



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica

DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA FABRICAR TEJAS DE CONCRETO

René Alexander Rosas Adqui

Asesorado por el Ing. Milton Alexander Fuentes Orozco

Guatemala, mayo de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA FABRICAR TEJAS DE CONCRETO

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

RENÉ ALEXANDER ROSAS ADQUI

ASESORADO POR EL ING. MILTON ALEXANDER FUENTES OROZCO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO MECÁNICO

GUATEMALA, MAYO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Luis Eduardo Coronado Noj
EXAMINADOR	Ing. Carlos Aníbal Chicojay Coloma
EXAMINADOR	Ing. Carlos Enrique Chicol Cabrera
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA FABRICAR TEJAS DE CONCRETO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica, con fecha 8 de agosto de 2013.



René Alexander Rosás Adqui

Guatemala, 19 de marzo de 2014

Ingeniero
Julio Cesar Campos Paiz
Director de la Escuela de Mecánica
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Estimado Ingeniero:

Atentamente me dirijo a usted, para hacer constar mi aprobación, del punto de Trabajo de Graduación "**DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA FABRICAR TEJAS DE CONCRETO**". Elaborada por el alumno René Alexander Rosas Adqui con carné 200715153, el cual cumple con todos los requisitos y objetivos para los que fue propuesto.

Por lo anterior al haber efectuado el alumno todas las observaciones y recomendaciones que en su oportunidad se le indicaron, como asesor del trabajo de Graduación, apruebo el contenido de la misma.

Atentamente

Milton Alexander Fuentes Orozco
INGENIERO MECÁNICO
COLEGIADO No. 8189

Ing. Mecánico

Milton Alexander Fuentes Orozco

Colegiado No. 8189



USAC

TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ingeniería Mecánica

Ref.E.I.Mecanica.58.2014

El Coordinador del Área de Diseño, de la Escuela de Ingeniería Mecánica, luego de conocer el dictamen del Asesor y habiendo revisado en su totalidad el trabajo de graduación titulado **DISEÑO DE UNA MAQUINA PARA FABRICAR TEJAS DE CONCRETO**, del estudiante **Rene Alexander Rosas Adquí**, carnet No. **200715153**, recomienda su aprobación.

"Id y Enseñad a Todos"



Ing. Alvaro Antonio Avila Pinzón
Coordinador del Área de Diseño
Escuela de Ingeniería Mecánica

Guatemala, marzo de 2014.





Ref.E.I.Mecanica.102.2014

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, con la aprobación del Coordinador del Área de Diseño, del trabajo de graduación **DISEÑO DE UNA MAQUINA PARA FABRICAR TEJAS DE CONCRETO**, del estudiante **Rene Alexander Rosas Adquí, carnet No. 200715153**, procede a la autorización del mismo.

"Id y Enseñad a Todos"


Ing. Julio César Campos Paiz
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica

MA Ing. Julio César Campos Paiz
DIRECTOR
Esc. Ingeniería Mecánica

Guatemala, mayo de 2014.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA FABRICAR TEJAS DE CONCRETO**, presentado por el estudiante universitario: **René Alexander Rosas Adquí** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, mayo de 2014

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Con toda humildad, por ser el creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando he estado a punto de caer.
- Mis padres** Leandro René Rosas Donis y María Dolores Adqui Urizar de Rosas, que han sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difíciles.
- Mi hija** Dafne Alessandra Rosas Archila, por ser fuente de inspiración y coraje para seguir el camino del saber.
- Mis hermanos** Wilson, Melvin y Javier Rosas Adqui, por ser una importante influencia en mi vida, apoyo y colaboración en mi carrera.
- Mis sobrinos** Bryan, Anibal y Esmeralda Rosas López
- Mi familia** Tios, tias, primos, primas que de una u otra manera hicieron presencia en mi camino.
- Mis amigos** Por los momentos de apoyo incondicional y esfuerzos que al final obtuvieron el fruto.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por permitirme alcanzar los conocimientos adecuados y obtener este gran logro.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme la sabiduría y la luz para alcanzar la meta deseada.
Mis amigos de la Facultad	Del grupo de ingeniería mecánica por sus palabras y ayuda incondicional.
Ing. Julio Campos	Por brindarme su apoyo profesional en el desarrollo de mi carrera.
Lic. Álvaro Guillen	Por su apoyo al compartir sus conocimientos y poder desarrollarlos.
Ing. Milton Fuentes	Por brindarme su apoyo y asesoramiento en mi trabajo de graduación.
AC Consultores y Auditores	Por brindarme su apoyo incondicional y motivación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. DESCRIPCION GENERAL	1
1.1. ¿Qué es una teja?	1
1.2. Propiedades específicas de una teja	5
1.2.1. Impermeabilidad	5
1.2.2. Resistencia mecánica.....	5
1.2.3. Durabilidad.....	6
1.2.4. Dimensiones geométricas	7
1.3. Tipos de tejas	7
1.3.1. Teja romana.....	7
1.3.2. Teja veneciana	8
1.3.3. Teja doble romana.....	9
1.3.4. Teja plástica.....	10
2. MÉTODOS PARA LA FABRICACIÓN DE TEJAS.....	11
2.1. Materiales de construcción para la teja	11
2.2. Método artesanal.....	15
2.3. Método semiartesanal	26

3.	DISEÑO DE LA MÁQUINA PARA FABRICAR TEJAS	33
3.1.	Cimentación	33
3.1.1.	Materiales para la cimentación	33
3.1.2.	Tipos de anclaje	34
3.2.	Descripción de los procesos de manufactura.....	35
3.2.1.	Ensamble de bastidor o carcasa	37
3.2.2.	Proceso de unión	37
3.2.2.1.	Soldadura eléctrica por arco.....	38
3.2.2.2.	Uniones roscadas.....	41
3.3.	Sistema de transmisión de fuerza	47
3.3.1.	Rodamientos	48
3.3.2.	<i>Sprockets</i>	51
3.3.3.	Cadenas	53
3.4.	Descripción del sistema hidráulico	60
3.4.1.	Planos del sistema hidráulico	65
3.4.2.	Conductos hidráulicos	66
3.4.3.	Componentes hidráulicos	68
3.4.4.	Bomba.....	70
3.5.	Descripción del sistema eléctrico	71
3.5.1.	Planos eléctricos	71
3.5.2.	Calibre de cables.....	73
3.5.3.	Componentes eléctricos	79
3.5.4.	Motores eléctricos	82
3.6.	Configuración de máquina para fabricar tejas.....	83
3.6.1.	Flujograma	87
4.	MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MÁQUINA.....	91
4.1.	Tipos de lubricantes	91
4.1.1.	Aceite lubricante.....	92

4.1.2.	Grasas	95
4.2.	Tipos de lubricación.....	98
4.3.	Puntos de lubricación de la máquina para fabricar tejas	99
4.4.	Componentes principales de la máquina.....	100
4.4.1.	Bastidor o carcasa	102
4.4.2.	Caja de extrusión.....	103
4.4.3.	Sistema eléctrico	106
4.4.4.	Sistema hidráulico	111
4.4.5.	Sistema de transmisión	114
CONCLUSIONES		119
RECOMENDACIONES		121
BIBLIOGRAFÍA		123
ANEXOS		125

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de la utilización del barro por primera vez	2
2.	Piezas de barro	2
3.	Resistencia (%) vs. días.....	6
4.	Teja romana	8
5.	Teja veneciana	9
6.	Teja doble romana	9
7.	Teja plástica	10
8.	Obtención de materia prima	16
9.	Obtención arena blanca	16
10.	Pila de remojo	17
11.	Gradilla para darle forma a la teja	17
12.	Galápago.....	18
13.	Llenado de gradilla (paso 1).....	19
14.	Llenado de gradilla (paso 2).....	19
15.	Forma final de la teja.....	20
16.	Colocación de la teja en el galápago	20
17.	Teja puesta en el galápago	21
18.	Colocación de la teja en el área de secado.....	21
19.	Colocación de las tejas en parejas.....	22
20.	Horno de tejas y ladrillos	24
21.	Producto terminado	26
22.	Arena para teja.....	27

23.	Arena lista para la mezcla.....	27
24.	Mezclado de los materiales	28
25.	Gradilla de la teja	29
26.	Llenado de la gradilla.....	29
27.	Colocación de la teja en el molde	30
28.	Moldes llenos de tejas	31
29.	Fraguado de la teja	31
30.	Curado de las tejas	32
31.	Anclaje tipo “L”	34
32.	Procesos de manufactura	36
33.	Corriente en “A” para electrodos de acero dulce	41
34.	Nomenclatura para roscas de tornillos.....	42
35.	Perfil de roscas métricas internas y externas	43
36.	Rosca ACME	43
37.	Rosca cuadrada.....	44
38.	Rosca americana	44
39.	Rosca <i>whitworth</i>	45
40.	Rosca ordinaria y fina	46
41.	Tipos de cargas en los rodamientos de bolas.....	49
42.	Serie de rodamientos de bolas	51
43.	Velocidades angulares entre <i>sprockets</i>	53
44.	Perfil de cadena	55
45.	Planos sistema hidráulico	65
46.	Rugosidad de la pared de un tubo	66
47.	Esquema de la bomba hidráulica.....	71
48.	Plano eléctrico motor de 3 HP	72
49.	Plano eléctrico motor 2HP	73
50.	Diagrama variador de frecuencia.....	81
51.	Vista frontal de máquina	83

52.	Vista lateral derecha de la máquina	84
53.	Vista lateral izquierda de la máquina.....	85
54.	Vista isométrica de la máquina	86
55.	Flujograma del producto en la máquina	87
56.	Cimentación y anclaje	90
57.	Aditivos inhibidores y mejoradores.....	93
58.	Cuadro sinóptico de los elementos de la máquina.....	101
59.	Actividad de pintura.....	102
60.	Revisión de corrosión y soldadura	103
61.	Revisión de desgaste	104
62.	Medida de diámetros y largos	104
63.	Medición axial del cilindro mecánico	105
64.	Medición eje de alabes.....	105
65.	Juego axial eje de alabes.....	106
66.	Revisión de <i>brackers</i>	107
67.	Revisión de contactores	108
68.	Revisión de guarda motor	109
69.	Revisión de variadores de frecuencia	110
70.	Prueba de bomba hidráulica	111
71.	Actividades del cilindro hidráulico	112
72.	Revisión de válvula de control.....	113
73.	Cambio de aceite caja reductora.....	114
74.	Desgaste y lubricación de cadena	115
75.	Desgaste y lubricación de rodamiento	116
76.	Revisión de sellos y retenedores	117
77.	Desgaste y lubricación de <i>sprockets</i>	118

TABLAS

I.	Dimensiones de las tejas	7
II.	Granulometría de los materiales	14
III.	Lista seleccionada de roscas e tornillos ISO	45
IV.	Dimensiones de cadenas de transmisión	56
V.	Factores de servicio para cadenas de un solo ramal.....	58
VI.	Factores de servicio para cadenas de rodillos múltiples	58
VII.	Variación de la viscosidad con la temperatura.....	61
VIII.	Viscosidad de algunos líquidos.....	62
IX.	Valores de diseño de la rugosidad de tubos	67
X.	Serie de cilindro hidráulico	69
XI.	Serie de bomba utilizada	70
XII.	Fórmulas de obtención cp y kw.....	74
XIII.	Capacidad de conducción para conductores de 0 a 2 000 V	76
XIV.	Factor de corrección de temperatura	77
XV.	Factores de ajuste para más de tres conductores	77
XVI.	Tamaño nominal de los conductores de puesta a tierra	78

GLOSARIO

Abrasión	Consecuencia del desgaste por medio de la fricción.
Abstracción	Acción o efecto de separar un objeto de los otros.
Arrosiar	Acción de alimentar o abastecer de combustible el horno para cocer las tejas.
Barro	Material hecho de una mezcla de agua y arcilla o tierra rojiza que se moldea.
Caolín	Arcilla blanca muy pura usada principalmente para la fabricación de porcelana.
Cizallable	Elemento que puede ser cortado en frío.
Coloide	Sustancia de partículas muy pequeñas dispersas en un medio continuo sin llegar a formar una auténtica disolución.
Criba	Utensilio que se emplea para limpiar el polvo y otros sólidos no deseados con que se haya mezclado.
Disgregar	Separar las partículas de una sustancia cuando esta se disuelve en un líquido.

Escoria	Sustancia de desecho que contiene las impurezas de los metales cuando se funden.
Estibar	Colocar materiales u objetos sueltos de forma que ocupen el menor espacio posible.
Extruir	Proceso de pasar material (aluminio, plástico, pasta) a través de un dado que le da forma.
Gres	Pasta cerámica vitrificado compuesta por arcilla plástica y arena con cuarzo.
Hélice	Línea curva de longitud definida en forma cónica que da vueltas sin cerrarse.
Pigmento	Sustancia natural o artificial que da color y que se usa en la fabricación de pinturas.
Silicatos	Sal formada a partir de un ácido del silicio y una base.
Tenaz	Acción o efecto de oponer resistencia para romperse o separarse.
Untuosidad	Característica principal de la sustancia que es grasa o pegajosa.
Viscosidad	Resistencia que ofrece un fluido al movimiento relativo de sus moléculas.

RESUMEN

La elaboración de la teja por métodos artesanales conlleva un gasto de tiempo, fuerza física de los trabajadores, descontrol en la materia para su elaboración, baja compactación del material en la construcción de la teja, aumento del peso de cada una, por no tener un patrón de construcción, que viene siendo afectado en el número de tejas que se realizan en un día laboral.

Por lo que el diseño de esta máquina podrá proporcionar las facilidades de elaborar de una manera más rápida, cómoda y con mejor manejo de la materia prima, manteniendo el peso adecuado de la teja y elaborando una producción en serie.

Proporcionará de esta manera menos contacto del trabajador con la materia prima, proporcionándole el equipo adecuado para desarrollar sus actividades y evitar las lesiones en la piel y desgaste físico excesivo.

La tecnología utilizada en este tipo de diseño es pensado en la reducción de energía física, aplicando la ergonomía en las partes de manejo de la máquina y el ahorro energético que se obtendrá de acuerdo al diseño eléctrico, que a través de variadores de frecuencia disminuirá el arranque prematuro de los motores, aumentándole su vida útil y evitará los picos de energía que se generan en el momento de arranque, un motor sin este tipo de equipos eléctricos no cuenta con protecciones y sin gobernación en su consumo energético, lo que conlleva a un gasto excesivo de corriente y desgaste en sus partes vitales de funcionamiento.

OBJETIVOS

General

Diseñar una máquina para fabricar tejas de concreto.

