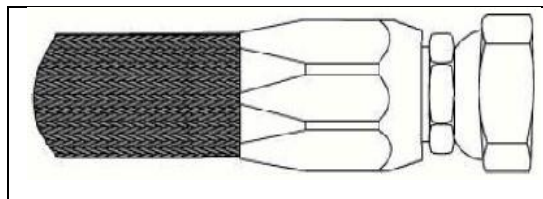


FIGURA N.- 1.28 CONEXIÓN ROSCADA DE TIPO PERMANENTE CONECTADA A UNA MANGUERA.



Fuente: ROYO, E. Camicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos.

#### 1.4.6.14 Aparatos Indicadores.

En un sistema hidráulico se pueden incorporar distintos instrumentos de medición para controlar todas las variables del sistema, pero en la práctica suelen ocuparse los siguientes instrumentos.

#### 1.4.6.15 Manómetros.

Los manómetros son aparatos que permiten medir la presión del fluido en un determinado punto de la línea del sistema hidráulico. Existen diversos tipos, aunque los más empleados son los circulares y con baño de glicerina. Este



tipo de manómetro contiene en la interiormente glicerina que sirve para amortiguar los movimientos bruscos a que puede estar sometida a aguja indicadora, como se muestra en la figura 1.29.

FIGURA N.- 1.29 MANÓMETRO CON GLICERINA.



Fuente: ROYO, E. Carnicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos .

#### 1.4.6.16 Indicador de Nivel.

El medidor de nivel sólo se emplea en el depósito de aceite, para conocer la reserva de aceite que se tiene en este depósito. El tipo de indicador de nivel más sencillo y más empleado es el indicador de nivel el tipo mirilla, que simplemente consiste en una mirilla de cristal transparente como indica la figura 1.30, que esta fija al tanque y permite observar el nivel de aceite dentro del depósito.

FIGURA N.- 1.30 INDICADOR DE NIVEL DEL TIPO MIRILLA.



Fuente: ROYO, E. Carnicer. Oleohidraulica Conceptos Básicos .

## 1.4.7 Perfiles Laminadas

### 1.4.7.1 Acero laminado:

En la bibliografía de “Ortiz Berrocal, L., Elasticidad, McGraw-Hill”.” Material en el que el hierro es predominante y cuyo contenido en carbono es, generalmente, inferior al 2% y contiene otros elementos. Aunque un limitado número de aceros puede tener contenidos en carbono superiores al 2% este es el límite habitual que separa el acero de la fundición”.

El proceso de laminado consiste en calentar previamente los lingotes de acero fundido a una temperatura que permita la deformación del lingote por un proceso de estiramiento y desbaste que se produce en una cadena de cilindros a presión llamado tren de laminación. Estos cilindros van conformando el perfil deseado hasta conseguir las medidas adecuadas. Las dimensiones del acero que se consigue no tienen tolerancias muy ajustadas y por eso muchas veces a los productos laminados hay que someterlos a fases de mecanizado para ajustar su tolerancia.

- **Ángulos estructurales L:** Es el producto de acero laminado que se realiza en iguales que se ubican equidistantemente en la sección transversal con la finalidad de mantener una armonía de simetría, en ángulo recto.

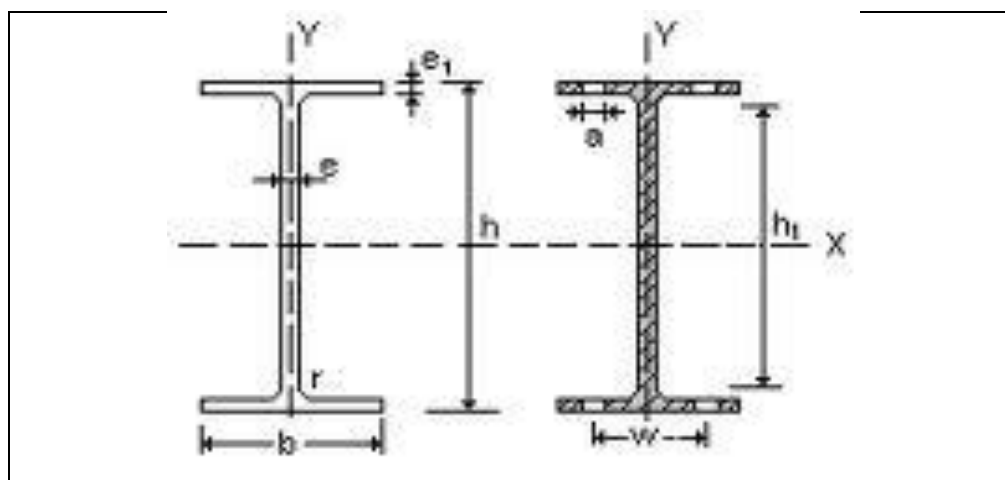
Su uso está basado en la fabricación de estructuras para techados de grandes luces, industria naval, plantas industriales, almacenes, torres de transmisión, carrocerías, también para la construcción de puertas y demás accesorios en la edificación de casas.

- **Vigas H:** Producto de acero laminado que se crea en caliente, cuya sección tiene la forma de H. Existen diversas variantes como el perfil IPN, el perfil IPE o el perfil HE, todas ellas con forma regular y prismática.

Se usa en la fabricación de elementos estructurales como vigas, pilares, cimbras metálicas, etc., sometidas predominantemente a flexión o compresión y con torsión despreciable. Su uso es frecuente en la construcción de grandes edificios y sistemas estructurales de gran envergadura, así como en la fabricación de estructuras metálicas para puentes, almacenes, edificaciones, barcos, etc.

- Perfil doble T:** Un perfil doble T (o perfil I o H) es un perfil laminado o armado cuya sección transversal está formada por dos alas y un alma de unión entre ellas. Generalmente se usan como vigas de flexión, cuando los esfuerzos de torsión son pequeños. De hecho en esa situación los perfiles doble T constituyen una solución muy económica. Por esa razón los perfiles doble T se usan para vigas en flexión recta. Sin embargo, los perfiles doble T no tienen tan buen comportamiento para un momento flector perpendicular a las alas o en casos de flexión enviada. Sin embargo, el principal problema resistente que presentan es su escasa resistencia frente a torsión. En casos de torsión grande es recomendable usar perfiles macizos o perfiles cerrados huecos. Otro hecho que debe tenerse en cuenta es que cuando un perfil doble T se somete a torsión sufre alabeo seccional, por lo que a la hora de calcular las tensiones es importante tener en cuenta el módulo de alabeo y el bimomento que sufre el perfil, como indica la figura 1.31.

FIGURA N.- 1.31 PRINCIPALES DIMENSIONES DE UN PERFIL DOBLE T ESQUEMÁTICO.



Fuente: Ortiz Berrocal, L., Elasticidad, McGraw-Hill, 2003

- **Barras redondas lisas y pulidas:**

Producto laminado en caliente, de sección circular y superficie lisa, de conocimiento muy frecuente en el campo de la venta de varillas. Sus usos incluyen estructuras metálicas como lo pueden ser puertas, ventanas, rejas, cercos, elementos de máquinas, ejes, pernos y tuercas por recalcado en caliente o mecanizado; y también ejes, pines, pasadores, etc.

- **Platinas:**

Producto de acero laminado en caliente, de sección rectangular. Entre sus usos está la fabricación de estructuras metálicas, puertas, ventanas, rejas, piezas forjadas, etc.

- **Barras cuadradas:**

Producto realizado en caliente por láminas, su uso es muy frecuente y muy conocido. Se usan en la fabricación de estructuras metálicas, puertas, ventanas, rejas, piezas forjadas, etc.

## **1.4.8 EL LOGO**

### **1.4.8.1 Introducción**

En la bibliografía citada “Ing. Jorge Molina M. Manual de Control Industrial Escuela Politécnica Nacional Facultad de Ingeniería Eléctrica”. Indica que hace no hace mucho tiempo el control de procesos industriales se venía haciendo de forma cableada por medio de contactores y relés. Al operario que se encontraba a cargo de este tipo de instalaciones, se le exigía tener altos conocimientos técnicos para poder realizarlas y posteriormente mantenerlas. Además cualquier variación en el proceso suponía modificar físicamente gran parte de las conexiones de los montajes, siendo necesario para ello un gran esfuerzo técnico y un mayor

desembolso económico. En la actualidad no se puede entender un proceso complejo de alto nivel desarrollado por técnicas cableadas.

#### **1.4.8.2 Definición**

Por lo tanto se puede decir que un LOGO no es más que un aparato electrónico que sustituye los circuitos auxiliares o de mando de los sistemas automáticos, como muestra la figura 1.32. A él se conectan los captadores (finales de carrera, pulsadores, etc.) por una parte, y los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, pequeños receptores, etc.) por otra.

FIGURAN.- 1.32 CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE



Fuente: [WWW.monogragias.miniplc.shtml](http://WWW.monogragias.miniplc.shtml).

#### **1.4.8.3 Campos de Aplicación**

Un autómatas programable suele emplearse en procesos industriales que tengan una o varias de las siguientes necesidades:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

Generalmente las aplicaciones son de uso industrial pero también se puede usar de manera más personal como por ejemplo para automatizar procesos en el hogar, como la puerta de una cochera o las luces de la casa.

#### **1.4.8.4 Partes de un Autómata Programable**

La estructura básica de cualquier autómata es la siguiente:

- Fuente de alimentación
- CPU
- Módulo de entrada
- Módulo de salida
- Terminal de programación
- Periféricos.

Respecto a su disposición externa, los autómatas pueden contener varias de estas secciones en un mismo módulo o cada una de ellas separadas por diferentes módulos. Así se pueden distinguir autómatas Compactos y Modulares.

#### **1.4.8.5 Montaje y cableado de LOGO**

Al montar y cablear su LOGO debiera Ud. observar las directrices siguientes:

- Cerciórese de que durante el cableado de LOGO. Se cumplan todas las normas obligatorias vigentes.
- Observe las respectivas prescripciones nacionales y regionales durante la instalación y la operación de los equipos.
- Utilice conductores con la sección adecuada para la respectiva intensidad de corriente. Para el cableado de LOGO pueden utilizarse conductores con una sección comprendida entre 1,5 mm<sup>2</sup> y 2,5 mm<sup>2</sup>.
- No apriete excesivamente los bornes de conexión. Par máximo: 0,5 Nm.
- Los conductores han de tenderse siempre lo más cortos posible. Si se requieren conductores más largos, debiera utilizarse un cable apantallado. Los conductores deberían tenderse a pares: un conductor neutro junto con un conductor de fase o un conductor de señales.

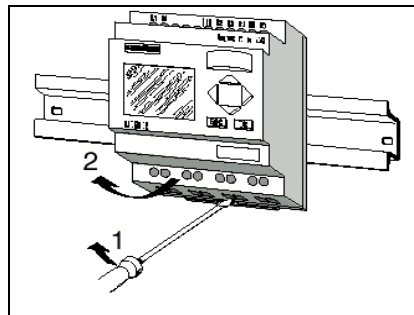
- El cableado de corriente alterna y el de corriente continua a alta tensión deberá separarse del cableado de señalización a baja tensión mediante rápidas secuencias de maniobras.

#### 1.4.8.6 Desmontaje :

➤ **Para desmontar LOGO:**

Introduzca un destornillador en el orificio del extremo inferior del pestillo (vea la figura 1.33) y tire del pestillo hacia abajo.

FIGURAN.- 1.33 DESMONTAJE DE LOGO



Fuente: [WWW.monogragias.miniplc.shtml](http://WWW.monogragias.miniplc.shtml).

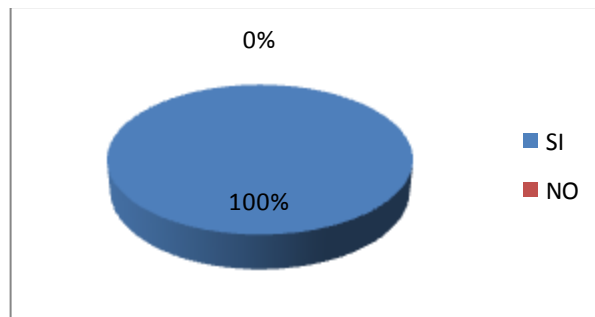
## CAPITULO II

### 2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 2.1 Análisis de Resultados de la Encuesta Aplicada a los Señores Docentes, del Centro Experimental y de Producción Salache.

1.- ¿La construcción de una compactadora electrohidráulica para compactar plástico y papel en el “CEYPSA” permitirá al estudiante poner en práctica los conocimientos recibidos?

FIGURA N.-2.1 ¿CONSTRUCCIÓN DE UNA COMPACTADORA ELECTROHIDRÁULICA?



Fuente: Docentes del CEYPSA

Elaborado por: Grupo de tesis

TABLA N.- 2.1 ¿CONSTRUCCIÓN DE UNA COMPACTADORA ELECTROHIDRÁULICA?

OPCIÓN	FRECUENCIA	%
SI	12	100
NO	0	00
TOTAL	12	100

Fuente: Docentes del CEYPSA

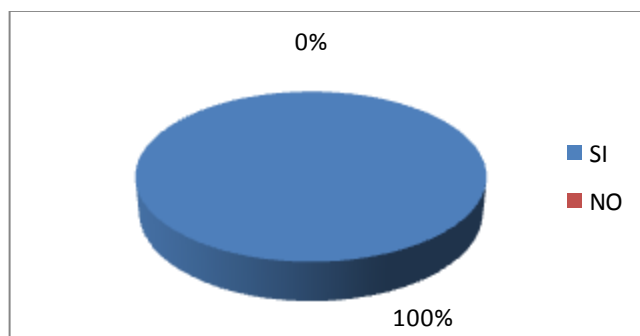


De los 12 docentes encuestados el 100% opina que la construcción de una compactadora electrohidráulica para compactar plástico y papel en el “CEYPSA” permitirá al estudiante poner en práctica los conocimientos teóricos, prácticos recibidos.

Definiendo de esta manera los docentes en su totalidad piensa que una compactadora electrohidráulica para compactar plástico y papel en el “CEYPSA” permitirá al estudiante poner en práctica los conocimientos teóricos prácticos lo que demuestra que es necesario la implementación de la maquina.

**2.- ¿La implementación de una compactadora electrohidráulica para compactar plástico y papel permitirá facilitar la mejor forma de reciclaje en el ” CEYPSA” de la Universidad Técnica de Cotopaxi?.**

FIGURA N.- 2.2 ¿IMPLEMENTACIÓN DE UNA COMPACTADORA ELECTROHIDRÁULICA



**Fuente:** Docentes del CEYPSA

TABLA N.- 2.2 ¿IMPLEMENTACIÓN DE UNA COMPACTADORA ELECTROHIDRÁULICA?

OPCIÓN	FRECUENCIA	%
SI	12	100
NO	0	00
TOTAL	12	100

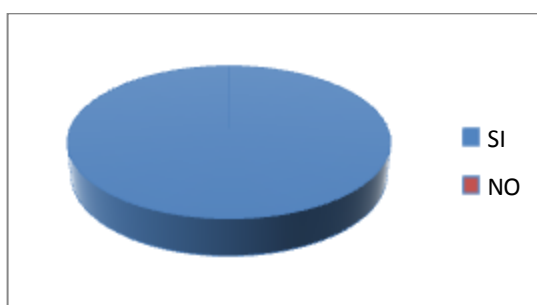
**Fuente:** Docentes del CEYPSA

De los 12 docentes encuestados el 100% opina que la implementación de una compactadora electrohidráulica para compactar plástico y papel permitirá facilitar la mejor forma de reciclaje en el Centro "CEYPSA".

En vista de esto se interpreta que la implementación de una compactadora electrohidráulica para compactar plástico y papel permitirá facilitar la mejor forma de reciclaje en el "CEYPSA" mejorando así la cultura del reciclaje.

**3.- ¿El desarrollo de este equipo por parte de los estudiantes permitirá mejorar habilidades y destrezas de los tesisas?**

FIGURA N.- 2.3 ¿LA CONSTRUCCIÓN MEJORARA LAS HABILIDADES DE LOS TESISAS?



**Fuente:** Docentes del CEYPSA

**Elaborado por:** Grupo de tesisas

TABLA N.-2.3 ¿LA CONSTRUCCIÓN MEJORARA LAS HABILIDADES DE LOS TESISAS?

OPCIÓN	FRECUENCIA	%
SI	12	100
NO	0	00
TOTAL	12	100

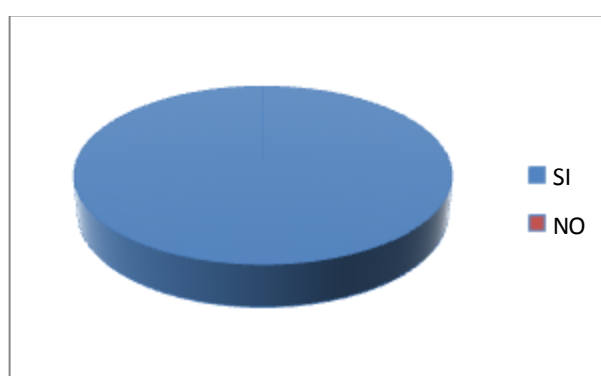
**Fuente:** Docentes del CEYPSA

De los 12 docentes encuestados el 100% opina que el desarrollo de este equipo por parte de los estudiantes permitirá mejorar habilidades y destrezas de los tesisas.