Específicos

1. Diseñar una máquina que tenga la velocidad necesaria para cubrir la demanda en el mercado.
2. Seleccionar los materiales adecuados para garantizar la durabilidad de la misma.
3. Instalar los equipos adecuados que vayan de acuerdo con la tecnología para reducir consumos de energía.

INTRODUCCIÓN

Desde las épocas antiguas se han ido implementando sistemas para agilizar los procesos de trabajo, los mecanismos ya no solo se quedaron en una simple palanca, una simple rueda, sino la inteligencia del hombre ha hecho que todo esto evolucione.

Los mecanismos son de una manera más compleja como lo es la biela manivela, la leva con su seguidor, entre otros. La idiosincrasia del ser humano lo ha llevado al diseño de maquinaria, la cual lo han llevado a hacer producciones en serie y con exactitudes mucho más asertivas.

En el proceso de fabricación de tejas en Guatemala, en su mayoría, aún es un proceso artesanal en el cual las personas que trabajan en la elaboración de las mismas, utilizan pies y manos como mezclador de la arcilla con el agua, haciendo de este un proceso demasiado largo, cansado y mal remunerado.

Surgiendo de esta manera la necesidad de diseñar una máquina que realice las tejas de una manera simétrica, utilizando la cantidad de material necesario, reduciendo el tiempo invertido y aumentando la producción.

En función de lo anterior, se propone el presente proyecto llenando las expectativas que sustituyen la deficiencia de método artesanal, en busca de mayores beneficios, tanto económico como social.

1. DESCRIPCION GENERAL

1.1. ¿Qué es una teja?

“Registros antiguos nos indican que en las civilizaciones antiguas la gente tenía techos hechos de paja, ramas y hojas con pendientes inclinadas para facilitar el flujo de la lluvia; sin embargo este tipo de materiales no impedían que el agua o las inclemencias del tiempo penetraran dentro de las casas de aquella época.

Alrededor del año 2000 A.C. se empezó a utilizar el barro para fabricar tejas para techo en las civilizaciones mesopotámicas alrededor de los ríos Tigris y Éufrates y casi al mismo tiempo se empezaron a fabricar en China.

Posteriormente en Inglaterra se empezó a utilizar la piedra o pizarra como elemento para recubrir los techos”.¹

¹ (mextile, 2013)

Figura 1. **Ubicación de la utilización del barro por primera vez**



Fuente: [http://www.mextile.com.mx/fes/historia Teja](http://www.mextile.com.mx/fes/historia%20Teja). Consulta: diciembre de 2013.

Figura 2. **Piezas de barro**



Fuente: <http://www.mextile.com.mx/fes/queEsTeja.aspx>? Consulta: diciembre de 2013.

La forma de las piezas y los materiales de elaboración son muy variables: las formas pueden ser regulares o irregulares, planas o curvas, lisas o con acanaladuras y salientes; respecto a los materiales pueden ser cerámicas (elaborada con barro cocido), plásticas y bituminosas (fabricadas con polímeros plásticos derivados del petróleo u otra materia prima), de madera, de piedra (como la pizarra). Un tejado tiene dos piezas fundamentales: la teja canal (abreviadamente: la canal), que recoge las aguas de lluvia, llevándolas fuera del perímetro de la construcción, y la pieza o teja cobija (abreviadamente: "la cobija"), que tapa la junta entre las canales.

La forma de las piezas varía según las épocas, culturas y regiones, aunque su uso fue similar, evolucionando a lo largo de los siglos. Algunos tipos de tejas se pueden clasificar, por la forma, en: teja romana, teja veneciana, teja doble romana y plásticas.

La teja plástica aísla el calor, cuenta con variedad de colores, es fácil de instalar, termo acústica, no se herrumbra, no se corroe. Los dos tipos primordiales son: tapa de cumbrera y tapa canoas. Las piezas especiales son de variadas formas, y están destinadas a solucionar los puntos singulares del tejado, como las "limas" (limatesas, aristas convexas, y lima hoyas, aristas cóncavas), encuentros con otros elementos, y puntos singulares.

La teja de concreto es un producto de alta calidad que fusiona la belleza y las cualidades estéticas tradicionales, con las bondades que aporta el concreto. En el proceso de producción se utilizan diferentes cantidades de cemento, arena, agua y pigmentos para producir las tejas. En la parte final del proceso de producción se introducen las tejas a cámaras de curado a temperaturas y humedades constantes para lograr obtener un producto de la más alta calidad en el mercado.

El resultado de este proceso es un producto de apariencia muy natural, el cual ofrece mayor durabilidad que cualquier otro producto similar. La teja de concreto aporta otras ventajas desde el punto de vista funcional (ej.: mayor protección contra las inclemencias del tiempo, mejor ensamble, mayor impermeabilidad, facilidad de instalación, etc.).

La teja de concreto es un producto que no es combustible y por lo mismo ofrece protección contra incendios. Por último cabe resaltar que la teja de concreto es considerada un producto que está en armonía con el medio ambiente ya que no se utilizan combustibles durante su proceso de producción.

Las tejas hechas de barro y piedra, vinieron a sustituir los materiales como la paja y las hojas, y revolucionaron inmediatamente la manera de proteger las casas en el mundo antiguo.

Gracias a las cualidades técnicas e impermeables que ofrecía la teja, su utilización pronto se extendió por todo el mediterráneo siendo utilizada por griegos y romanos.

Con el paso del tiempo el uso de la teja se extendió por todo el continente Europeo, no solo por sus ventajas de funcionalidad, sino también por su estética y belleza; la teja otorgaba a los hogares esa sensación de buen gusto que tanto distingue a las casas que utilizan este material.

A lo largo del tiempo se fueron haciendo tejas de distintas formas y estilos y la teja se fue convirtiendo en un elemento de construcción clásico, que llegó para quedarse y que además ha acompañado a la humanidad a lo largo de la historia.

Los estilos de teja es una herramienta importante que se utilizó para facilitar el uso de plantillas.

1.2. Propiedades específicas de una teja

A continuación se enumerarán las propiedades que aseguran que una teja sea apta para la construcción.

1.2.1. Impermeabilidad

Es la capacidad que tiene un objeto (que es el caso de la teja) en ser traspasado por el agua o por otro tipo de líquido.

La impermeabilidad de la teja se logra a través de la masa de materiales que se utilizan en el concreto, por consiguiente es importante que las técnicas, tanto de preparación como de colocación de los materiales sean las adecuadas. El grado de impermeabilidad del concreto aumenta cuando se obtiene un material altamente compacto, es decir un mínimo contenido de vacíos.

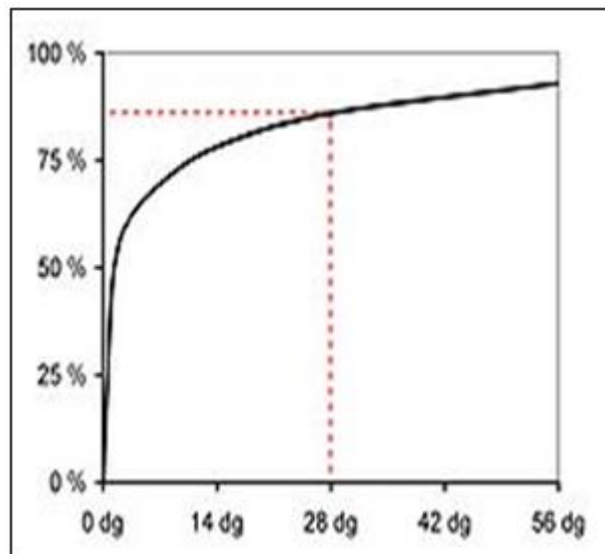
1.2.2. Resistencia mecánica

La resistencia mecánica a compresión del concreto u hormigón es de 150 a 500 kg/cm² (15 a 50 MPa), existiendo así también concreto de alta resistencia que alcanza hasta los 2 000 kg/cm² (200 MPa).

La mezcla de concreto utilizada para la realización de las tejas debe alcanzar niveles superiores a los 250 kg/cm². Adquiriendo un tiempo de endurecimiento progresivo dependiendo de la temperatura, humedad y otros parámetros.

La mitad de la resistencia la adquiere en las 24 a 28 horas de haber realizado la mezcla y en 4 semanas prácticamente se adquiere la resistencia máxima.

Figura 3. **Resistencia (%) vs. días**



<http://www.mextile.com.mx/fes/queEsTeja.aspx>? Consulta: diciembre de 2013.

1.2.3. **Durabilidad**

Las tejas de concreto tienen una vida útil muy prolongada, ya que no están fabricadas con materiales arcillosos como el barro que se van debilitando y acumulan hongos con el tiempo.

1.2.4. Dimensiones geométricas

Las dimensiones geométricas son similares, ya que lo único que va cambiado es la forma interna de la teja dependiendo del estilo que sea, dentro de los modelos que se mencionaron anteriormente están: teja romana, teja veneciana, teja doble romana y la teja plástica tienen las siguientes dimensiones:

Tabla I. Dimensiones de las tejas

DESCRIPCION	ANCHO (mts.)	LARGO (mts.)	PESO UNITARIO (Lbs.)	UNIDADES (mts ²)
Teja Romana	0,33	0,42	10	10
Teja Veneciana	0,33	0,42	10	10
Teja Doble Romana	0,33	0,42	10	10

Fuente: elaboración propia.

1.3. Tipos de tejas

A continuación se enumerarán los tipos de tejas más comerciales como lo son:

1.3.1. Teja romana

Es un tipo de teja empleada para cubrir cubiertas inclinadas. Se caracteriza por su aspecto rectangular y por tener la pieza canal plana, con los bordes laterales levantados y la cobija curva.

Se fabricaban de piedra y de alfarería. Las denominadas tejas romanas son una adaptación moderna de la tégula romana (de dos piezas), se diferencia de esta en poseer la canal y la cobija en una misma pieza.

Figura 4. **Teja romana**



Fuente: <http://www.mextile.com.mx/fes/queEsTeja.aspx>. Consulta: diciembre de 2013.

1.3.2. Teja veneciana

Es un tipo de teja empleada también para cubrir el tipo de cubiertas inclinadas. Se caracteriza por su aspecto rectangular y por tener la pieza canal en forma de arco, con los bordes que contiene la forma inversa el uno del otro para que sea su forma de enclavamiento en el momento que se coloca en el techo.

Figura 5. **Teja veneciana**



Fuente: www.mextile.com.mx/fes/queEsTeja.aspx? Consulta: diciembre de 2013.

1.3.3. **Teja doble romana**

Es un diseño italiano con óptimos acabados, por ser de concreto posee varios colores, puede colocarse con una pendiente mínima del 18 %.

Figura 6. **Teja doble romana**



Fuente: www.mextile.com.mx/fes/queEsTeja.aspx? Consulta: diciembre de 2013.

1.3.4. Teja plástica

Este tipo de teja es de apariencia similar a la de arcilla tradicional siendo de un material mucho más liviano que la teja de concreto, el material es termoacústico, aísla el calor, el frío y el ruido.

Siendo fácil de cortar, estibar y transportar; tiene medidas geométricas de: 1 metro de largo por 0,5 metros de ancho, teniendo menos tejas por metro cuadrado y por ende menos peso en el techo.

Figura 7. Teja plástica



Fuente: www.greenconceptschoices.com. Consulta: diciembre de 2013.

2. MÉTODOS PARA LA FABRICACIÓN DE TEJAS

2.1. Materiales de construcción para la teja

Generalmente, se puede definir a las arcillas como rocas sedimentarias compuestas de uno o varios minerales, ricas en silicatos hidratados de aluminio, hierro o magnesio, alúmina hidratada u óxido férrico, con predominio de partículas de tamaño coloidal o casi coloidal, dotada comúnmente de plasticidad cuando está suficientemente pulverizada y humedecida, rígida cuando está seca y vítrea cuando se calcina a suficiente temperatura.

Los principales elementos químicos constituyentes de las arcillas son átomos de silicio, aluminio, hierro, magnesio, hidrógeno y oxígeno.

Las arcillas se emplean como materiales de ingeniería debido a su resistencia mecánica, dureza, resistencia al calor y a la corrosión elevada, así como a sus propiedades eléctricas, magnéticas y ópticas deseables.

El conocimiento de la estructura de un material de construcción, como es el caso de la arcilla, es indispensable para comprender sus propiedades, y en definitiva, para resolver el problema práctico de dónde y cómo utilizarlo a fin de lograr el mayor efecto técnico económico.

Una gran ventaja de las arcillas es que con frecuencia son resistentes al ataque químico por gases, líquidos e incluso materiales fundidos a elevada temperatura.

Ello, combinado con su extraordinaria resistencia a la alta temperatura, las hace adecuadas para aplicaciones como recubrimientos resistentes a la temperatura, para hornos (refractarios), aislantes e incluso como componentes mecánicos como discos y álabes de turbinas, así como componentes diversos para máquinas de combustión interna.

El principal uso de las arcillas comunes en Guatemala, se da en el campo de la cerámica de construcción: tejas, ladrillos, tubos, baldosas, etc., alfarería tradicional, lozas y azulejos. Uso al que se destinan desde los comienzos de la humanidad. Prácticamente todas las arcillas son aptas para estos usos, primando las consideraciones económicas.

Asimismo, son utilizadas en la manufactura de cementos, como fuente de alúmina, sílice y en la producción de áridos ligeros (arcillas expandidas).

Dependiendo de su contenido mineralógico, también se utilizan en la fabricación de papel, fabricación de materiales cerámicos como porcelana, gres, loza sanitaria o de mesa, electro cerámica, y de refractarios, aislantes térmicos y cementos, carga de abonos, pesticidas y alimentos para animales.

La industria química consume cantidades importantes en la fabricación de sulfato, fosfato y cloruro de aluminio, así como para la fabricación de zeolitas sintéticas. También se utiliza para la obtención de catalizadores y fibras de vidrio.

La industria farmacéutica utiliza caolín como elemento inerte en cosméticos y como elemento activo en absorbentes estomacales.

Los lugares donde se encuentran yacimientos de arcilla en Guatemala son: Chinautla, Chimaltenango, El Progreso, Rabinal, Salamá, Totonicapán, Jalapa, Mixco y Guatemala.

- Teja de concreto

Para la teja de concreto, los materiales utilizados son:

- Cemento

Características generales:

Es el principal conglomerante hidráulico que se conoce, se deriva del vocablo “CEMENTUM” (Participio del verbo arcaico latino) Cementar, yacer o reposar, el cual puede mezclarse con otros elementos como el agua, formando una pasta llamada lechada, que es originalmente plástica, según las reacciones del agua comienza a endurecerse, en este periodo de fraguado todavía es posible remover el material y volverlo a mezclar, sin perjuicios, pero cuando avanzan las reacciones entre cemento y agua, la masa pierde su elasticidad, no pudiéndose remover, porque perderá su resistencia, siendo este proceso, el fraguado inicial de 45 a 60 minutos.

Una vez que la masa ha perdido su elasticidad, la acción química continúa ganando dureza y resistencia, hasta que llega a endurecer o al punto del fraguado final y este se estima entre 9 y 10 horas.

- Arena

La arena es un conjunto de partículas de rocas disgregadas. En geología se denomina arena al material compuesto de partículas cuyo tamaño varía entre 0,063 y 2 milímetros (mm).

Una partícula individual dentro de este rango es llamada “grano de arena”. Una roca consolidada y compuesta por estas partículas se denomina arenisca. Las partículas por debajo de los 0,063 mm y hasta 0,004 mm se denominan limo, y por arriba de la medida del grano de arena y hasta los 64 mm se denominan grava.

- Granulometría

Dentro de la clasificación granulométrica de las partículas del suelo, las arenas ocupan el siguiente lugar en el escalafón:

Tabla II. **Granulometría de los materiales**

Partícula	Tamaño
Arcillas	< 0,0039 mm
Limos	0,0039-0,0625 mm
Arenas	0,0625-2 mm
Gravas	2-64 mm
Cantos rodados	64-256 mm
Bloques	>256 mm

Fuente: Theodoris, Marina. Mass of a Grain of Sand. Consulta: 19 de agosto de 2013.

- Pigmento

Colorantes a base de óxidos metálicos en polvo para cemento y sus derivados, cal y yeso.

- Características

Todos los tipos están integrados por pigmentos óxidos metálicos sintéticos (óxido de hierro, óxido de cromo y dióxido de titanio), inorgánicos, insolubles en agua, resistentes a los álcalis e inalterables frente a la luz solar y cualquier agente atmosférico.

- Aplicaciones

Morteros para pigmentación de llaga obra vista, empleando cemento blanco o gris, según el caso, se puede igualar el color de la llaga con el del material colocado (ladrillo, bloque, piedra natural, etc.), o por el contrario provocar un contraste.

2.2. Método artesanal

Para empezar a fabricar las tejas en forma artesanal, se extrae la tierra o arcilla de los yacimientos con herramientas manuales ayudándose de una carreta, obteniéndose de la misma manera la arena blanca.

Figura 8. **Obtención de materia prima**



Fuente: biblio2.ugb.edu.sv/bvirtual/8900/capitulo4.pdf. Consulta: 19 de agosto de 2013.

Figura 9. **Obtención arena blanca**



Fuente: biblio2.ugb.edu.sv/bvirtual/8900/capitulo4.pdf. Consulta: 19 de agosto de 2013.

Luego se mezclan los elementos en una pila, donde se le agrega suficiente agua y se deja remojar durante un día calculando la cantidad de barro o arcilla para un día o día y medio de trabajo.

Figura 10. **Pila de remojo**



Fuente: biblio2.ugb.edu.sv/bvirtual/8900/capitulo4.pdf. Consulta: 19 de agosto de 2013.

Se extrae el barro de la pila y se lleva a un amasador donde mezclan y se alistan ya para empezar a fabricar las tejas.

Figura 11. **Gradilla para darle forma a la teja**



Fuente: biblio2.ugb.edu.sv/bvirtual/8900/capitulo4.pdf. Consulta: 19 de agosto de 2013.

Figura 12. **Galápago**



Fuente: biblio2.ugb.edu.sv/bvirtual/8900/capitulo4.pdf. Consulta: 19 de agosto de 2013.

Esta fase la realizan dos personas: el cortador y el que tiende la teja en el campo de secado. El proceso inicia, esparciendo ceniza en la mesa de trabajo, a continuación colocan la “gradilla” sobre la mesa. Del barro preparado se toma una porción con la mano, calculando lo necesario para fabricar una teja.

Se distribuye con las manos por el espacio que delimita la “gradilla”, ahora se desliza el rasero, a fin de extender uniformemente el barro por todo el molde y eliminar el excedente, el cual regresa al depósito donde se encuentra el barro para ser reutilizado. Luego de haber realizado los procedimientos anteriores se traslada al “galápago”, el cual, se encarga de dar la forma a la teja.

Figura 13. **Llenado de gradilla (paso 1)**



Fuente: biblio2.ugb.edu.sv/bvirtual/8900/capitulo4.pdf. Consulta: 19 de agosto de 2013.

Figura 14. **Llenado de gradilla (paso 2)**



Fuente: biblio2.ugb.edu.sv/bvirtual/8900/capitulo4.pdf. Consulta: 19 de agosto de 2013.

Figura 15. **Forma final de la teja**



Fuente: biblio2.ugb.edu.sv/bvirtual/8900/capitulo4.pdf. Consulta: 19 de agosto de 2013.

La ceniza impide que el barro se pegue a la mesa, y tomando la “gradilla” por las dos asas, el “cortador” la hace resbalar hacia el “galápago” situado al borde de la mesa que sostiene el tejero. Luego se lleva así la teja al área de secado (tendero), se posa en el suelo el “galápago” y con un movimiento rápido, tirando del mango, queda la teja tendida para su secado.

Figura 16. **Colocación de la teja en el galápago**



Fuente: biblio2.ugb.edu.sv/bvirtual/8900/capitulo4.pdf. Consulta: 19 de agosto de 2013.

Figura 17. **Teja puesta en el galápago**



Fuente: biblio2.ugb.edu.sv/bvirtual/8900/capitulo4.pdf. Consulta: 19 de agosto de 2013.

A fin de aprovechar al máximo el espacio del tendadero, se van colocando las tejas en abanico. Cada diez se hace una desviación llamada “claro”.

Figura 18. **Colocación de la teja en el área de secado**



Fuente: biblio2.ugb.edu.sv/bvirtual/8900/capitulo4.pdf. Consulta: 19 de agosto de 2013.

Todas las tejas en su fabricación tienen unas marcas en su lomo que se hacen con los dedos, con un movimiento ondulado, cuando las llevan de la mesa de cortar al tendedero.

Antes de que las tejas se sequen les dan con un escobajo, arcilla disuelta en agua, para que adquieran el color rojo al cocerlas. Cuando ya están bastante oreadas se colocan verticalmente, de dos en dos, para que el secado sea más rápido.

Figura 19. **Colocación de las tejas en parejas**



Fuente: biblio2.ugb.edu.sv/bvirtual/8900/capitulo4.pdf. Consulta: 19 de agosto de 2013.

Las tejas se secan en un periodo de 24 horas, una vez secas, se guardan en el local destinado o almacén, esperando el día en que serán horneadas.

La cocción es la fase más importante del proceso. Se observarán tres momentos: el encañado, la cocción y el desencañado.

El encañado: consiste en llenar el horno de tejas y ladrillos, se comienza rellenando las aberturas de la criba con piedra caliza, dejando unos “claros” o “tiros”, de ocho a diez, repartidos por la base para que el fuego ascienda y se distribuya por igual. A continuación se colocan cuatro filas de ladrillos, puestos de canto unos 250 por fila, siempre conservando los “tiros”, estas filas cortan el fuego, que en la caldera adquieren altas temperaturas. Continúa el proceso colocando las tejas y respetando los “tiros” para que el fuego ascienda, finalmente, se colocan dos nuevas filas de ladrillos; esta vez horizontalmente, cerrando ya los “tiros”, llegado a este punto, el “encañado” ha quedado concluido.

Con tejas y ladrillos de desecho de otras cocciones se cierra la parte superior del horno, procurando que todos los orificios desaparezcan, logrando que el fuego ya no ascienda. Para ello tanto tejas como ladrillos han de colocarse horizontalmente, ocupando la mayor superficie. Ahora se cierra el “servidero” con adobes y barro. El “encañado” suele llevar un día de trabajo.

Cocción: propiamente dicha, en la caldera, las dos aberturas que comunican con los fogones se cierran, formando un semicírculo, con tejas boca abajo, comenzando desde ambas aberturas, antes de cerrar el semicírculo se deben colocar dos tejas cruzadas, ello va a facilitar la circulación del aire, en el proceso de combustión, por la caldera.

Seguidamente se prepara el encendido del horno, para ello se hace la “cabaña” que consiste en colocar unos paralelos cruzados dentro de la caldera, para que no se aplane el primer fuego se le acompaña de ramas de pino, dando comienzo a la cocción.

Hasta que no se consigue que el horno tire correctamente, se mantendrá la boca de alimentación de la caldera con la mayor abertura. Una vez que el horno tira bien, esta boca se reduce cerrándola hasta dejar un orificio que pueda ser tapado con un adobe. Ha comenzado lo que el tejero denomina “arrosiar”, alimentar de combustible al horno. Esto durará entre 18 y 20 horas, desde las 4 de la madrugada hasta las 8 o 10 de la noche.

En el “arrosiado” se van alternando los combustibles: tanto ramera de pino como los neumáticos, los cuales se introducen con intervalos más largos de tiempo ya que son de más larga duración dentro de la caldera y aumentan la temperatura de cocción.

Figura 20. **Horno de tejas y ladrillos**



Fuente: biblio2.ugb.edu.sv/bvirtual/8900/capitulo4.pdf. Consulta: 19 de agosto de 2013.

Suele pararse dos veces, para almorzar y cenar. En estos casos se cierra la boca de la caldera con un adobe y barro, lo mismo se hace con los “fogones” que también se tapan con un trozo de teja y barro. El descanso, mientras dure el “arrosiado”, tarda aproximadamente dos horas.

Cada cierto tiempo se sube a lo alto del horno, por una escalera excavada en la pared del horno y que comunica con la leñera, para comprobar la marcha de la cocción. Se intentan tapar, salpicando con barro, los resquicios que hay entre las tejas y ladrillos que cierran el horno, para evitar que el fuego se escape. El proceso de “arrosiar” está concluido cuando la última fila de ladrillos está totalmente blanca e incandescente.

A partir de este momento se cierran la boca y los “fogones”. La cocción continúa para terminar al cabo de cuatro o cinco días con el horno enfriando.

Una vez frío se procede entonces a “desencañar”, comenzando, lógicamente, de arriba hacia abajo.

Aquí termina todo el proceso de elaboración de una teja o ladrillo. Una vez cocidos se colocan, fuera del almacén, en los espacios abiertos del tejado, esperando la llegada del cliente de turno.

Todo este largo proceso de cocción tiene una duración de casi ocho días: día y medio para encañar, un día “arrosiando”, cuatro días para enfriarse y un día para “desencañar”.

Entre hornada y hornada, a veces, hay que reparar los arcos y la caldera, de los desperfectos producidos por el fuego.

Figura 21. **Producto terminado**



Fuente: biblio2.ugb.edu.sv/bvirtual/8900/capitulo4.pdf. Consulta: 19 de agosto de 2013.

2.3. Método semiartesanal

De igual manera como en el método artesanal en el momento en que se empieza la fabricación de la teja de forma semiartesanal, esto significa que ya los materiales son distintos ya que están compuestos de arena, cemento y otros elementos que hacen que la realización de la misma sea en un tiempo menor y de una manera más fácil, ya que de esta forma no se tiene que llevar a un cocido como el método artesanal. Los procedimientos son los siguientes:

La obtención de los materiales es de una forma mucho más fácil, ya que estos materiales pueden ser comprados en las ventas de materiales y se reduce el tiempo de la excavación.

Figura 22. Arena para teja



Fuente: biblio2.ugb.edu.sv/bvirtual/8900/capitulo4.pdf. Consulta: 19 de agosto de 2013.

La arena se pasa por un tamiz para poder obtener el tamaño adecuado respecto a la granulometría que se necesita, para que la teja se obtenga compacta y durable.

Figura 23. Arena lista para la mezcla



Fuente: biblio2.ugb.edu.sv/bvirtual/8900/capitulo4.pdf. Consulta: 19 de agosto de 2013.

La mezcla se puede hacer por pocos ya que el tiempo de endurecimiento del cemento es menor que el de la arcilla, en este caso se puede ayudar de más herramientas como lo es una pala o cuchara de albañil.

Figura 24. **Mezclado de los materiales**



Fuente: biblio2.ugb.edu.sv/bvirtual/8900/capitulo4.pdf. Consulta: 19 de agosto de 2013.

Luego que la mezcla ya está lista y con la humedad necesaria, se traslada al banco de trabajo donde de la misma manera se utiliza la gradilla para darle forma a la teja, colocándole la mezcla necesaria y darle un acabado superficial adecuado.

Figura 25. **Gradilla de la teja**



Fuente: biblio2.ugb.edu.sv/bvirtual/8900/capitulo4.pdf. Consulta: 19 de agosto de 2013.

Se llena el espacio de la gradilla con mezcla, ayudado con una cuchara de albañil ya que la mezcla es semi seca y fácil de manipular para darle la forma necesaria.

Figura 26. **Llenado de la gradilla**



Fuente: biblio2.ugb.edu.sv/bvirtual/8900/capitulo4.pdf. Consulta: 19 de agosto de 2013.

Cuando la mezcla ya tiene la forma de la gradilla, esta se traslada al molde en donde reposará durante un tiempo para que obtenga la dureza necesaria para poderla retirar del molde.

Figura 27. **Colocación de la teja en el molde**



Fuente: biblio2.ugb.edu.sv/bvirtual/8900/capitulo4.pdf. Consulta: 19 de agosto de 2013.

Las tejas cuando ya se han terminado, se trasladan a un lugar de curado o una bodega en la cual se dejan reposar todo un día, para que estas tomen la consistencia del concreto utilizado.

Figura 28. **Moldes llenos de tejas**



Fuente: biblio2.ugb.edu.sv/bvirtual/8900/capitulo4.pdf. Consulta: 19 de agosto de 2013.

Luego de que la teja se reposa durante un día para que tome consistencia, se procede al fraguado de la misma, esto es para que vaya adoptando las durezas y las propiedades que le generan el cemento y la mezcla de arena y pigmento.

Figura 29. **Fraguado de la teja**



Fuente: biblio2.ugb.edu.sv/bvirtual/8900/capitulo4.pdf. Consulta: 19 de agosto de 2013.

Cuando las tejas ya están listas para salir del fraguado, se colocan en un campo al aire libre bajo la sombra para que se proceda al secado. Este proceso se llama curado de tejas.

Figura 30. **Curado de las tejas**



Fuente: biblio2.ugb.edu.sv/bvirtual/8900/capitulo4.pdf. Consulta: 19 de agosto de 2013.

Cuando pasa el periodo de curado las tejas están listas para comercializarse y colocarles el color que cada uno de los clientes decida ya que estas salen únicamente con el color del cemento que es grisáceo.

3. DISEÑO DE LA MÁQUINA PARA FABRICAR TEJAS

3.1. Cimentación

En los diseños de maquinaria es necesario tomar en cuenta el tipo de cimentación a realizar para reducir la vibración en los equipos seleccionados.