Con estos resultados decir que el planteamiento de esta pregunta es favorable pues todos los docentes concuerdan que con el desarrollo de este equipo por parte de los estudiantes permitirá mejorar habilidades y destrezas de los testistas.

**4.- La construcción de una compactadora electrohidráulica para compactar plástico y papel en el” CEYPSA” de la Universidad Técnica de Cotopaxi reducirá la contaminación del Centro Educativo?**

FIGURA N.- 2.4 ¿REDUCIRÁ LA CONTAMINACIÓN DEL CEYPSA?



Fuente: Docentes del CEYPSA

TABLA N.-2.4 ¿REDUCIRÁ LA CONTAMINACIÓN DEL CEYPSA?

OPCIÓN	FRECUENCIA	%
SI	12	100
NO	0	00
TOTAL	12	100

Fuente: Docentes del CEYPSA

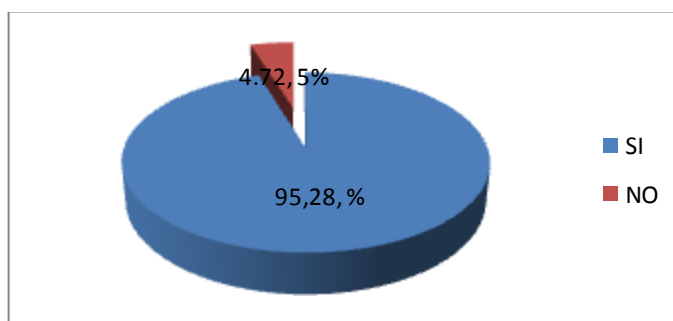
De los 12 docentes encuestados el 100% opina que la construcción de una compactadora electrohidráulica para compactar plástico y papel en el” CEYPSA” de la Universidad Técnica de Cotopaxi reducirá la contaminación del Centro Educativo.

Los docentes opinan que con un modelo de compactación de la basura se puede reducir en algo la basura y por ende la contaminación en el Centro educativo.

## 2.2 Análisis de Resultados de la Encuesta Aplicada a los Estudiantes del Centro Experimental y de Producción Salache.

1.- ¿Los conocimientos teóricos adquiridos en el aula deben ser aplicadas en la construcción de una compactadora electrohidráulica para compactar plástico y papel en el Centro ” CEYPSA” de la Universidad Técnica de Cotopaxi?

FIGURA N.- 2.5 ¿LOS CONOCIMIENTOS TEÓRICOS SE APLICARAN EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA COMPACTADORA ELECTROHIDRÁULICA?



**Fuente:** Estudiantes del Centro Experimental y de Producción Salache

TABLA N.-2.5 ¿LOS CONOCIMIENTOS TEÓRICOS ADQUIRIDOS EN EL AULA SE APLICARAN EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA COMPACTADORA ELECTROHIDRÁULICA?

OPCIÓN	FRECUENCIA	%
SI	101	95,28
NO	5	4,72
TOTAL	106	100

**Fuente:** Estudiantes del Centro Experimental y de Producción Salache

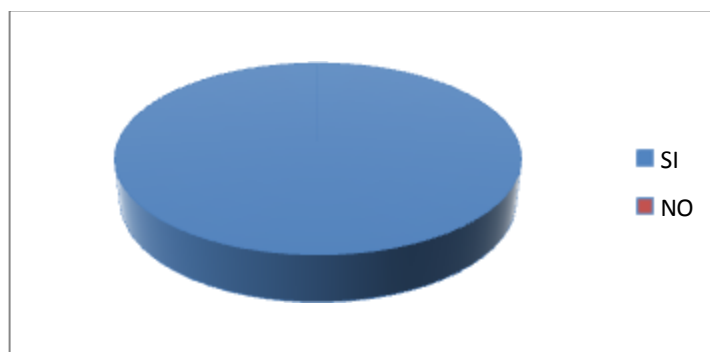
De los 106 estudiantes encuestados el 95.28% opinan que los conocimientos teóricos adquiridos en el aula deben ser aplicadas en la construcción de una compactadora electrohidráulica para compactar plástico y papel en el” CEYPSA”

y permitirá al estudiante poner en práctica los conocimientos teóricos recibidos, mientras que el 4.72% manifiesta lo contrario.

Se puede observar que un mayor porcentaje de estudiantes cree que los conocimientos teóricos adquiridos en el aula deben ser aplicadas en la construcción de una compactadora electrohidráulica para compactar plástico y papel, los cuales se puedan comprobar los conocimientos teóricos.

**2.- ¿ La implementación de una compactadora electrohidráulica para compactar plástico y papel permitirá facilitar la mejor forma de reciclaje en el " CEYPSA" de la Universidad Técnica de Cotopaxi?**

FIGURA N.- 2.6 ¿MEJORARA LA CULTURA DE RECICLAJE EN EL CEYPSA?



**Fuente:** Estudiantes del Centro Experimental y de Producción Salache

TABLA N.-2.6 ¿MEJORARA LA CULTURA DE RECICLAJE EN EL CEYPSA?

<b>OPCIÓN</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>%</b>
SI	106	100,00
NO	0	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>106</b>	<b>100</b>

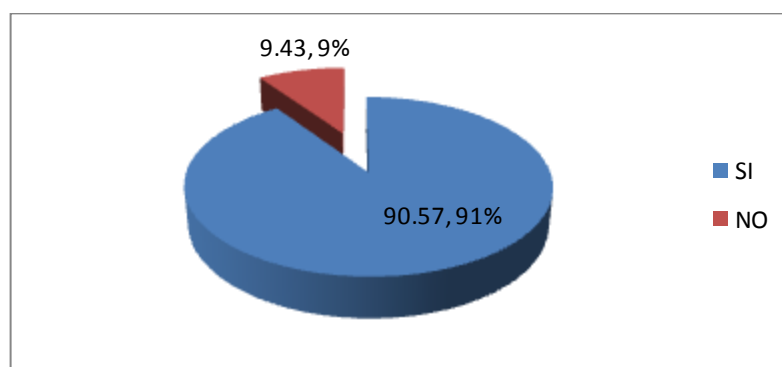
**Fuente:** Estudiantes del Centro Experimental y de Producción Salache

De los 106 estudiantes encuestados los 100% opinan que la implementación de una compactadora electrohidráulica para compactar plástico y papel permitirá facilitar la mejor forma de reciclaje en el CEYPSA.

De acuerdo a los datos recopilados en su totalidad indica que la implementación de una compactadora mejorara la cultura de reciclaje en las personas.

### 3.- ¿La construcción de una compactadora electrohidráulica reforzara los conocimientos teóricos obtenidos en el aula de clase?

FIGURA N.- 2.7 ¿REFORZARA LOS CONOCIMIENTOS TEÓRICOS OBTENIDOS EN EL AULA?



**Fuente:** Estudiantes del Centro Experimental y de Producción Salache

TABLA N.-2.7 ¿REFORZARA LOS CONOCIMIENTOS TEÓRICOS OBTENIDOS EN EL AULA?

OPCIÓN	FRECUENCIA	%
SI	96	90,57
NO	10	9,43
TOTAL	106	100

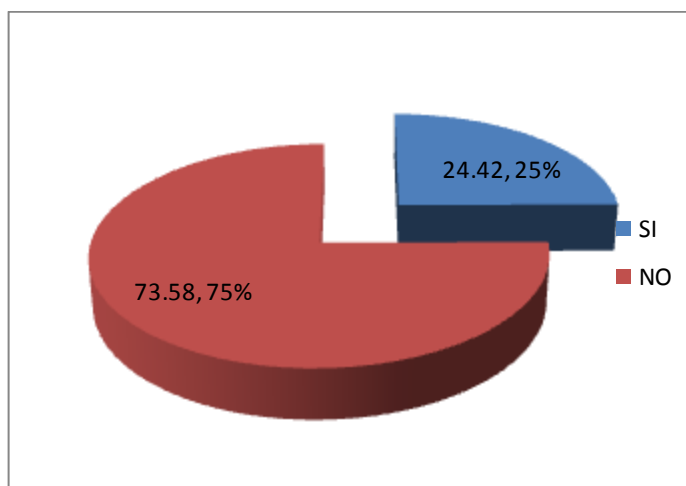
**Fuente:** Estudiantes del Centro Experimental y de Producción Salache

De los 106 estudiantes encuestados el 90.5% opinan que la construcción de una compactadora electrohidráulica reforzara los conocimientos teóricos obtenidos en el aula de clase, mientras que el 9.5% manifiesta lo contrario.

Se puede observar que un mayor porcentaje de estudiantes cree que La construcción de una compactadora electrohidráulica reforzara los conocimientos teóricos obtenidos en el aula de clase reforzando el lo práctico.