3.1.1. Materiales para la cimentación

Entre los materiales que se utilizan en los procesos de cimentación están:

- Grava
- Arena
- Piedrín
- Hierro para cimentación
- Cemento

La cimentación ya fundida debe estar totalmente horizontal con la superficie lisa para que quede alineada la base de la máquina.

La cimentación debe cumplir ciertos requisitos para que sea efectiva y que la máquina tenga una vida útil mucho mayor, los requisitos son los siguientes:

- El nivel de la cimentación deberán estar a una profundidad tal que se encuentre libre del peligro de heladas, cambios de volumen del suelo, capa freática y excavaciones posteriores.

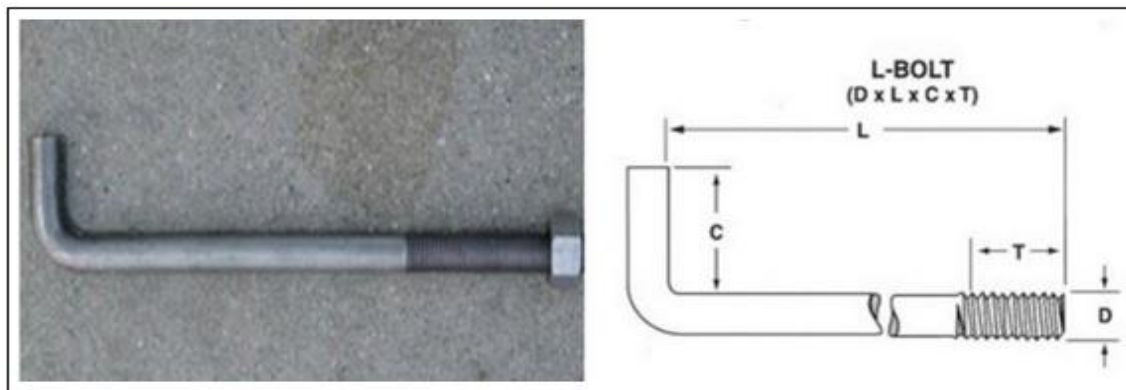
- Tendrá unas dimensiones tales que no superen la estabilidad o capacidad portante del suelo.
- No deberá producir un asiento en el terreno que no sea absorbible por la estructura (asientos admisibles).
- Muchos suelos, fundamentalmente los que tienen arcilla expansiva, varían de volumen según su contenido de humedad. Dichos suelos deberán evitarse o recurrir a unas cimentaciones más profundas que apoyen los terrenos más estables.

3.1.2. Tipos de anclaje

Entre los diferentes tipos de anclaje para la maquinaria se tienen:

- Tipo "L"
- Tipo "I"

Figura 31. Anclaje tipo "L"



Fuente: www.google.com.gt/search?q=tipos+de+anclaje+L. Consulta: 19 de agosto de 2013.

Se realizan plantillas con las medidas de las bases y las posiciones de los pernos de anclaje, que en este caso serán de tipo “L” para mayor seguridad ya que se están combinando movimientos rotacionales como horizontales.

La plantilla tiene la forma y la posición de los pernos, para que los pernos queden fundidos en la cimentación de acuerdo a la posición que los necesita la máquina a montar.

3.2. Descripción de los procesos de manufactura

La máquina a proyectar debe de satisfacer los distintos requisitos que establece las condiciones técnicas, refiriéndose más que todo a su rendimiento, velocidad, costo (inicial y en su explotación), características de peso y su duración deseada de servicio.

Con relación a esto, ciertas piezas deben poseer resistencias mecánicas, rigidez, calidad de ingeniería, resistencia a la vibración, debiéndose fabricar de los materiales disponibles, su costo debe ser mínimo.

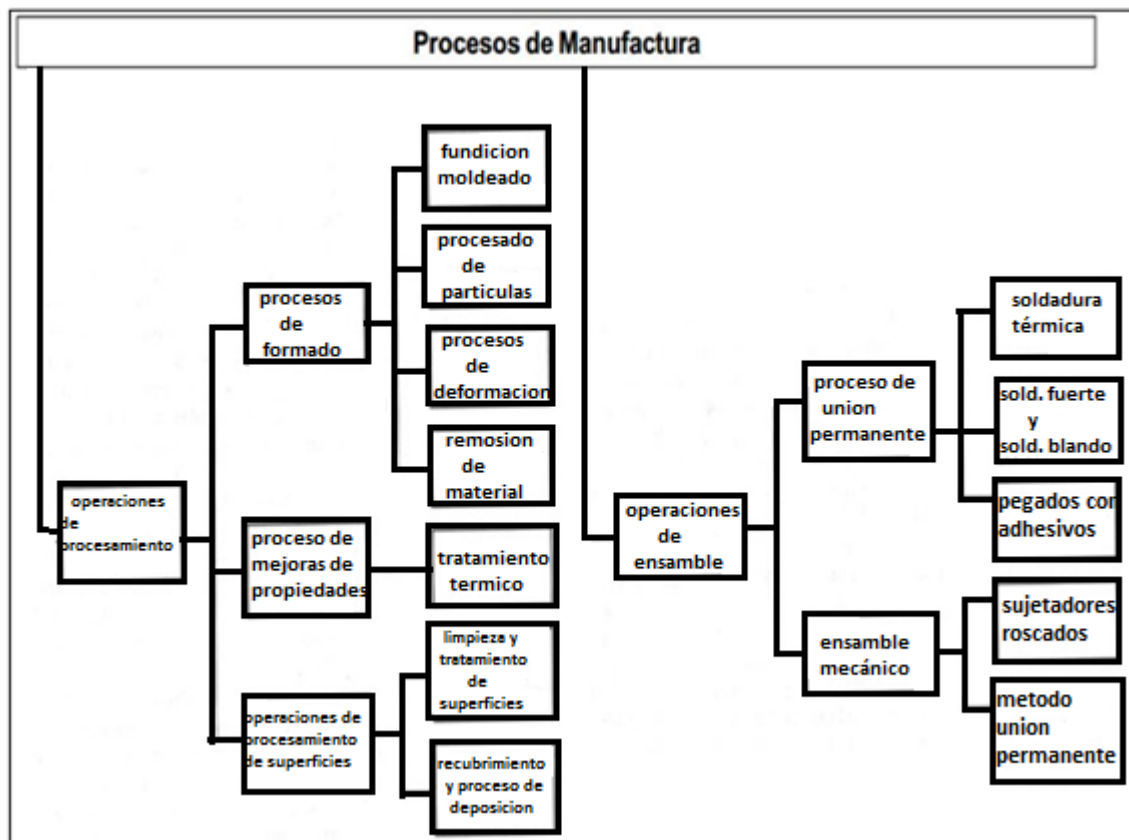
De estos requisitos se pueden designar algunos que, si no se satisfacen, la máquina funcionará mal. Como criterios principales de capacidad de trabajo están: resistencia mecánica (volumétrica y superficial) y rigidez necesarias y suficientes.

Tomando en cuenta lo escrito en el párrafo anterior los procesos de manufactura que se utilizan hoy en día, deben cubrir las exigencias de los materiales a utilizar, tanto desde la extracción del material en bruto, hasta que el material esté listo para utilizarse.

Dentro de los procesos que se utilizan para realizar los aceros, láminas lingotes y un sin fin de materiales de hierro, están: fundición y moldeo, procesamiento de partículas, forja, extrusión, doblado de chapa metálica, laminado, y los procesos que más se utilizaron en la fabricación de esta máquina son; el torneado, taladrado fresado, entre otros.

En la siguiente gráfica se puede apreciar sinópticamente los procesos de la materia desde su abstracción.

Figura 32. **Procesos de manufactura**



Fuente: Echeverri Rodrigo. Universidad de Colombia Británica. Consulta: 19 de agosto de 2013.

3.2.1. Ensamble de bastidor o carcasa

El ensamble del bastidor se hará por métodos de unión los cuales se describirán, utilizando no solo un tipo de unión ya que esta es una máquina que contiene diferentes sistemas, y está sujeta a vibraciones por lo que la gama de procesos de unión se deben diversificar para asegurar su buen funcionamiento.

Algunas que se mencionarán en los siguientes ítems son: unión por soldadura y uniones roscadas.

3.2.2. Proceso de unión

Para que las piezas cumplan su función en la máquina se acoplan o enlazan entre sí, formando uniones móviles o fijas.

Como ejemplo de uniones móviles están: la unión de una biela con el cigüeñal, la de un árbol con los apoyos a la de un piñón con la cremallera.

Junto con las exigencias generales, desde el punto de vista económico, las uniones deben reunir requisitos, según sean sus designaciones: de resistencia mecánica, de compactibilidad (hermeticidad), de rigidez y en casos especiales también de conductividad térmica y eléctrica.

Si un tipo de unión no satisface todas las exigencias encomendadas, entonces se emplean las uniones combinadas.

Entre las uniones que se utilizarán en esta construcción serán las del tipo soldadas y por medio de uniones roscadas.

3.2.2.1. Soldadura eléctrica por arco

El procedimiento de la soldadura eléctrica en escoria, se funda en el aprovechamiento del calor que se emana al pasar la corriente por la escoria líquida y conductora, que se encuentra entre los planos de las piezas que se sueldan.

Si el proceso de soldadura se efectúa mal, la costura adquirirá defectos, de los cuales los más característicos son: inclusiones de escorias y de óxidos situados por puntos, en cadena o por franjas.

Estos defectos disminuyen la resistencia mecánica de la unión, particularmente a cargas variable, cuando su influencia, como concentraciones de tensiones, es considerablemente grande.

Por otra parte, existen una gran cantidad de electrodos con distintos diámetros.

Para que la utilización se haga con la misma máquina, se necesita que esta tenga una regulación de intensidad que depende de cada uno de los diferentes electrodos, del espesor del material a soldar y de la posición que se utilizará para ejecutar la soldadura.

A continuación se presentara la siguiente tabla la cual contiene los diferentes diámetros y características que necesita un electrodo y la cantidad de amperios que debe de manejar la máquina.

La fabricación de los electrodos se ha mejorado, ya que las nomenclaturas de cada uno de ellos van impresas en el revestimiento que los cubre.

La AWS estableció un sistema de numeración, que se utiliza en la industria de la soldadura y el mundo lo ha tomado como referencia, como por ejemplo:

E – 7024

La letra “**E**” significa que es un electrodo para soldadura con arco.

El número “**70**” multiplicado por 1 000 es igual a una resistencia a la tracción de 70 000 psi.

El número “**2**” posición plana (horizontal o hacia abajo).

El número “**4**” corriente alterna (CA) y corriente continua (CA) en forma directa e inversa.

ASME/ AWS para electrodos comunes y de baja aislación

E - 6013 – XX

Describiendo la nomenclatura de izquierda a derecha se tiene la letra “**E**” que como se describió anteriormente, se le atribuye a los electrodos que son para soldadura de arco.

Los primeros dos dígitos (**60**), indica la mínima resistencia a la tracción en un ensayo realizado al metal aportado con el electrodo.

De acuerdo con condiciones de soldadura específica, en 1 000 psi, en este caso son 60 000 psi.

El siguiente dígito (**1**) indica la posición en el cual el electrodo es utilizado los cuales son:

- 1 Toda posición
- 2 Posición plana y filete horizontal
- 3 Plana solamente
- 4 Toda posición, inclusive vertical descendente.

En este caso es el número 1 que es para toda posición.

El siguiente dígito (**3**) representa el tipo de revestimiento, el tipo de corriente, para el cual fue diseñado el electrodo y demás características operativas.

En los siguientes símbolos (**XX**) se representa la composición química del metal depositado.

Figura 33. **Corriente en “A” para electrodos de acero dulce**

Diámetro del electrodo en Pulgadas	Corriente en Amperios							
	E-6010 y E-6011	E-6012	E-6013	E-6020	E-6027	E-7014	E-7015 y E-7016	E-7018
1/16		20 a 40	20 a 40					
5/64		25 a 60	25 a 60					
3/32	40 a 80	35 a 85	35 a 85			80 a 125	65 a 110	70 a 100
1/8	75 a 125	80 a 140	80 a 140	100 a 150	125 a 185	110 a 160	100 a 150	115 a 165
5/32	110 a 170	110 a 190	110 a 190	130 a 190	160 a 240	150 a 210	140 a 200	150 a 220
3/16	140 a 215	140 a 240	140 a 240	175 a 250	210 a 300	200 a 275	180 a 255	200 a 275
7/32	170 a 250	200 a 320	200 a 320	225 a 310	250 a 350	260 a 340	240 a 320	260 a 340
1/4	210 a 320	250 a 400	250 a 400	275 a 375	300 a 420	330 a 415	300 a 390	315 a 400
5/16	275 a 425	300 a 500	300 a 500	340 a 450	375 a 475	390 a 500	375 a 475	375 a 470

Fuente: Baumeister, Theodore, Manual del Ingeniero Mecánico, p. 750.

3.2.2.2. Uniones roscadas

Las ventajas que reúne las uniones roscadas como la comodidad de su ensamble y desensamble, la amplia nomenclatura de elementos roscados adaptables para distintas condiciones de trabajo, el costo relativamente bajo condicionado por su estandarización y el empleo de procesos tecnológicos de alta producción, permite su vasta aplicación en el diseño de maquinaria.

Según sea la superficie en que se encuentra la rosca se distinguen las roscas cilíndricas y las cónicas, habiendo de estas interiores y exteriores.

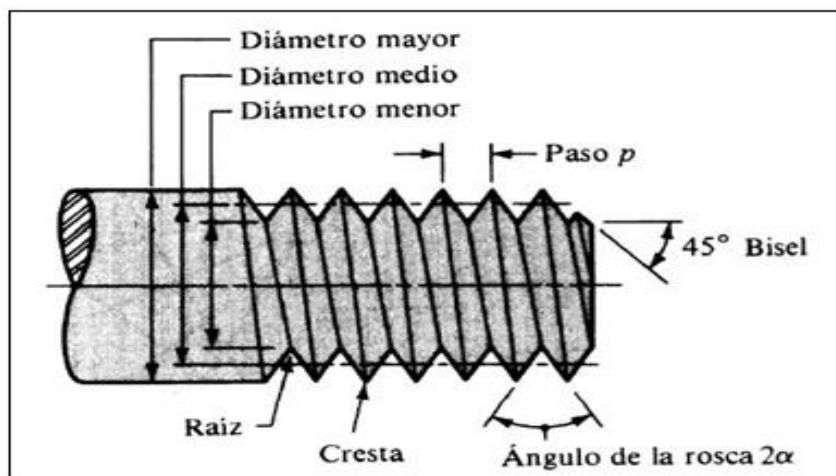
Para fines de sujeción se emplean principalmente las roscas de entrada de un perfil, es decir las métricas o internacionales y las inglesas o *whitworth*.

Se suele utilizar la siguiente terminología para las roscas de tornillos:

- Paso (P): distancia entre dos hilos adyacentes
- Avance (I): Distancia que avanza una tuerca cuando se le da una vuelta.

Hay roscas dobles y triples, con las cuales se avanzan dos o tres veces el paso respectivamente.

Figura 34. **Nomenclatura para roscas de tornillos**

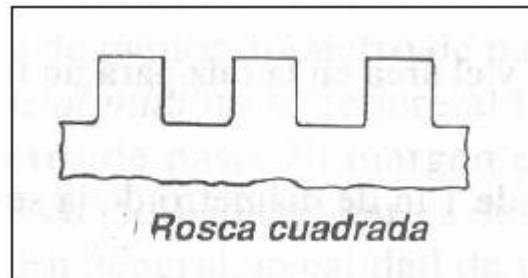


Fuente:

unav.es/adi/UserFiles/File/4000005038/cap8%20Tornillos%20y%20uniones%20atornilladas.pdf

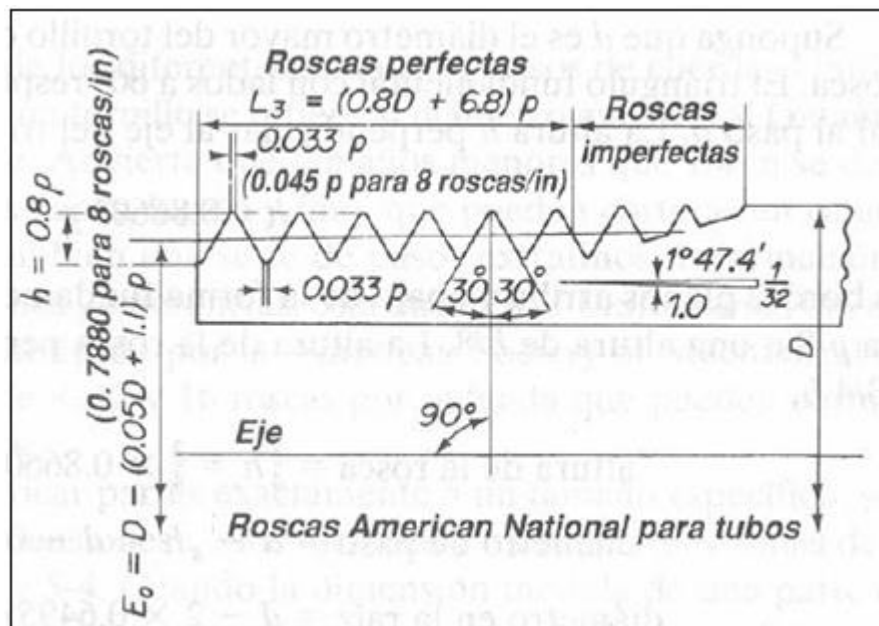
p.120. Consulta diciembre de 2013.

Figura 37. Rosca cuadrada



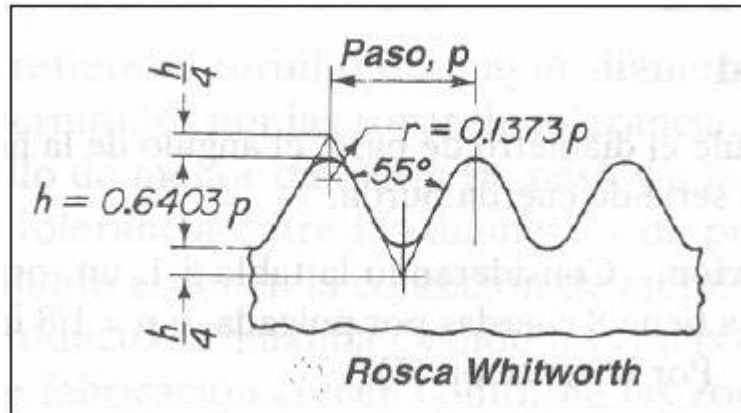
Fuente: SPOTTS, M. F.: Elementos de máquinas. p. 293.

Figura 38. Rosca americana



Fuente: SPOTTS, M. F.: Elementos de máquinas. p. 293.

Figura 39. Rosca whitworth



Fuente: SPOTTS, M. F.: Elementos de máquinas. p. 293.

Sabiendo que tipo de tornillo debe utilizarse se puede referir a la siguiente tabla, para la obtención adecuada de la rosca según la Norma ISO de acuerdo al área de esfuerzos, pasos, entre otros.

Tabla III. Lista seleccionada de roscas e tornillos ISO

Diámetro exterior, mm	Paso, mm	Diámetro de paso, mm	Área de esfuerzo, mm ²	Diámetro exterior, mm	Paso, mm	Diámetro de paso, mm	Área de esfuerzo, mm ²
1.6	0.35	1.373	1.27	20	2.5	18.376	245
2	0.4	1.740	2.07	24	3	22.051	353
2.5	0.45	2.208	3.39	30	3.5	27.727	561
3	0.5	2.675	5.03	36	4	33.402	817
2.5	0.6	3.110	6.78	42	4.5	39.077	1,120
4	0.7	3.545	8.78	48	5	44.752	1,470
5	0.8	4.480	14.2	56	5.5	52.428	2,030
6	1	5.350	20.2	64	6	60.103	2,680
8	1.25	7.188	36.6	72	6	68.103	3,460
10	1.5	9.026	58.0	80	6	76.103	4,340
12	1.75	10.863	84.3	90	6	86.103	5,590
14	2	12.701	115	100	6	96.103	6,990
16	2'	14.701	157				

Fuente: SPOTTS, M. F.: Elementos de máquinas. p. 300.

El sistema de ensamble por medio de tornillo en la máquina extrusora de tejas es de mucha utilidad, ya que la mezcla que se utiliza es semiseca y con un índice de abrasión bastante alto, ya que estará en contacto el acero con la arena.

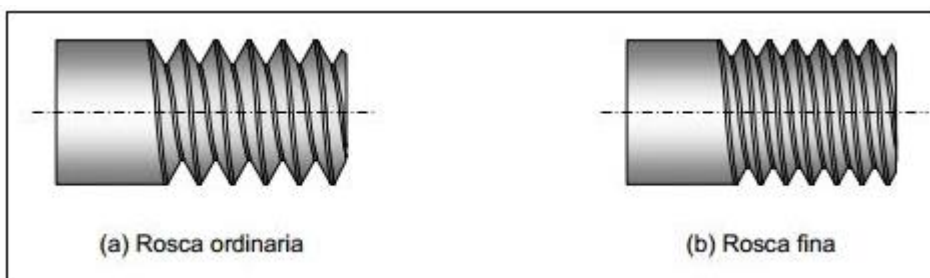
Este sistema asegura el rápido desarmado y el cambio de piezas para que el tiempo de trabajo no sea demasiado interrumpido.

El tipo de rosca fina es el más adecuado en este sistema, porque aparte de lo descrito en lo anterior estará sometido a vibraciones por los componentes que integran el sistema de la máquina.

Este tipo de rosca UNF (Unificada Nacional Fina), posee un menor ángulo de hélice. Deben evitarse este tipo de roscas en agujeros de materiales frágiles.

En la figura 40, se puede observar el cambio de ángulo de hélice entre una rosca ordinaria (a) y una rosca fina (b).

Figura 40. **Rosca ordinaria y fina**



Fuente: SPOTTS, M. F.: Elementos de máquinas. p. 293.

3.3. Sistema de transmisión de fuerza

Son elementos mecánicos que transmiten la energía desde el motor a los órganos de trabajo de una máquina, por lo general, con transformación de las velocidades, de las fuerzas o de los momentos, a veces, con la transformación del carácter y de la ley de movimiento.

La necesidad de introducir una transmisión entre el motor y los órganos de trabajo de una máquina es debido ha:

- La velocidad requerida de los órganos de trabajo de la máquina.
- En ciertos periodos del trabajo de la máquina, para su accionamiento se necesitan pares de torsión que sobrepasen el par de torsión en el árbol del motor.
- Los motores estandarizados se suelen aplicar para transmitir un movimiento giratorio uniforme, mientras que los órganos de trabajo de la máquina deben moverse en sentido rectilíneo.

Las transmisiones mecánicas por el procedimiento de la transmisión del movimiento desde el elemento accionador al accionado se dividen en:

- Transmisiones por rozamiento: por contacto directo (por fricción), o con enlace flexible (por correas).
- Transmisiones por engrane: con contacto directo (por dientes y sin fin), o con enlace flexible (cadena).

3.3.1. Rodamientos

Los rodamientos hacen un trabajo bastante elemental en el ejercicio de transmisión de potencia, ya que este tipo de piezas permiten que los ejes giren libremente sin atrancamientos y se reduce en gran porcentaje el desgaste del mismo.

Los rodamientos son elementos normalizados en dimensiones y tolerancias. Esta normalización facilita la intercambiabilidad, pudiendo disponer repuestos de diferentes fabricantes, asegurando un correcto montaje sin necesidad de un ajuste posterior de los mismos.

Están constituidos por dos o más aros concéntricos, uno de los cuales va alojado en el soporte (aro exterior) y el otro va montado en el árbol (aro interior).

Entre los dos aros se disponen los elementos rodantes (bolas, rodillos cilíndricos, rodillos cónicos, rodillos esféricos, etc.), los cuales ruedan sobre las pistas de rodadura practicadas en los aros, permitiendo la movilidad de la parte giratoria respecto a la fija.

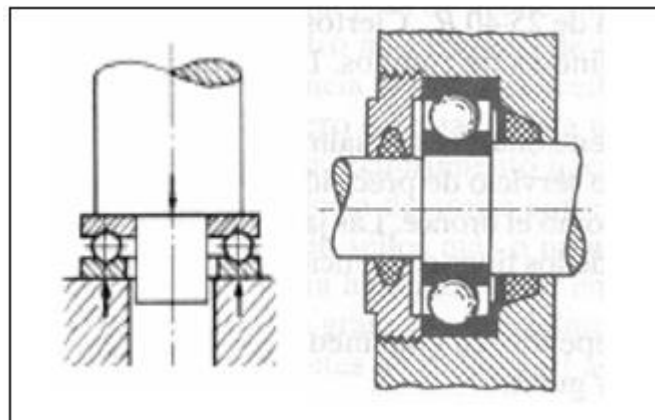
Los rodamientos se construyen en acero de adecuadas características de dureza y tenacidad, permitiendo soportar, con muy poco desgaste, millones de revoluciones, sometidos a cargas y esfuerzos, a veces, concentrados y localizados.

La lubricación varía con la velocidad y el tamaño de los rodamientos, efectuándose con aceite o grasa consistente.

Desde el punto de vista cinemático, pueden clasificarse en tres categorías:

- Rodamientos para cargas radiales: pueden soportar preferentemente cargas dirigidas en la dirección perpendicular al eje de rotación.

Figura 41. **Tipos de cargas en los rodamientos de bolas**



Fuente: SPOTTS, M. F.: Elementos de máquinas. p. 476.

- Rodamientos para cargas axiales: pueden soportar cargas que actúen únicamente en la dirección del eje de rotación. A su vez pueden ser:
 - Rodamientos de simple efecto, que pueden recibir cargas axiales en un sentido.
 - Rodamientos de doble efecto, que pueden recibir cargas axiales en ambos sentidos.
- Rodamientos para cargas mixtas: pueden soportar esfuerzos radiales, axiales o ambos combinados.

El tipo de elementos rodantes utilizados y la modalidad de trabajo que desempeñará según el diseño de esta máquina, tendrá un mayor enfoque el rodamiento o cojinete de bolas.

- Rodamientos de bolas: son adecuados para altas velocidades, alta precisión, bajo par torsional, baja vibración. Un rodamiento de bolas consiste usualmente en cuatro partes: un anillo interior, un anillo exterior, las bolas y la jaula o separador.

Para incrementar el área de contacto y permitir el soporte de cargas mayores, las bolas corren en ranuras curvilíneas en los anillos. El radio de la ranura es ligeramente mayor que el radio de la bola y debe proporcionarse muy poco juego radial. El cojinete puede entonces ajustarse así mismo a pequeños desalineamientos angulares entre el eje y el soporte ensamblados.

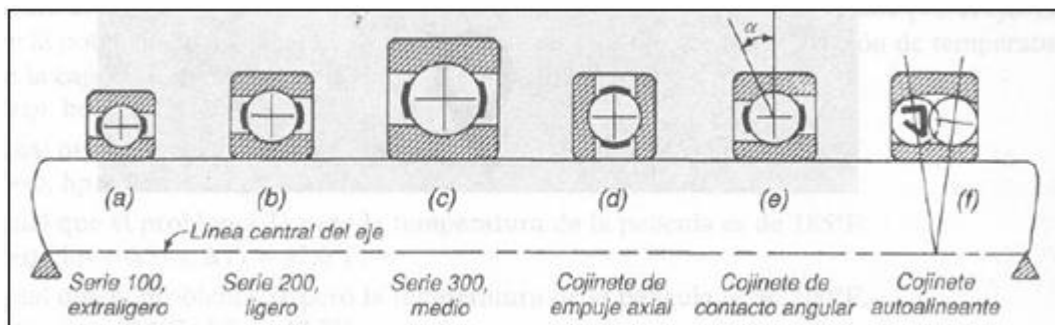
El separador mantiene las bolas espaciadas uniformemente e impide que se toquen entre sí en los lados donde sus velocidades relativas son máximas.

Los cojinetes de bolas se fabrican en una gran variedad de tipos y tamaños, los cojinetes de una sola hilera radial se hacen en cuatro series: extra ligeros, ligeros, medios y pesados.

Como se ilustra en la figura 42, la serie pesada de los cojinetes se designa con el número 400, la mayoría de los fabricantes usan un sistema de numeración tal que si los dos últimos dígitos se multiplican por 5, el resultado será el diámetro interno en milímetros.

El tercer dígito de derecha a izquierda indica el número de la serie, así entonces el cojinete 307 significa un cojinete de la serie media con 35 mm. de diámetro interno.

Figura 42. **Serie de rodamientos de bolas**



Fuente: SPOTTS, M. F.: Elementos de máquinas. p. 462.

3.3.2. **Sprockets**

Un *sprocket* es una rueda dentada, con dientes perfilados que engranan con una cadena, pista u otro material perforado, se distingue de un engranaje de ruedas dentadas en que nunca se engranan juntos directamente y difiere de una polea en rueda dentada que tiene dientes y poleas lisas.

Este tipo de ruedas dentadas se utilizan en bicicletas, motocicletas, vehículos, en orugas, y en otra maquinaria que sea para transmitir el movimiento giratorio entre dos ejes paralelos.