**4.- ¿Ha observado usted el funcionamiento de una compactadora electrohidráulica para compactar plástico y papel?**

**FIGURA N.- 2.8 ¿HA OBSERVADO EL FUNCIONAMIENTO DE UNA COMPACTADORA?**



**Fuente:** Estudiantes del Centro Experimental y de Producción Salache

**TABLA N.-2.8 ¿HA OBSERVADO EL FUNCIONAMIENTO DE UNA COMPACTADORA?**

<b>OPCIÓN</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>%</b>
SI	28	26,42
NO	78	73,58
TOTAL	106	100

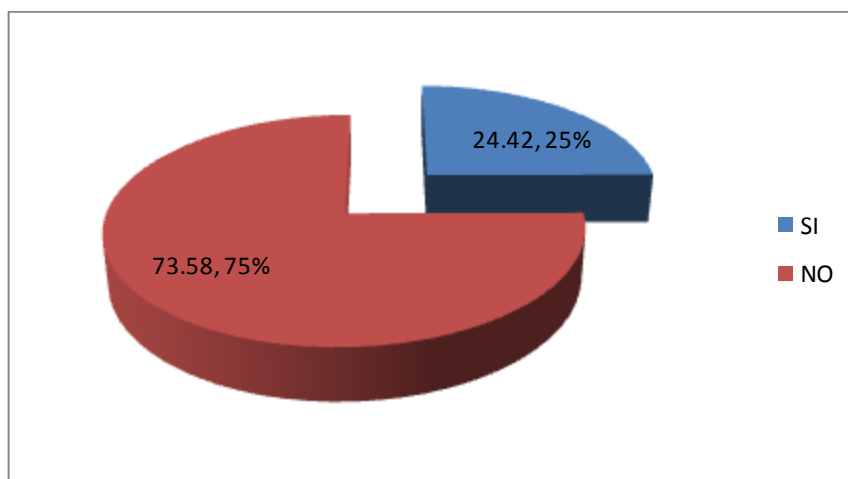
**Fuente:** Estudiantes del Centro Experimental y de Producción Salache

De los 106 estudiantes encuestados el 26.42% manifiesta de ha observado usted el funcionamiento de una compactadora electrohidráulica para compactar plástico y papel, mientras que el 73.58% manifiesta que nunca ha observado el funcionamiento.

Observamos que una gran parte de los estudiantes nunca ha observado el funcionamiento de una compactadora, con lo que es importante su construcción.

**5.- ¿Es necesario que exista un manual de funcionamiento para facilitar la operación de la compactadora?**

**FIGURA N.- 2.9 ¿ES NECESARIO UN MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE LA COMPACTADORA?**



**Fuente:** Estudiantes del Centro Experimental y de Producción Salache

**TABLA N.-2.9 ¿ES NECESARIO UN MANUAL DE FUNCIONAMIENTO DE LA COMPACTADORA?**

<b>OPCIÓN</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>%</b>
SI	104	98,11
NO	2	1,89
<b>TOTAL</b>	<b>106</b>	<b>100</b>

**Fuente:** Estudiantes del Centro Experimental y de Producción Salache

De los 106 estudiantes encuestados el 98.1 % opinan que es necesaria la existencia de un manual de funcionamiento de una compactadora electrohidráulica para compactar plástico y papel, mientras que el 1.89% opina que no es necesario el manual de funcionamiento.

La mayoría de los estudiantes concuerdan que al tener un manual de funcionamiento facilitara la mejor utilización de la maquina y sobre todo el correcto funcionamiento evitando accidentes profesionales.



## **2.3 Verificación de la Hipótesis.**

### **Enunciado:**

Al diseñar y construir una compactadora mediante un sistema electro hidráulico para compactar plástico y papel en la planta de reciclaje de la Universidad Técnica de Cotopaxi permitirá compactar y reducir el material reciclado, evitando la progresiva contaminación ambiental en el Centro Experimental y de Producción Salache “SEYPSA”.

## **2.4 Verificación.**

Para la verificación de la hipótesis se tomó en cuenta los criterios más trascendentes vertidos por los docentes y estudiantes en la encuesta correspondiente, así:

- El 100% de docentes encuestados expresa que la implementación de una compactadora electrohidráulica para compactar plástico y papel permitirá optimizar la forma de reciclaje en el “CEYPSA” de la UTC.
- El 100% de docentes opina que la construcción de la compactadora electrohidráulica para compactar plástico y papel en el SEYPSA, reducirá la contaminación ambiental en dichos predios.
- El 100% de estudiantes encuestados manifiesta que la implementación de una compactadora electrohidráulica facilitará la forma de reciclaje en el SEYPSA.

## **DECISIÓN:**

A través de los resultados obtenidos en los diferentes sectores donde se aplicó la encuesta se puede concluir que con el diseño y construcción de una compactadora mediante un sistema electro hidráulico para compactar plástico y papel en la planta de reciclaje de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el Centro Experimental y de Producción Salache “CEYPSA”, permitirá compactar y reducir el material reciclado, evitando la constante contaminación ambiental que afecta a la sociedad y deteriora el medio ambiente.

## **CAPITULO III**

### **3. DISEÑO DE UNA COMPACTADORA ELECTROHIDRÁULICO.**

#### **3.1. Presentación:**

El diseño y construcción de una compactadora mediante un sistema Oleohidráulica para compactar plástico papel está conformado por:

- a) El sistema mecánico: Estructura, ángulos, planchas de tol y elementos auxiliares mecánicos.
- b) El sistema hidráulico: una bomba hidráulica de engranajes, una válvula de control de fluido, un cilindro hidráulico de doble efecto y elementos auxiliares hidráulicos.
- c) El sistema eléctrico: un motor eléctrico, un logo y elementos auxiliares eléctricos.

La construcción de la máquina se desarrolló por los tesisistas el mismo que servirá para reducir el espacio físico de la recolección que se realice en la planta de reciclaje de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el Centro Experimental y de Producción Salache CEYPSA, con el fin de solucionar la grave problemática de la basura y reducir la contaminación ambiental mediante procesos de reciclaje y clasificación, mejorando la productividad en los procesos de manufactura.

## 3.2. Objetivos

- Diseñar y Construir una compactadora mediante un sistema electro hidráulico para compactar plástico y papel en la planta de reciclaje de la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Proporcionar una información detallada de los sistemas hidráulicos, eléctricos y mecánicos mediante conceptos, formulas y gráficos para entender mejor el proceso de montaje y funcionamiento de una Compactadora.
- Aportar con información de cálculo, fotos y planos de la Compactadora mediante el diferente software de diseño para entender mejor su construcción.

## 3.3 Justificación.

La **hidráulica** es aplicada en los procesos de control, automatización y procesos, pues para controlar cualquier tipo de maquinaria es necesario tener diferentes tipos de sensores (entrada de variables), procesadores (procesamiento de variables) controladores de variables y componentes de accionamiento directo (actuadores hidráulicos). El control de fluidos, a través de componentes hidráulicos, es una de las soluciones más sencillas, rentables y con mayor futuro de aplicación en la industria.

En la actualidad los avances tecnológicos cubren gran parte del desarrollo económico, social y sobre todo la automatización de los equipos en los procesos, por esto es muy importante el desarrollo de este tema para reducir la contaminación ambiental.

La falta de un estudio sobre el impacto ambiental que produce la mala utilización de los diferentes materiales y desechos producidos en el Universidad Técnica de

Cotopaxi, son los problemas que enfrenta la Institución, es por eso que proponen la construcción de una planta de reciclaje de la basura y paralelo al proyecto, la construcción de una compactadora de plástico y papel, que en algo se podrá evitar los daños en la capa de ozono ya que es uno de los problemas en el mundo.

La finalidad del presente proyecto es para que la comunidad educativa de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el Centro Experimental y de Producción Salache” CEYPSA”, reduzcan la contaminación ambiental mediante procesos de reciclaje y clasificación, mejorando la situación actual del planeta, ya que hoy en día enfrentamos grandes problemas medioambientales.

Si existe la ayuda de docentes, alumnos, autoridades, personal de servicio y administrativos, con un apoyo mancomunado podremos sacar en alto el proyecto que beneficiara a la Universidad.

### **3.4 Funcionalidad.**

La prensa vertical de accionamiento hidráulico tiene un principio de funcionamiento sencillo y cómodo. El capacho de prensado tiene el tamaño adecuado con relación a la mesa de apoyo, debido a esto nuestra área de trabajo se encuentra totalmente despejada permitiendo una fácil maniobrabilidad.

El operador de la máquina tiene el total control de ésta, debido a que puede posicionar el carrito de prensado en la posición que él desee, utilizando una palanca que proporciona el movimiento vertical del brazo. De acuerdo a sus dimensiones, la máquina puede ser ubicada donde se desee, cumpliendo con los requerimientos específicos del terreno.

### **3.5 Estética:**

La máquina presenta buenas cualidades estéticas, su distribución es bastante ordenada, muy simétrica, buena fachada, de tamaño normal y bastante novedoso.