Diseñadas de acuerdo a las cadenas de transmisión a utilizar, con propiedades similares a la de los engranajes, ya que tiene que tener cierta tenacidad en si centro por los torques que resiste.

Acción poligonal: cuando el número de dientes en la rueda dentada es pequeño, al eje impulsado de un transmisor de cadena de rodillos puede dársele un movimiento pulsante o con sacudidas.

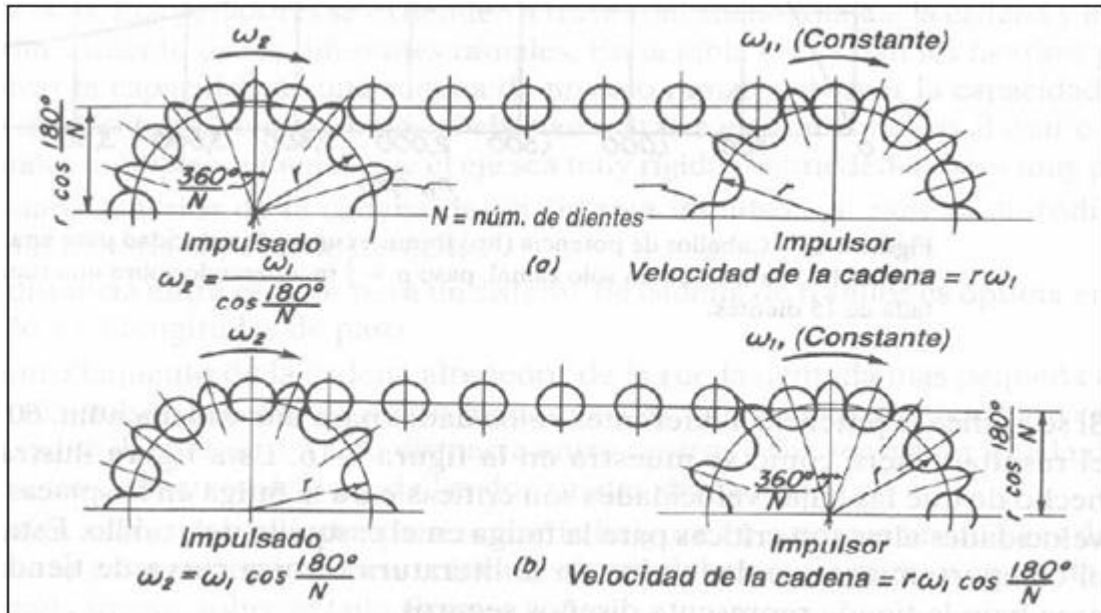
En la figura 43, los centros del eje no están localizados un número entero de pasos entre sí, sino algún número menor más medio paso aparte, si se supone que el impulsor está girando uniformemente, el eje impulsado tiene las velocidades angulares indicadas en la misma figura.

En la figura 43a, la rueda dentada impulsada está girando a una velocidad mayor que el impulsor, mientras que en la figura 43b, el eje impulsado se está moviendo más despacio. Por ejemplo, las ecuaciones para W_2 indican que para ruedas dentadas con 10 dientes, la velocidad del eje impulsado varía 5 % por arriba y a 5 % por abajo del impulsor.

La velocidad de la cadena también varía. A veces, las cadenas transportadoras de eslabón largo son operadas sobre ruedas dentadas con tan solo 5 o 6 dientes.

La variación en velocidad será entonces nada deseable y se tendrá un incremento en los esfuerzos en la cadena y partes conectadas.

Figura 43. **Velocidades angulares entre sprockets**



Fuente: SPOTTS, M. F.: Elementos de máquinas. p. 360.

3.3.3. Cadenas

Una cadena de rodillo proporciona un método accesible y eficiente para transmitir potencia entre ejes paralelos. Detalles de su construcción se muestran en la figura 44.

Los rodillos giran sobre casquetes que están ajustados a presión en las placas eslabón internas. La rotación de los pasadores en las placas eslabón externas se impide por el ensamble a presión, en la tabla IV se dan las dimensiones para tamaños estándar.

El rango en la escala de tamaños es grande, por lo que pueden usarse cadenas grandes y pequeñas cantidades de potencia. Las cadenas pueden ser útiles para espaciamentos entre ejes que resultan muy grandes para engranes.

Puede obtenerse una gran reducción en velocidad si se desea. Las tolerancias para un impulsor de cadena son mayores para engranes y la instalación relativamente sencilla.

La placa exterior e interior debe estar capacitada a lo siguiente:

- Soportar la tensión que se ejerce en la cadena.
- Se pueden soportar cargas de choque.
- Soportar una gran carga extensible estática y las fuerzas dinámicas de las cargas de choque.
- Debe soportar condiciones ambientales.

El pasador

- Actúa junto con el casquillo como arco de contacto de los dientes del piñón.
- Soporta toda la fuerza de transmisión.
- Resiste a la flexión contra fuerzas de choque.

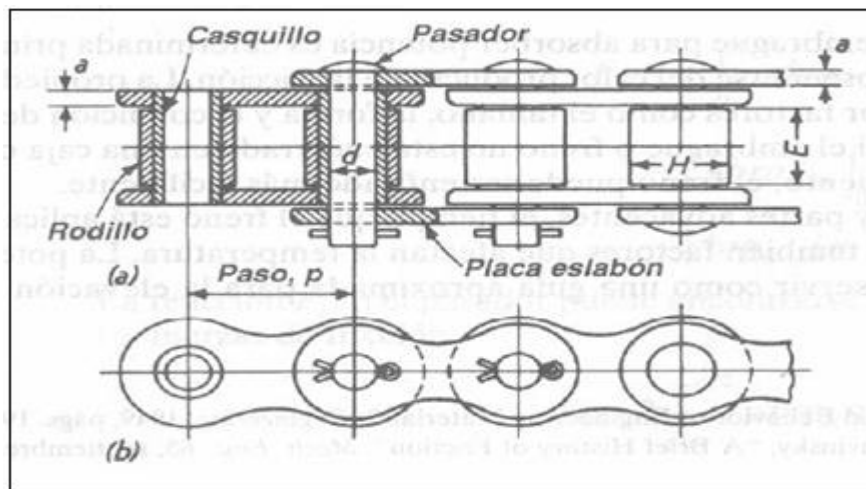
Casquillo

- Estructura sólida.
- Base cilíndrica perfecta para el rodillo: duración del rodillo en condiciones de alta velocidad.

Rodillo

- Sometido a la carga de impacto cuando está en contacto con los dientes del piñón con la cadena.
- Se sostiene entre los dientes del piñón y del casquillo.
- Se mueve en la cara del diente mientras que recibe una carga de compresión.
- Su superficie interna constituye una pieza el cojinete junto con la superficie externa del casquillo.
- Resistencia al desgaste, contra choques, fatiga y compresión.

Figura 44. **Perfil de cadena**



Fuente: SPOTTS, M. F.: Elementos de máquinas. p. 354.

Tabla IV. Dimensiones de cadenas de transmisión

(Fuente: ASME Standard B29.1M-1993, American Society of Mechanical Engineers.)

Cadena núm.	Paso, p , pulgada	Rodillo		Diámetro del pasador, d , pulgada	Espesor de la placa eslabón, a , pulgada	Resistencia última Strength mínima, lb ^{**}
		Diámetro H, pulgada	Ancho E, pulgada			
25 [*]	1/4	0.130 [*]	1/8	0.0905	0.030	780
35 [*]	3/8	0.200 [*]	3/16	0.141	0.050	1,760
41 [†]	1/2	0.306	1/4	0.141	0.050	1,500
40	1/2	5/16	5/16	0.156	0.060	3,125
50	5/8	0.400	3/8	0.200	0.080	4,480
60	3/4	15/32	1/2	0.234	0.094	7,030
80	1	5/8	5/8	0.312	0.125	12,500
100	1 1/4	3/4	3/4	0.375	0.156	19,530
120	1-1/2	7/8	1	0.437	0.187	28,125
140	1-3/4	1	1	0.500	0.219	38,280
160	2	1-1/8	1-1/4	0.562	0.250	50,000
180	2-1/4	1-13/32	1-13/32	0.687	0.2811	63,280
200	2-1/2	1-9/16	1-1/2	0.781	0.312	78,125
240	3	1-7/8	1-7/8	0.937	0.375	112,500

^{*} Sin rodillos.

[†] Cadena de peso ligero.

^{**} La resistencia a la tensión última mínima es la fuerza mínima a la que una cadena no usada ni dañada fallaría al someterla a una prueba de carga de tensión simple. No es una carga de trabajo que pueda aplicarse con seguridad a la cadena.

Fuente: SPOTTS, M. F.: Elementos de máquinas. p. 355.

Capacidad de diseño de cadenas de rodillo: a bajas velocidades, la potencia de los sistemas de cadena de rodillos está determinada por la vida de fatiga de las placas eslabones. A altas velocidades, la potencia determinada por la vida fatiga de los casquetes de los rodillos.

A muy altas velocidades, la potencia está determinada por la excoiación. La potencia de diseño de una cadena de rodillos estará determinada por:

$$hp_{diseño} = \frac{\text{hp por transmitirse X factor de servicio}}{\text{factor de ramales múltiples}}$$

Esta potencia de diseño determina el tamaño de la cadena y los elementos de la rueda dentada.

Está relacionada a la potencia real que debe transmitirse, multiplicada por un factor de servicio (mayor a uno) que toma en cuenta el abrupto de la aplicación de carga, y por un factor que toma en cuenta el uso de ramales múltiples para incrementar la capacidad de carga de un sistema de cadena y rueda dentada.

El factor de servicio puede encontrarse en la tabla V y el factor de ramales en la tabla VI.

Tabla V. **Factores de servicio para cadenas de un solo ramal**

(Fuente: Standard B29.1M-1993 de la ASME; Información suplementaria, American Society of Mechanical Engineers.)

Tipo de potencia de entrada	Tipo de carga impulsada		
	Motor de C.I., impulsión hidráulica	Motor eléctrico o turbina	Motor de C.I., impulsión mecánica
Suave	1.0	1.0	1.2
Impacto moderado	1.2	1.3	1.4
Impacto fuerte	1.4	1.5	1.7

Fuente: SPOTTS, M. F.: Elementos de máquinas. p. 356.

Tabla VI. **Factores de servicio para cadenas de rodillos múltiples**

(Fuente: Standard B29.1M-1993 de la ASME; Información suplementaria, American Society of Mechanical Engineers.)

Número de ramales	Factor por ramales múltiples
2	1.7
3	2.5
4	3.3

Fuente: SPOTTS, M. F.: Elementos de máquinas. p. 356.

Se deben tomar en cuenta algunas directrices de acuerdo a la experiencia que se han derivado de del uso versátil del sistema de transmisión de potencia. Algunas de ellas son las siguientes:

- Una longitud aproximada de 100 pasos es cercana a la óptima, para el tamaño de las aplicaciones de cadenas de rodillo.
- Ruedas dentadas de más de 17 dientes deberán usarse para velocidades moderadas, de 21 o más dientes usarse solo para sistemas de altas velocidades, y las ruedas de menos de 17 dientes solo para velocidades muy pequeñas.
- Los sistemas de cadena que operan cerca de su capacidad máxima son a menudo muy ruidosos.
- El claro superior de la cadena de un sistema impulsor de cadena de rodillos horizontal debería ser el lado derecho.
- Puede usarse ruedas guías para tomar la holgura en sistemas impulsores.
- El proyectista debe proporcionar protección, al personal y al sistema impulsor, de tela de gallinero o lámina metálica.

3.4. Descripción del sistema hidráulico

Según Myrón Begeman, se puede definir a la hidráulica “como una parte de la física que estudia las leyes del movimiento y equilibrio de los líquidos y sus aplicaciones prácticas”. Se aprovechará la capacidad que poseen los fluidos para realizar trabajo. Estos tienen la capacidad de levantar grandes pesos con una mínima cantidad de fuerza y energía aplicada. Para ello, se definirán a continuación, las propiedades físicas de los fluidos que hacen posible que esto suceda.

- **Fluidez:** se define como la mayor o menor facilidad de un líquido a convertirse en una corriente continua.
- **Viscosidad dinámica:** conforme un fluido se mueve, dentro del tubo se desarrolla un esfuerzo cortante, cuya magnitud depende de la viscosidad, definiéndose como esfuerzo cortante, como la fuerza que se requiere para una unidad de área de una sustancia se deslice sobre otra.

La viscosidad de los líquidos cambia debido al cambio de temperatura, en la tabla VII se muestran algunas viscosidades de los líquidos a cierta temperatura.

Tabla VII. **Variación de la viscosidad con la temperatura**

Fluido	Temperatura (°C)	Viscosidad dinámica (N·s/m ² o Pa·s)
Agua	20	1.0×10^{-3}
Gasolina	20	3.1×10^{-4}
Aceite SAE 30	20	3.5×10^{-1}
Aceite SAE 30	80	1.9×10^{-2}

Fuente: Mott, Robert L.: Mecánica de fluidos. p. 33.

En el laboratorio la viscosidad se mide en un recipiente que tiene un agujero calibrado en su fondo. Se hace pasar un líquido a través del agujero y se mide la cantidad de líquido que pasa en un tiempo dado y a una temperatura determinada, la viscosidad se mide en:

$$1 \text{ poise} = 1 \text{ dina} \cdot \text{s/cm}^2 = 0,01019 \text{ kg} \cdot \text{s/m}^2$$

$$1 \text{ stoke} = 1 \text{ dina} \text{ poise} = 1 \text{ cm}^2/\text{s} = 0,0001 \text{ m}^2/\text{s}$$

El submúltiplo es el *centistoke* (cSt) que equivale a la viscosidad del agua a 20 °C, exactamente 1,0030 cSt.

A continuación se darán en la tabla VIII los valores de viscosidad para algunos líquidos importantes en *centipoises* a 21 °C.

Tabla VIII. **Viscosidad de algunos líquidos**

Líquido	Viscosidad
Agua	0.018
Octano	0.540
Petróleo	0.550
Aceite de Oliva	1.000
Alcohol	1.200
Trementina	1.450
Mercurio	1.500
Parafina	2.000
Aceite SAE 5	32.000
Aceite SAE 10	70.000
Aceite SAE 30	300.000
Aceite SAE 50	800.000

Fuente: Roldan Vilorio, José: Neumática, hidráulica y electricidad aplicada, p. 65.