### **3.6 Seguridad:**

La máquina es vulnerable en el aspecto seguridad. Una solución a este problema es encontrar una sincronía adecuada entre el operario y la compactadora, ya que solucionaría problemas de seguridad, con lo cual se podría catalogar esta máquina con un nivel de seguridad aceptable.

### **3.7 Vida Útil:**

La vida útil de esta máquina es de 15 años (ver Anexo N°1) de acuerdo a la depreciación otorgada por el servicio de impuestos internos, periodo después del cual la máquina puede ser re proyectada. En caso contrario, el motor eléctrico y el sistema hidráulico pueden ser reutilizados para proyectar una nueva máquina, y las demás partes pueden ser recicladas.

### **3.8 Descripción del Diseño Final.**

a) Modo de operación: Esta máquina, para su puesta en marcha, sólo requiere la presencia de un operador.

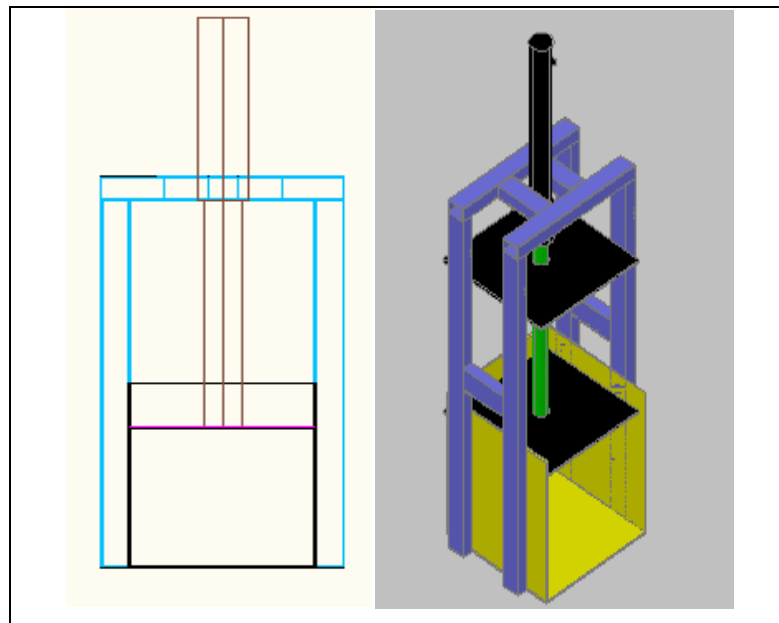
El cual accionará el sistema hidráulico, que a su vez accionará un cilindro hidráulico, desplazando la plancha de prensado, los cuales, en forma lineal, entran en la cámara, que a su vez contienen el reciclado para prensado, presionando hasta obtener el material reciclado reducido.

b) Detalles constructivos: la prensa constará básicamente de cuatro partes importantes:

- Cilindro hidráulico, el cual se encuentra adosado en tubos cuadrados reforzados.

- Sistemas de seguridad, nos ayuda a mantener la seguridad al momento de su funcionamiento.
- Bandeja receptora, que servirá para lograr compactar el plástico o el papel.
- Estructura base, ésta proporciona la rigidez a además soporta todos los elementos de la prensa.

FIGURA N.- 3.1 DIAGRAMA DE UNA COMPACTADORA



Fuente: Diseñado por los tesisistas

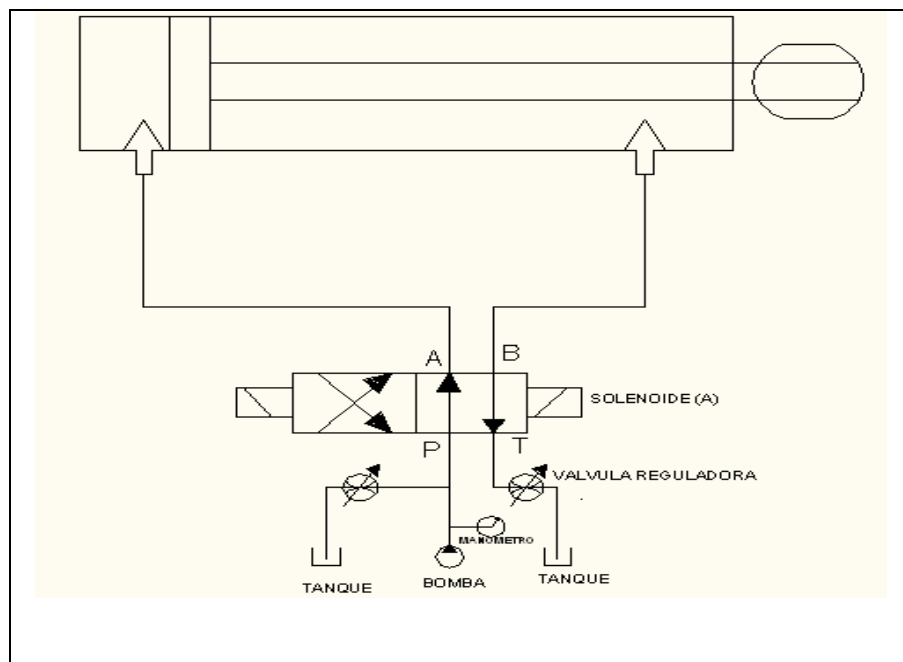
El accionamiento de esta máquina es hidráulico y se proyectará a partir de la información proporcionada por catálogos, bibliografías, visitas a especialistas, entre otros varios antecedentes recolectados.

Por lo tanto, el diseño de este sistema hidráulico es un conjunto de componentes, ya que son seleccionados directamente con sólo un par de datos, como la fuerza de accionamiento necesaria, la velocidad de avance y retroceso, la carrera deseada, etc. Este sistema hidráulico se proyecta atendiendo a los catálogos de potencia hidráulica.

### 3.9 Cálculo de los Elementos Involucrados.

El siguiente circuito hidráulico básico se utiliza para que funcione correctamente la máquina. Además, adicionaremos lo necesario para una sincronización hidráulica necesaria, ya que la máquina está provista de un cilindro hidráulico.

FIGURA N.- 3.2 DIAGRAMA HIDRÁULICO DEL CONTROL DE UNA COMPACTADORA



El sistema hidráulico consta de un circuito alimentado por una misma central hidráulica. Como también controlada mediante un circuito de control programada por un logo.

### 3.10 Determinación de la Fuerza Necesaria

Para comenzar este análisis se deberá calcular la fuerza necesaria para compactar plástico tipo pet. Actualmente, no existen valores reales de presión necesaria para presionar, sin embargo este plástico está catalogada dentro del grupo de los más frágiles, y para éstas según pruebas realizadas por los tesisistas se tiene que para



compactar envases en una área de 50 cm<sup>2</sup> se tiene un rango de presión que varía entre 50-60 Kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto es prudente seleccionar una presión de 60 Kg/cm<sup>2</sup>.

Tabla 2.1: valores de presión por botellas

Presión PSI	N.- Botellas
20	30
50	60
100	80
300	150

La máquina a diseñar, constará de una cámara de presión la cual es accionada por un émbolo de presión con un diámetro 65 mm.

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} \quad (\text{ecuación 25})$$

Donde:

A = área efectiva de presión en (cm<sup>2</sup>).

D = diámetro del embolo de presión en 8 cm<sup>2</sup>

$$A = \frac{\pi * 8^2}{4}$$

$$A = 50.26\text{cm}^2$$

La fuerza necesaria para compactar plástico está dada por la siguiente fórmula:

$$F = P * A \quad (\text{ecuación 26})$$

Donde:

F = Fuerza necesaria para compactar plástico. (Kg/cm<sup>2</sup>)

P = Presión necesaria para compactar. (Bar)

A = Área efectiva de Presión. (cm<sup>2</sup>)

Se tiene:

$$A = 60 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 50\text{cm}^2 = F = 3000\text{kg}$$

### 3.11 Cálculo del Sistema Hidráulico

- Para una fuerza de prensado de  $F = 3000\text{kg}$
- Presión de servicio escogida  $P = 60 \text{ kg/cm}^2$

Despejando A de 1, tenemos:

$$A = \frac{F}{P} \quad (\text{ecuación 27})$$

$$A = \frac{3000}{60}$$

$$A = 50\text{cm}^2$$

El área está dada por la siguiente fórmula:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} \quad (\text{ecuación 28})$$

Donde:

A = área en  $\text{cm}^2$ .  $50\text{cm}^2$

D = diámetro en (cm).

Despejamos:

$$D = \sqrt{\frac{50 * 4}{\pi}}$$

$D \approx 8\text{cm}$

$D \approx 80\text{mm} \rightarrow$  Pistón

- **Selección del cilindro hidráulico**

Seleccionamos el siguiente diámetro normalizado de cilindro, correspondiente a 86 mm.

En los cilindros de doble efecto, la fuerza de avance está dada por la siguiente fórmula:

$$F_A = \frac{\pi}{4} D^2 P \eta_{cil} \quad (\text{ecuación 29})$$

Donde:

Fa = Fuerza de avance en (Kp).

D = Diámetro interior del cilindro en cm. → 6.5 cm.

P = Presión del fluido en 120kg/cm<sup>2</sup>

η = Rendimiento del cilindro. → 0.9

$$F_A = \frac{\pi}{4} 6.5^2 * 60 * 0.9$$

$$F_a = 3584 \text{ Kg.}$$

- **Cálculo de mangueras del sistema**

Para el cálculo del diámetro interior de las mangueras es preciso tener en cuenta el caudal y la velocidad media de circulación del fluido por el conducto.

Para una presión de trabajo de 150kg/cm<sup>2</sup>, tenemos una velocidad media del fluido de 3.5 m/s.

$$d = \sqrt{\frac{Q}{1.5 * \pi * V}} \quad (\text{ecuación 30})$$

Donde:

Q = Caudal en (l/min).

V = Velocidad media del fluido en (m/s).

$$d = \sqrt{\frac{19.9}{1.5 * \pi * 3.5}}$$

$$d = 1.21 \text{ cm} = 0.47 \text{ pul}$$

Manguera caucho sintético refuerzo de mallas enrolladas en espiral, cubierta de caucho sintético resistente a la abrasión.

### 3.12 Selección de la Central Hidráulica.

Cabe señalar que la central hidráulica está compuesta de: un depósito, un motor eléctrico, una bomba hidráulica, un filtro y una válvula de seguridad.

**a) Selección de la bomba.-** Las bombas hidráulicas tienen como objetivo transformar una energía mecánica en energía hidráulica. Las bombas, generalmente, se caracterizan por su caudal y presión.

El caudal es el volumen de aceite que entrega la bomba en unidad de tiempo, normalmente expresado en litros por minuto. El caudal necesario en la bomba para alimentar el sistema hidráulico de nuestra máquina va a estar dado por la siguiente fórmula:

$$Q = (1,5 * \pi * D^2 * V) \quad (\text{ecuación 31})$$

Donde:

Q = Caudal en l/min.

D = Diámetro interior del cilindro en cm. (6.5)

V = Velocidad del vástago en m/s.

$$Q = 1,5 * \pi * 6.5^2 * 0,1$$

$$Q = 19.9L / \text{min.}$$

La bomba debe cumplir con las siguientes características principales:

- Presión de trabajo de 30 bares.
- Caudal de 19.91 l/min.

Con estos dos datos ingresamos al catálogo y seleccionamos la bomba, para nuestro sistema Oleohidráulica. Se opta por una bomba de piñones paleta, consta de un rotor accionado por eje que gira dentro de una cavidad en forma ovalada.

Las paletas van alojadas en las ranuras del rotor, pudiendo desplazarse en sentido radial, hacia dentro y hacia fuera.

**b) Selección del filtro.-** La confiabilidad de una instalación hidráulica depende, fundamentalmente, de la limpieza de ésta. La función de un filtro es mantener el nivel de impurezas en un valor reducido y de esta manera evitar un desgaste prematuro de los elementos.

El fabricante de bombas en sus catálogos recomienda el grado de filtraje para su adecuado funcionamiento. Para una presión de 200 bares, recomienda un grado de filtraje de al menos 20 $\mu$ m.

**c) Válvula de seguridad.-** Tiene como misión controlar la presión del circuito, entregan una alta respuesta con un bajo diferencial entre la apertura y el flujo completo a presión.

**d) Selección de la válvula direccional.-** Con la válvula direccional se controla el arranque, la detención y la dirección del flujo, y con ello la dirección del movimiento y de detención de un cilindro hidráulico. Se opta por una válvula direccional de 4 conexiones y 3 posiciones accionada eléctricamente, es una válvula direccional para cilindros de doble efecto, llamada válvula direccional 4/3. Característica:

- Máximo caudal: 19.9 l/min.

### **3.13 Cálculo de Pérdidas de Presión en el Sistema.**

Cada vez que el fluido pasa, por cada uno de los componentes del sistema Oleohidráulica (válvulas reguladoras de presión, divisores de flujo, válvulas sobre presión, etc.), existen pérdidas de presión, lo que lleva necesariamente a una pérdida de potencia. Cabe mencionar, que nunca el fluido actúa al mismo tiempo por todas las vías del sistema Oleohidráulica, es decir, está la bomba enviando

fluido a los actuadores, o está descargando de estos últimos. Por lo tanto, no pueden suceder las dos cosas al mismo tiempo.

En este contexto es necesario encontrar el camino, por el cual se estén dando las peores condiciones, es decir, donde existan las mayores pérdidas de presión.

Los datos de pérdidas de presión de cada uno de los elementos, fueron obtenidos de las tablas que entregan los fabricantes.

### **3.14 Cálculo de la Potencia Hidráulica**

La potencia solicitada en el cilindro y mediante los cálculos anteriores la determinaremos según la siguiente ecuación:

$$PoH = (Q * P) / C \quad (\text{ecuación 32})$$

Donde:

- $PoH$  = Potencia Hidráulica solicitada sin pérdidas
- $Q = 19.9 \text{ Lt / min} = 5.26 \text{ Gal / min}$
- $C = \text{Constante} = 1428$

Por lo tanto:

- $PoH = ( 5,26 * 3046 ) / 1428$
- $PoH = 11,25 \text{ CV}$
- $PoH = 8,25 \text{ Kw}$

### **3.15 Cálculo de la Potencia Hidráulica en la Bomba**

La potencia al igual que la presión en la bomba estará determinada por la suma de la potencia necesaria en el cilindro, más las pérdidas de potencia sufridas en el sistema. Considerando que el circuito que genera una mayor pérdida son los elementos de presión conectados al cilindro, entonces se tiene:

P = Presión de Trabajo en el Cilindro

$\Delta P$  = Pérdidas de Presión

Pt = Presión Total

$$Pt = P + \Sigma \Delta P \quad (\text{ecuación 33})$$

- Lo mismo para las pérdidas de potencia

Pot = Potencia total (potencia de la bomba)

PoH = Potencia Hidráulica solicitada sin pérdidas

$\Delta P_o$  = Perdidas de potencia = 37,7 bar

$$Pot = PoH + \Sigma \Delta P_o \quad (\text{ecuación 34})$$

$$\Sigma \Delta P_o = (5.26 * 546,83) / 1428$$

$$\Sigma \Delta P_o = 2,01 \text{ CV}$$

$$\Sigma \Delta P_o = 1.48 \text{ Kw}$$

- Con esto se podrá determinar la potencia total o potencia de la bomba (Pot).  
Utilizando la ecuación (34).

$$Pot = PoH + \Sigma \Delta P_o \quad (\text{ecuación 35})$$

$$Pot = 8,28 \text{ Kw} + 1.48 \text{ Kw} = 9.76 \text{ Kw}$$

### 3.16 Cálculo Unidad Eléctrica.

Para el cálculo de la capacidad del motor, utilizaremos la siguiente fórmula:

$$W = P * Q * 0,00073$$

Donde:

W= Potencia requerida en (HP).

P = Presión de trabajo en (psi).

Q= Caudal de trabajo en (gpm).

De la ecuación

$$W = 1422 * 5,26 * 0,00073$$

$$W = 5.46 \text{ HP} \approx 5\text{HP}.$$

### 3.17 Selección del Fluido Hidráulico

Una selección adecuada del aceite asegura una vida y funcionamiento satisfactorios de los componentes del sistema, principalmente, de las bombas y motores hidráulicos y en general de los actuadores.

La viscosidad del aceite lubricante se expresa con un número SAE, definido por la Society of Automotive Engineers. Los números SAE están definidos como: 5W, 10W, 20W, 30W, 40W, etc.

#### **Descripción:**

El aceite ATF-D III, es un fluido especialmente formulado con aditivos y bases especiales para impartirle excelentes propiedades friccionales y comportamiento a bajas temperaturas; diseñado para las nuevas generaciones de transmisiones.

#### **Propiedad y características:**

- Presenta una gran estabilidad a la oxidación a altas temperaturas
- Presentan una gran estabilidad a la oxidación a altas temperaturas.
- Contiene aditivos anticorrosivos, anti desgaste, antiespumantes.
- No ataca las gomas, empacadoras y sellos de sistemas donde se usa.

#### **Características Típicas:**

Gravedad específica a 15 °C	08601
Viscosidad a 40°, cSt	37
Viscosidad a 100°C, Cst	7.7



Índice de Viscosidad	182
Punto de Fluidez, °C	-50
Punto de inflamación, COC °C	199
Color	rojo

### 3.18 Cálculo del Volumen de Fluido

La cantidad de fluido Oleohidráulica necesario, lo determina el volumen de los actuadores, más la cantidad que utilizan las mangueras, todo esto multiplicado por un factor de seguridad.