- Compresibilidad: se puede definir como la capacidad de un fluido a cambiar su volumen con un aumento o disminución de la presión. Sin embargo esta compresibilidad es muy reducida en los líquidos, no así en los gases. Los fluidos en general adoptan la forma del recipiente donde se encuentren rellenos.
- Régimen de flujo: el fluido puede circular por un conducto con régimen laminar o turbulento. Para entender mejor los fluidos, en especial los líquidos, se hace necesario explicar algunos de los teoremas más importantes. A continuación se definirán estas leyes que servirán para el desarrollo del sistema hidráulico que moverá el cilindro.

Todo fluido al circular por un conducto encuentra dos tipos de dificultad o resistencia que originan pérdidas de energía o de carga. Estas resistencias son:

- Resistencias localizadas, tales como curvas, codos, la tubería en sí, válvulas, uniones entre otros.
- Resistencias distribuidas que tienen su origen en el frotamiento del fluido con las paredes del tubo.

Estas pérdidas se deben principalmente al caudal que circula por el circuito, a la longitud del circuito, al diámetro de la tubería, al régimen de flujo y a la viscosidad del fluido.

Estas se calculan mediante la fórmula:

$$\Delta p = \frac{0,02295 \delta * L * Q * f}{d^5}$$

$$\Delta p = \frac{0,51 * \delta * L * v^2 * f}{d}$$

Dónde:

Δp = pérdida de carga en Kg/cm²

δ = peso específico del fluido en Kg/cm³

L = longitud de la tubería en metros

Q = caudal que circula en cm³/minuto

f = coeficiente de fricción del material

d = diámetro de la tubería en cm

v = velocidad del fluido en m/s

“Número de Reynolds: es la relación de la fuerza de inercia sobre un elemento de fluido a la fuerza viscosa. La fuerza de inercia se desarrolla a partir de la segunda ley de Newton, la fuerza viscosa se relaciona con el producto del esfuerzo cortante por el área.

Los fluidos tienen número de Reynolds grandes debido a una velocidad elevada y/o una viscosidad baja, y tienden a ser turbulentos.

Aquellos fluidos con velocidad alta y/o que se mueven a velocidades bajas tendrán un número de Reynolds bajos y tendrán a comportarse en forma laminar”.²

El punto crítico es cuando el $Re = 2300$ siendo válido para tubos redondos, rectos y lisos. Esto se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Nr = \frac{v * dh}{\mu}$$

En donde:

Nr = Número de Reynolds

V = Velocidad del flujo en m/s

dh = Diámetro hidráulico

μ = Viscosidad cinemática en m^2/s .

Para un $N_r < 2300$ el flujo es laminar

Para un $N_r > 2300$ el flujo es turbulento

² (MOTT, 2006)

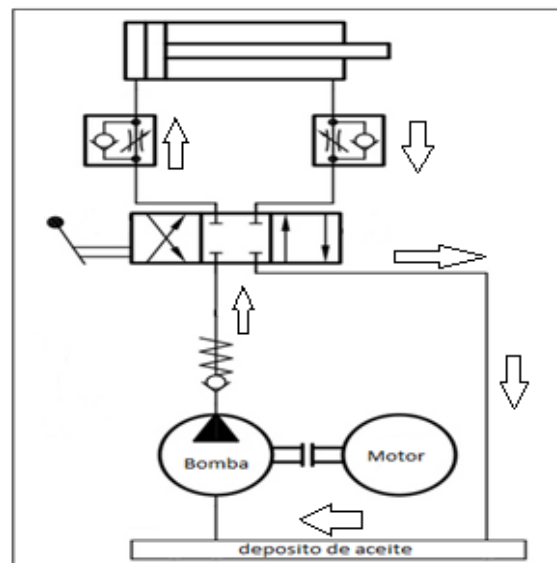
Se han mencionado propiedades de los fluidos que se pueden aplicar para utilizarlas en el diseño de la máquina, que necesita hacer mover un cilindro hidráulico que se colocará en relación con una bomba hidráulica que será la que genere la presión necesaria, para que este cilindro hidráulico desarrolle el vaivén alternativo que se necesita.

3.4.1. Planos del sistema hidráulico

El sistema de movimiento hidráulico de la máquina está compuesto por el equipo descrito en la figura 45.

Siendo un sistema simple con válvulas reguladoras de presión tanto en entrada como en salida, para regular la velocidad del cilindro de acuerdo a las exigencias requeridas.

Figura 45. Planos sistema hidráulico



Fuente: elaboración propia.

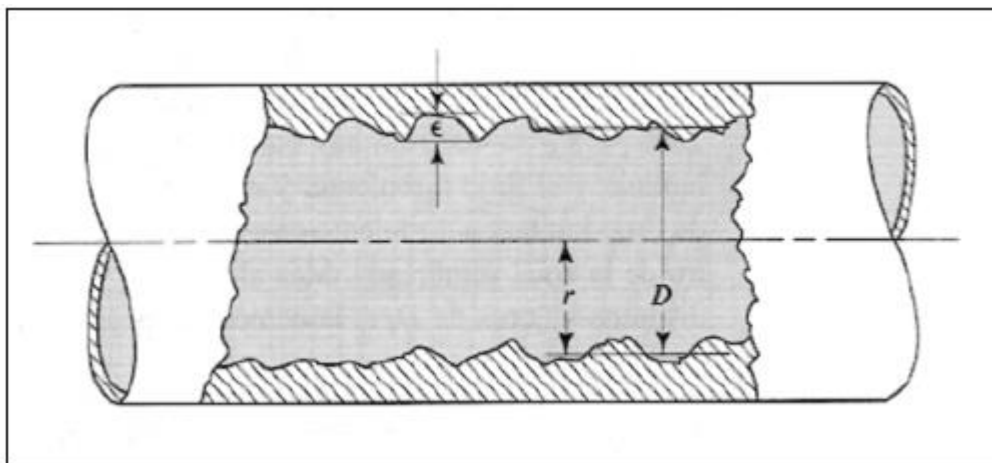
3.4.2. Conductos hidráulicos

En la figura 45 se muestra de una manera aumentada la rugosidad de la pared de la tubería con la altura de los picos de las irregularidades.

La condición de la superficie de la tubería depende sobre todo del material de que está hecho el tubo y el método de fabricación.

Debido a que la rugosidad es algo irregular, con el fin de obtener su valor global se tomará el valor promedio.

Figura 46. **Rugosidad de la pared de un tubo**



Fuente: SPOTTS, M. F.: Elementos de máquinas. p. 235.

Se ha determinado el valor de E de la rugosidad promedio de la pared de la tubería y tubos existentes comercialmente. Estos son los valores promedio de las tuberías limpias y nuevas. Es de esperarse cierta variación una vez que una tubería ha estado en servicio durante algún tiempo, la rugosidad cambia debido a la corrosión y a la formación de depósitos en su pared.

El tubo de vidrio tiene una superficie interior virtualmente lisa en cuanto a la hidráulica, lo que indica un valor muy pequeño de rugosidad. Por tanto su rugosidad relativa tiene al infinito. La tubería o tubos de plástico son casi tan lisos como vidrio, así que se utilizara el valor de rugosidad que se presenta en la tabla IX.

“La forma y el tamaño definitivo del tubo de cobre, latón y ciertos aceros, se obtienen por extrusión sobre un molde interno, lo que deja una superficie bastante lisa. Para la tubería de acero estándar (como los de cédula 40 y 80) y tubos de aceros soldados, se emplea el valor de rugosidad que se menciona para el acero comercial o soldado.

El hierro galvanizado tiene un recubrimiento metalúrgico de zinc para que sea resistente a la corrosión. Es común que el tubo de hierro dúctil se le recubra su interior con un tipo de cemento para protegerlo de la corrosión y para mejorar la rugosidad de la superficie”³.

Tabla IX. **Valores de diseño de la rugosidad de tubos**

Material	Rugosidad ϵ (m)	Rugosidad ϵ (pie)
Vidrio	Liso	Liso
Plástico	3.0×10^{-7}	1.0×10^{-6}
Tubo extruido: cobre, latón y acero	1.5×10^{-6}	5.0×10^{-6}
Acero, comercial o soldado	4.6×10^{-5}	1.5×10^{-4}
Hierro galvanizado	1.5×10^{-4}	5.0×10^{-4}
Hierro dúctil, recubierto	1.2×10^{-4}	4.0×10^{-4}
Hierro dúctil, no recubierto	2.4×10^{-4}	8.0×10^{-4}
Concreto, bien fabricado	1.2×10^{-4}	4.0×10^{-4}
Acero remachado	1.8×10^{-3}	6.0×10^{-3}

Fuente: SPOTTS, M. F.: Elementos de máquinas. p. 235.

³ (MOTT, 2006)

Dentro de los conductos utilizados en la construcción de la máquina están los de acero comercial, ya que la máquina estará en un ambiente en el cual una manguera no resistiría la presión que se requiere, dentro del sistema un tramo de la tubería irá a la intemperie, por lo cual por seguridad de las personas que manipularán la máquina en el trabajo se diseñó de esta manera.

3.4.3. Componentes hidráulicos

Depósito: es el lugar en donde se deposita el líquido hidráulico del sistema cuando está en reposo la máquina, o cuando el cilindro hidráulico está contraído.

Racores: son piezas metálicas con o sin rosca interna en sentido inverso que sirve para unir tubos u otros perfiles cilíndricos.

Reguladores de presión: estos limitan la presión máxima de un circuito hidráulico, para la seguridad del mismo. Consiguiéndose con válvulas que abarcan casi todos los rangos de presión y pueden ser controladas por medio manual o pilotaje hidráulico o eléctrico.

Mando hidráulico manual: el mando hidráulico manual es la válvula que permite pasar el caudal de líquido hidráulico, para que este haga su función de accionar el cilindro de forma intermitente.

Características del cilindro hidráulico de la serie TL: hierro dulce en la base de la horquilla y la culata. Pistón de hierro dúctil con junta tórica y copia de seguridad de los anillos. Autotuerca del pistón y bloqueo Varilla revertida con material duro con limpiador de metal.

Eje de cromo plateado, eje pesado, terminado, pulido con precisión, tirantes de acero de alta resistencia, zincado de alta en los pernos y retenedores de acero resistentes a tensiones.

Características de los TX: más ligeros de peso, menor costo, fundición de hierro dúctil, tapas de base portadas dobles a 2 500 PSI que es la presión de trabajo y la presión de prueba es de 5 000 PSI.

Según los datos utilizados para la obtención del cilindro se puede observar en la tabla X.

Tabla X. **Serie de cilindro hidráulico**

2" to 5" Bore • Monarch TL & TX Series									
Catalog Part No.	Monarch Model	Bore (in)	Stroke (in)	Rod Dia (in)	Ports	Pin to Pin Retracted (in)	Pin to Pin Extended (in)	Pin Dia (in)	Full Extension Rated Pressure (psi)
•C1JX56	2016TX	2	16	1.125	3/8 NPT	26.25	42.25	1.00	2500
•C1KJ49	2018TX	2	18	1.125	3/8 NPT	28.25	46.25	1.00	2500
C1KJ50	2020TX	2	20	1.125	3/8 NPT	30.25	50.25	1.00	2500
•C1KJ53	2024TX	2	24	1.125	3/8 NPT	34.25	58.25	1.00	2180
•C1AX67	2030TL	2	30	1.125	3/8 NPT	40.25	70.25	1.00	1500
•C1AY12	2036TL	2	36	1.125	3/8 NPT	46.25	82.25	1.00	1090
•C1BG89	2504TL	2.5	4	1.125	3/8 NPT	14.25	18.25	1.00	2500
•C1KF98	2508TX	2.5	8	1.125	3/8 NPT	18.25	26.25	1.00	2500
•C1JR55	2508TX-ASAE	2.5	8	1.125	3/8 NPT	20.25	28.25	1.00	2500
•C1JX94	2510TX	2.5	10	1.125	3/8 NPT	20.25	30.25	1.00	2500
•C1JR57	2512TX	2.5	12	1.125	3/8 NPT	22.25	34.25	1.00	2500
•C1JR58	2514TX	2.5	14	1.125	3/8 NPT	24.25	38.25	1.00	2500
•C1JR59	2516TX	2.5	16	1.125	3/8 NPT	26.25	42.25	1.00	2500

Fuente: ACISA: Automatización y control industrial de Guatemala, S.A.

3.4.4. Bomba

De acuerdo a las presiones que se utilizaron para que la bomba pudiera desempeñar su trabajo de una manera óptima se obtuvo la misma de la siguiente tabla:

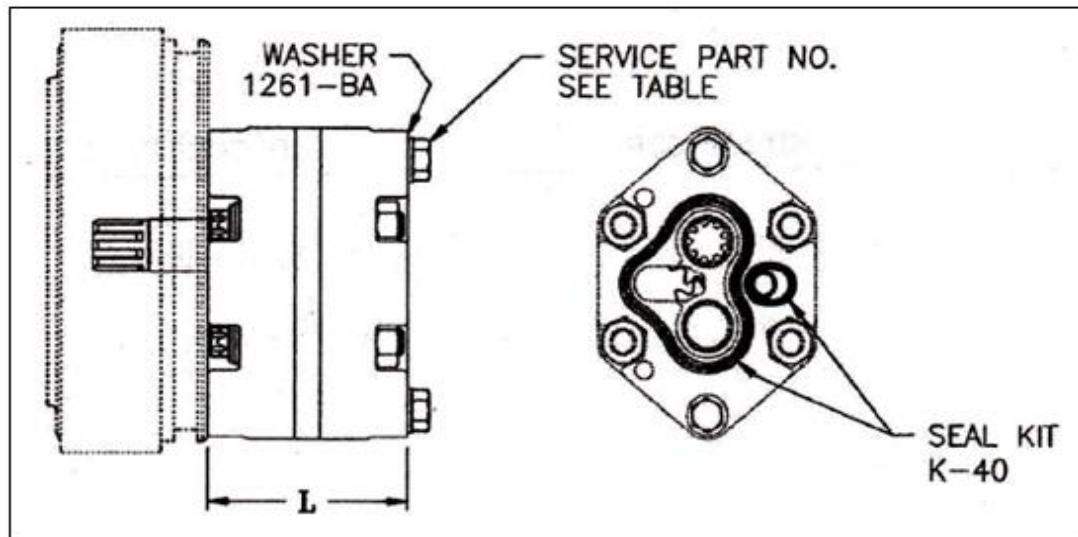
Tabla XI. Serie de bomba utilizada

KIT NO.	DISPLACEMENT		LENGTH		MAXIMUM RPM	MAXIMUM PRESS.		SERVICE BOLT PART NO.
	CC/REV	CIPR	mm	INCH		CONT. PSI / BAR	INTERMIT. PSI / BAR	
KP08	0.8	0.049	57	2.25	5000	5000/350	5000/350	2824-AA
KP10	1.0	0.061	58	2.28	5000	5000/350	5000/350	2824-AA
KP12	1.2	0.073	59	2.32	5000	5000/350	5000/350	2825-AA
KP16	1.6	0.098	60	2.38	5000	5000/350	5000/350	2825-AA
KP20	2.0	0.122	62	2.44	4000	5000/350	5000/350	2825-AA
KP25	2.5	0.153	64	2.52	4000	4600/320	5000/350	2826-AA
KP31	3.1	0.189	67	2.62	4000	3600/250	5000/350	2826-AA
KP40	4.0	0.244	70	2.75	4000	3000/200	4000/280	2826-AA
KP50	5.0	0.305	74	2.90	4000	2300/160	3200/220	2827-AA
KP63	6.3	0.384	79	3.11	3200	1800/125	2500/175	2827-AA
KP80	8.0	0.488	86	3.37	2400	1500/100	2000/140	2828-AA

Fuente: ACISA: Automatización y control industrial de Guatemala, S.A.