- De acuerdo al volumen del actuador.

- La cantidad de manguera estimada es de 5 metros, por lo tanto el volumen para un diámetro interior de 12.7 mm (diámetro de carga), es de 0,003817 m<sup>3</sup> o 3,8 lt  
Si se toma un coeficiente de seguridad de 3, para asegurarse que nunca falte fluido tenemos que:

$V_t = \text{volumen total}$

$V_t = (\text{volumen de lo actuadores} + \text{volumen total de mangueras})$

$V_t = 16 \text{ lt} + 3,8 \text{ lt} = 19.8 \text{ lt.}$

### 3.19 Cálculo Estructural.

#### a.- El acero.

Material en el que el hierro es predominante y cuyo contenido en carbono es, generalmente, inferior al 2% y contiene otros elementos. Aunque un limitado número de aceros puede tener contenidos en carbono superiores al 2% este es el límite habitual que separa el acero de la fundición". Por lo tanto se utiliza el acero laminado al caliente para la construcción de la estructura de la compactadora.

### **b.- Selección del acero.**

Para la construcción de la estructura de la compactadora se utiliza como materia prima el acero laminado al caliente estructural con un espesor de 5mm a 8mm con las fichas técnicas de:

Densidad 7850kg/m<sup>3</sup>.

Punto de ebullición 3000°C.

Carbono de 0.03-2.1%C

Resistencia mecánica de 42kgf/mm<sup>2</sup>

Elasticidad del acero  $2.058 \cdot 10^5$  (N/mm<sup>2</sup>)

### **c.- Partes principales de la estructura de la compactadora.**

- columnas verticales y horizontales
- 1 caja metálica
- 1 tapa metálica

### **d.- Columnas verticales y horizontales.**

Para construir las columnas verticales y horizontales con los ángulos laminados de acero se realiza las respectivas uniones mediante cordones de soldadura, no pueden hacerse cordones continuos a lo largo de todas las uniones de los ángulos, pues el calentamiento deformaría la lámina presentando torceduras considerables, se emplearán algunos puntos saltados en una cantidad que permita garantizar la unión entre ellas, para el cual se selecciona ángulos estructurales de 7.5mm de ancho por el espesor de 5mm, que soporta una longitud de pandeo de:

Donde:

Fp = fuerza de pandeo (Kg/cm<sup>2</sup>)

E = modulo de elasticidad (Kg/cm<sup>2</sup>)

I = momento de inercia

$L_p$  = longitud de pandeo de barra (cm<sup>2</sup>)

$$F_p = \frac{\pi \cdot E \cdot I}{I_p^2} \quad (\text{Ecuación 36})$$

$$F_p = \frac{\pi * 21.27 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} * 30 \text{kg/cm}^2}{(57600 \text{cm}^2)}$$

$$F_p = 0.034 \text{Kg/cm}^2$$

$$I_p = 2 \cdot L \quad (\text{Ecuación 37})$$

$$I_p = 240 \text{ cm}$$

#### **e.- Caja metálica.**

Para construir la caja metálica se busco el área, donde un operario pueda levantar un peso promedio de material compactado de plástico y papel de 20kg que ocupo una área total de 50m<sup>3</sup>, por lo tanto se utiliza planchas de acero laminado al caliente con un espesor de 6mm.

#### **f.- placa de la tapa principal**

para la construcción de la tapa que se encuentra acoplado al gato hidráulico se utiliza planchas de acero laminado al calor de 8mm, que ejerce una fuerza de 30Kg/m<sup>2</sup> o 400PSI en una área de 50cm<sup>2</sup>, parte fundamental de la estructura que soporta una fuerza total de la compactación, por lo tanto se realizan los siguientes cálculos.

### **3.21 Calculo de la placa de la tapa principal**

El espesor de la plancha laminado al calor que constituye la tapa principal de la maquina compactadora, es tema principal de investigación para el presente proyecto, porque de la rigidez de la lámina presenta el momento de la carga,

cuando se está compactando el material reciclado, depende la regularidad de la superficie. La sección transversal de la tapa de forma rectangular, garantiza que el peso de ésta y el empuje al suelo serán colineales.

El análisis de la placa plana sujetas a cargas normales es complicado, porque éstas flejan en todos los planos horizontales. Los desarrollos matemáticos de la fórmulas solo tienen el análisis de algunos casos específicos y, la mayoría de las fórmulas disponibles contienen un alto grado de empirismo

El estudio de la placa de la tapa principal, requiere hacer las siguientes suposiciones:

- La tapa plana principal está formada por una placa rectangular soldada al borde del vástago del gato hidráulico.
- Las fórmulas de cálculo son válidas, solo cuando la mayor deflexión que presenta la placa, que está totalmente cargada, es menor que la mitad del espesor de ésta, “Generalmente se recomienda ( $t \leq 0.4e$ ,  $e$  = espesor nominal y  $t$  = deflexión),

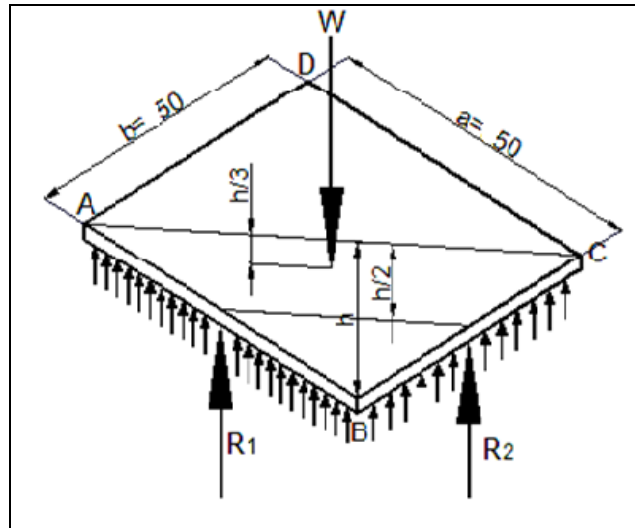
Entonces la deflexión de la placa de la tapa utilizado es  $0.4 \cdot 8\text{mm} = 3.2\text{mm}$ .

#### **a.- Grafico de deflexión**

- El máximo esfuerzo normal en tensión resultante de la carga, no debe superar el límite elástico del material
- Todas las cargas se suponen normales al plano de la placa

La sujeción de la lámina de acero al vástago del gato hidráulico se proyecta mediante un pin y cordones de soldadura, debido a esto la placa podrá considerarse como una placa rectangular con los bordes simplemente apoyados, como muestra la figura siguiente:

FIGURA 3.3 PLACA RECTANGULAR UNIFORMEMENTE CARGADA Y SIMPLEMENTE APOYADA



Fuente: tesis

En una placa de este tipo, las experiencias muestran que las esquinas pueden levantarse, por tanto la sección crítica es una diagonal, es de interés obtener el momento flector máximo con respecto a la diagonal AC. Sea  $w$  la carga por unidad de superficie debida a la presión y  $t$  el espesor de la placa. Por consiguiente la carga total es el producto del área de ésta por  $w$ , lo que se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$W = a * b * w \quad \text{(Ecuación 38)}$$

Donde:

$W$  = Carga total sobre la placa

$a$  = Lado de la placa

$w$  = Carga por unidad de superficie

$b$  = Lado de la placa

$$W = P * A \quad \text{(Ecuación 39)}$$

Donde:

$W$  = Carga total sobre la placa

$P$  = Presión

A = Área

$$A = \frac{\pi * \phi^2}{4} \quad (\text{Ecuación 40})$$

Donde:

A = Área

$\phi$  = diámetro

Desarrollo de la formula 39 para encontrar la carga total de la placa

$$W = P * A$$

$$W = 400 \frac{lb}{pul^2} * \frac{\pi * 65^2}{4} mm^2 \left[ \frac{1 pul^2}{25.4 mm^2} \right] \left[ \frac{1 kg}{2.2 lb} \right]$$

$$W = \frac{100 * \pi * 65^2}{25^2 * 2.2}$$

$$W = 965.32 Kg$$

Desarrollo de la formula 3.1 para encontrar la carga por unidad de superficie

$$W = a * b * w$$

$$w = \frac{W}{a * b}$$

$$w = \frac{965.32 Kg}{50 * 50 cm^2}$$

$$w = 0.39 \frac{Kg}{cm^2}$$

Si se considera la sección triangular ABC, la carga sobre ella será W/2 y estará ubicada en el centroide de la sección, esto es a una distancia h/3 de la diagonal, para que la placa permanezca horizontal, las reacciones R<sub>1</sub> y R<sub>2</sub> deben ser iguales, si se toma momentos con respecto a la diagonal AC se tiene:

$$M = (R_1 + R_2) \frac{h}{2} - W \frac{h}{3} = \frac{w.a.b}{2} * \frac{h}{2} - \frac{w.a.b}{2} * \frac{h}{3} = \frac{w.a.b.h}{12} \quad (\text{Ecuación 41})$$

El momento por unidad de longitud a lo largo de la diagonal se puede calcular mediante la fórmula siguiente:

$$M_1 = \frac{w.a.b.h}{12} * \frac{1}{\sqrt{a^2 + b^2}} \quad (\text{Ecuación 42})$$

Donde:

$M_1$  = momento flector unitario a lo largo de la diagonal

En la figura 43 por triángulos semejantes se puede escribir lo siguiente:

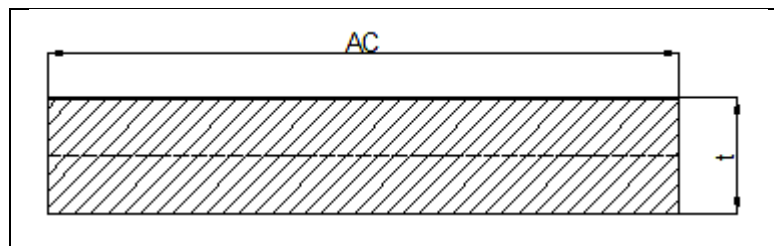
$$\frac{b}{\sqrt{a^2 + b^2}} = \frac{h}{a} \Rightarrow h = \frac{ab}{\sqrt{a^2 + b^2}} \quad (\text{Ecuación 43})$$

Reemplazando el valor de h, dado por la ecuación 43 en el ecuación 42 se tiene:

$$M_1 = \frac{w.a^2b^2}{12(a^2 + b^2)} \quad (\text{Ecuación 44})$$

La sección transversal de la placa de la figura 43 es la que se muestra en la figura:

Figura 3.4 Sección transversal de la placa



Fuente: Tesistas

Para la figura 3.4 el momento de inercia I, respecto a ejes ortogonales ubicados

en el centroide se puede escribir de la siguiente forma:  $I = \frac{AC * t^3}{12}$ , el módulo de

la sección es:  $W = \frac{I}{c}$ , c es la distancia desde el centroide a la fibra más lejana, en

este caso:  $c = \frac{t}{2}$ , reemplazando los valores de I y c en la fórmula del módulo se

tiene que el módulo de la sección es:  $W = \frac{AC * t^2}{6}$ , el módulo por unidad de

longitud, se obtiene dividiendo W para AC,  $\frac{W}{AC} = \frac{t^2}{6}$ , lo que se expresa de

acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\frac{I}{c} = \frac{t^2}{6} \quad (\text{Ecuación 45})$$

De acuerdo a la fórmula de Navier el esfuerzo normal por flexión en la placa a lo largo de la diagonal se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

Donde:

$\sigma$  = Esfuerzo normal por flexión.

$$\sigma = \frac{M}{I/c} = \frac{wa^2b^2}{12(a^2 + b^2)} * \frac{6}{t^2} = \frac{wa^2b^2}{2t^2(a^2 + b^2)} \quad (\text{Ecuación 46})$$

La carga por unidad de área w se puede calcular, dividiendo la carga debida a la presión horizontal plana, dada por la fórmula, para el área total de la placa de la tapa, como indica la operación siguiente:

$$W = a * b * w$$

$$w = \frac{W}{a * b}$$

$$w = \frac{965.32Kg}{50 * 50cm^2}$$



$$w = 0.39 \frac{Kg}{cm^2}$$

Reemplazando valores en la fórmula 3,9 se tiene:

$$\sigma = \frac{w * a^2 * b^2}{2t^2 * (a^2 + b^2)}$$

$$\sigma = \frac{0.39 \frac{Kg}{cm^2} * 50^2 * 50^2 * cm^4}{2 * 0.8^2 cm^2 * (50^2 + 50^2) cm^2}$$

$$\sigma = 380.85 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$\sigma = 380.85 \frac{Kg}{cm^2} \left[ \frac{9.8N}{1Kg} \right] \left[ \frac{10000cm^2}{1m^2} \right]$$

$$\sigma = 380.85 * 9.8 * 10000 \frac{N}{m^2} \left[ \frac{1MPa}{10^6Pa} \right]$$

$$\sigma = 37.32MPa$$

Para una lámina de acero estructural tipo ASTM A 1011 GRADO 33 laminada en caliente y espesores  $5 \leq t \leq 10 mm.$ , el límite de fluencia es de 230 MPa.

Como se puede ver el esfuerzo aplicado es muchísimo menor que el límite de fluencia, la teoría del Esfuerzo Normal Máximo da un factor de seguridad  $F_s$  que se puede calcular mediante la fórmula siguiente:

$$F_s = \frac{S_y}{\sigma}$$

$$F_s = \frac{230MPa}{37.32MPa}$$

$$F_s = 6.16$$

El valor del factor de seguridad es elevado, pero se debe tomar en cuenta que el espesor de la lámina, de 8 mm., garantiza la presencia de 1.84mm., para corrosión que es el valor que recomiendan los manuales, aunque en todo caso estos elementos deberán tener una cubierta de pintura. Para concluir la justificación es necesario calcular la deflexión máxima, que experimenta una placa plana rectangular, soportada en todos sus bordes que experimenta una distribución uniforme de carga en toda su superficie, el cálculo se puede hacer de acuerdo con la fórmula siguiente:

$$d = \frac{0.0284 * W}{E * t^3 \left( \frac{a}{a^3} + \frac{1.05 * a^2}{a^4} \right)} \quad \text{(Ecuación 47)}$$

47)

Donde:

W = Carga total sobre la placa [N]

a = Lado de la placa [mm]

t = Espesor de la placa [mm]

E = Módulo de elasticidad [N/mm<sup>2</sup>]

$$E_{\text{acero}} = 2.058 * 10^5 \frac{N}{mm^2}$$

Reemplazando valores en la fórmula 47 se tiene:

$$d = \frac{0.0284 * W}{E * t^3 \left( \frac{1}{a^2} + \frac{1.05}{a^2} \right)}$$

$$E_{\text{acero}} = 2.085 * 10^5 \frac{N}{mm^2} \left[ \frac{1Kg}{9.8N} \right] \left[ \frac{100mm^2}{1cm^2} \right]$$

$$E_{\text{acero}} = 21.27 * 10^5 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$d = \frac{0.0284 * 965.32 \text{Kg}}{21.27 * 10^5 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} * 0.8 \text{cm}^3 \left( \frac{1}{50 \text{cm}^2} + \frac{1.05}{50 \text{cm}^2} \right)}$$

$$d = \frac{27.41}{892.99} \text{cm} = 0.03 \text{cm}$$

$$d = 0.03 \text{cm} \left[ \frac{10 \text{mm}}{1 \text{cm}} \right]$$

$$d = 0.3 \text{mm}$$

Como se puede ver la deflexión está fuera de los límites aceptables

## CONCLUSIONES

- a. Con la realización del trabajo de grado se mejora la problemática que existe en la acumulación de material reciclado, como parte de la solución se realizó el diseño y construcción de una máquina compactadora.
- b. Luego de un análisis de los resultados obtenidos mediante la aplicación de las encuestas a docentes y estudiantes se comprobó que es necesario el diseño y construcción de una compactadora de plástico y papel.
- c. Al realizar las pruebas de compactación en la máquina construida según el diseño realizado, se pudo constatar que se cumplen los objetivos planteados de manera satisfactoria, ya que se logró una compactación eficiente.
- d. La prensa electrohidráulica que proporciona la fuerza de compactación, fue diseñada en base a los modelos básicos de este tipo de máquinas, y presenta una gran versatilidad puesto que puede ser empleada en trabajos de compactación del plástico o papel.
- e. La máquina está conformada por elementos sencillos, de fácil construcción, y materiales de gran disponibilidad en el mercado local, esto permite a futuro construir este tipo de máquinas, mejorando cada vez su diseño, y disminuyendo los costos de producción.
- f. La reducción del plástico y papel a través de la compactación resulta efectiva en cuanto a reducción de volumen y ahorro de costos de transporte.

## RECOMENDACIONES

- a. Continuar operando la Compactadora electrohidráulica con el fin de reducir el material reciclado en le CEYPSA y al mismo tiempo abaratar costos de operación y transporte.
- b. Al momento de operar la máquina el operador debe hacerlo siguiendo las estrictas normas de seguridad con el fin de evitar accidentes laborales.
- c. Es recomendable seguir las normas de prevención que detallan en el manual de mantenimiento y operación, para evitar daños materiales y humanos y alargar la vida útil de la compactadora.
- d. Situar la máquina en un ambiente limpio libre de polvo, lluvia y vibraciones, para evitar cualquier falla de funcionamiento de la misma, y en especial el gato hidráulico.
- e. En caso de sufrir daños o desgaste de algún componente, reemplazarlo por otro de las mismas características establecidas en la construcción respectiva.