Siendo esta de una construcción compacta en las cuales su módulo puede ser intercambiable, para poder aumentar de presión de acuerdo a lo necesitado, sin necesidad de cambiar el motor eléctrico.

Figura 47. **Esquema de la bomba hidráulica**



Fuente: ACISA: Automatización y control industrial de Guatemala, S.A.

3.5. Descripción del sistema eléctrico

El conjunto de motores está alimentado por un circuito de fuerza y uno adicional que es el de control.

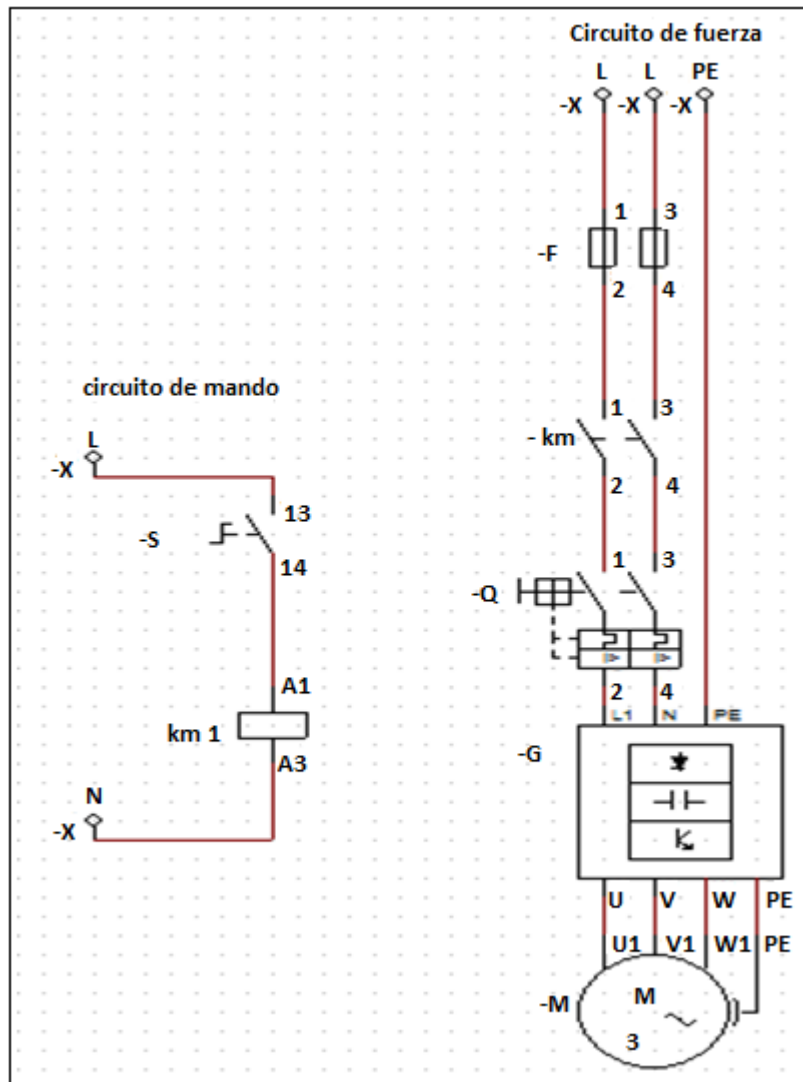
Por lo tanto es necesario poder diferenciarlos en caso de alguna reparación, adición de elementos eléctricos o modificación del mismo, describiéndose esto en el siguiente ítem.

3.5.1. Planos eléctricos

Lo que muestran las figuras 47 y 48. Son los planos de la diagramación de conexiones eléctricas de los motores de 3 HP y 2 HP respectivamente.

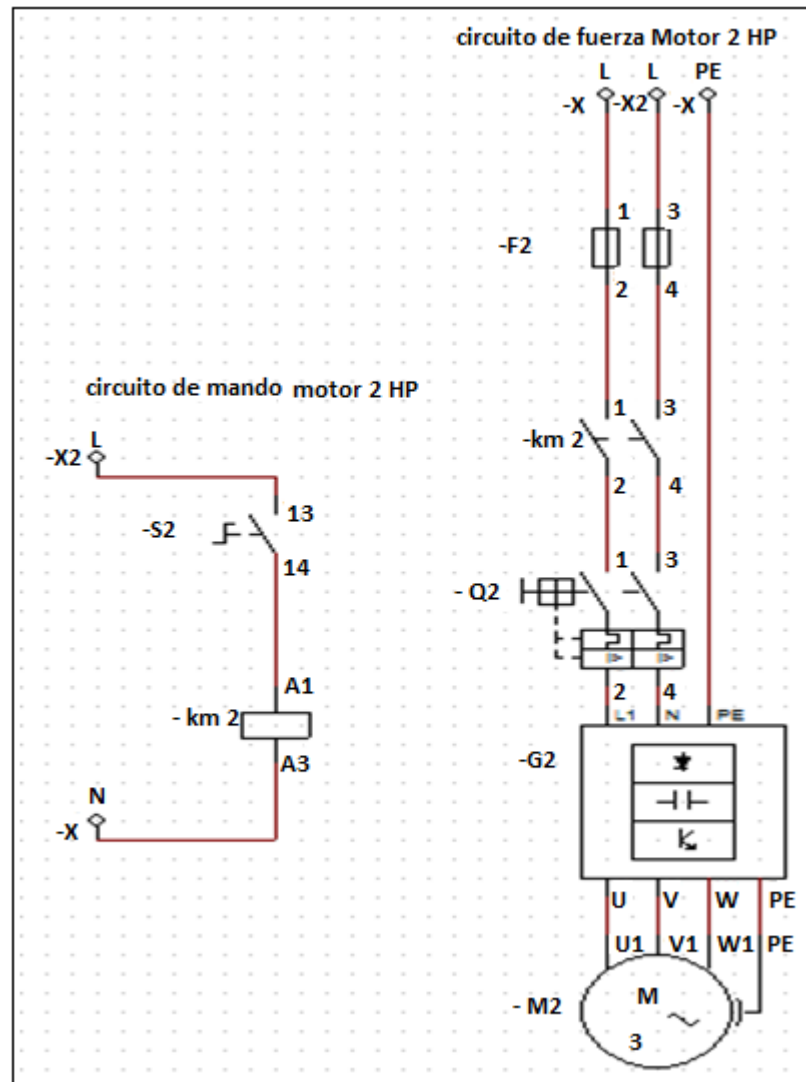
Transformando el sistema de monofásico a trifásico por medio del variador de frecuencia.

Figura 48. **Plano eléctrico motor de 3 HP**



Fuente: elaboración propia, con software fluid sim.

Figura 49. Plano eléctrico motor 2HP



Fuente: elaboración propia, con software fluid sim.

3.5.2. Calibre de cables

La transmisión de energía eléctrica en forma segura y eficiente depende de una correcta selección del calibre del conductor.

La capacidad de conducción de corriente de los conductores eléctricos depende de muchos factores, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes: tipo de instalación, arreglo de los conductores, temperatura de operación, longitud del circuito.

Los motores que se utilizarán en el sistema de transmisión de potencia y el que moverá la bomba hidráulica son de 3 HP y de 2HP respectivamente.

Para poder seleccionar el calibre de cable adecuado para la conducción de energía eléctrica hacia estos, se recomiendan los siguientes pasos:

- Elegir el tipo de producto requerido en función de su aplicación, materiales, construcción y temperatura del conductor.
- Determinar la corriente nominal de la carga, utilizando las fórmulas indicadas en la tabla XI de acuerdo con el sistema eléctrico (de corriente continua, de corriente alterna, monofásica o trifásica) y del tipo de carga.

Tabla XII. **Fórmulas de obtención cp y kw**

Conociendo	c.c.	c.a. 1Φ	c.a. 3Φ
CP (HP)	$\frac{HP \times 746}{V \times \eta}$	$\frac{HP \times 746}{V \times \eta \times fp}$	$\frac{HP \times 746}{\sqrt{3} \times V \times \eta \times fp}$
kW	$\frac{kW \times 1000}{V}$	$\frac{kW \times 1000}{V \times fp}$	$\frac{kW \times 1000}{\sqrt{3} \times V \times fp}$

Fuente: www.latincasa.com.mx/ES/informaciontecnicas. Consulta: 7 de septiembre de 2013.

Dónde:

CP (HP) = Caballos de fuerza o potencia del motor

Kw = Potencia en kilowatt

V = Tensión nominal del sistema en Volts

n = eficiencia del motor (Valor típico 0,8)

f_p = Factor de potencia (valor típico 0,9)

$$CP = \frac{3 \times 746}{\sqrt{3} \times 220 \times 0,8 \times 0,9} = 8,15$$

$$Kw = \frac{2,238 \times 1\,000}{\sqrt{3} \times 220 \times 0,9} = 6,52$$

- Seleccionar el calibre del conductor de acuerdo con su capacidad de conducción de corriente del cable, que depende del tipo de aislamiento, temperatura e instalación, utilizando la siguiente tabla.

Tabla XIII. Capacidad de conducción para conductores de 0 a 2 000 V

Calibre AWG o kcmil	Área de la sección transversal nominal mm ²	Temperatura nominal del conductor					
		60°C	75°C	90°C	60°C	75°C	90°C
		TW TWD CCE	THW, RHW THW-LS THWN XHHW	RHH, RHW-2 THHN, THW-2 TTHW-LS, XHHW-2	UF	RHW XHHW	RHW-2 XHHW XHHW-2 DRS
Cobre			Aluminio				
14	2,08	20*	20*	25*	-	-	-
12	3,31	25*	25*	30*	-	-	-
10	5,26	30	35*	40*	-	-	-
8	8,37	40	50	55	-	-	-
6	13,3	55	65	75	40	50	60
4	21,2	70	85	95	55	65	75
2	33,6	95	115	130	75	90	100
1/0	53,5	125	150	170	100	120	135
2/0	67,4	145	175	195	115	135	150
3/0	85,0	165	200	225	130	155	175
4/0	107	195	230	260	150	180	205
250	127	215	255	290	170	205	230
300	152	240	285	320	190	230	255
350	177	260	310	350	210	250	280
400	203	280	335	380	225	270	305
500	253	320	380	430	260	310	350
600	304	355	420	475	285	340	385
750	380	400	475	535	320	385	435
1000	507	455	545	615	375	445	500

* A menos que se permita otra cosa específicamente en otro lugar de esta norma, la protección contra sobrecorriente de los conductores marcados con un asterisco (*), no se debe superar 15 A para 14 AWG, 20 A para 12 AWG y 30 A para 10 AWG, todos de cobre.

Fuente: www.latincasa.com.mx/ES/informaciontecnicas. Consulta: 7 de septiembre de 2013.

- Una vez elegido el calibre del conductor que en este caso sería el calibre 12, corregir la capacidad de conducción de corriente tomada de la tabla XI, en función de la temperatura ambiente del lugar de instalación, para ello se multiplica por el factor de corrección que se indica en la tabla XIII.

Tabla XIV. **Factor de corrección de temperatura**

Temperatura ambiente en el lugar de la instalación °C	60°C	75°C	90°C
21 – 25	1,08	1,05	1,04
26 – 30	1,00	1,00	1,00
31 – 35	0,91	0,94	0,96
36 – 40	0,82	0,88	0,91
41 – 45	0,71	0,82	0,87
46 – 50	0,58	0,75	0,82
51 – 55	0,41	0,67	0,76

Fuente: www.latincasa.com.mx/ES/informaciontecnicas. Consulta: 7 de septiembre de 2013.

- Si existen más de 3 conductores en la tubería portadora de corriente, corregir la capacidad de conducción de corriente multiplicando esta por los factores de la tabla XIV.

Tabla XV. **Factores de ajuste para más de tres conductores**

Cantidad de conductores portadores de corriente eléctrica	Factor de corrección por agrupamiento
De 4 a 6	0,80
De 7 a 9	0,70
De 10 a 20	0,50
De 21 a 30	0,45
De 31 a 40	0,40
De 41 y más	0,35

Fuente: www.latincasa.com.mx/ES/informaciontecnicas. Consulta: 7 de septiembre de 2013.

- Para el cálculo de la caída de tensión de la instalación eléctrica trifásica se utiliza la fórmula siguiente:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} ZLI}{V_{ff}} \times 100$$

Dónde:

ΔV = Caída de tensión en el cable, en %

I = Corriente eléctrica que circula a través del conductor, en A

L = Longitud total del circuito, en Km

V_o = Tensión de Fase a neutro, en V

V_{ff} = Tensión entre fases, en V

Z = Impedancia eléctrica del cable en ohm/km.

- De acuerdo a NOM – 001 – SEDE – 2005 es necesario instalar el conductor de puesta a tierra de equipos en los alambrados. Para seleccionar el calibre de puesta a tierra de equipo se basará en la tabla XV, la cual indica el calibre mínimo para la puesta a tierra de canalizaciones de equipos.

Tabla XVI. **Tamaño nominal de los conductores de puesta a tierra**

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc. Sin exceder de (A)	Tamaño nominal mm ² (AWG o kcmil)	
	Cable de Cobre	Cable de Aluminio
15	2,08 (14)	--
20	3,31 (12)	--
30	5,26 (10)	--
40	5,26 (10)	--
60	5,26 (10)	--
100	8,37 (8)	13,3 (6)
200	13,3 (6)	21,2 (4)
300	21,2 (4)	33,6 (2)
400	33,6 (2)	42,4 (1)
500	33,6 (2)	53,5 (1/0)
600	42,4 (1)	67,4 (2/0)
800	53,5 (1/0)	85,0 (3/0)
1000	67,4 (2/0)	107 (4/0)

Nota: Los conductores de puesta a tierra de los equipos podrían ser de mayor tamaño que lo especificado en esta tabla.

Fuente: www.latincasa.com.mx/ES/informaciontecnicas. Consulta: 7 de septiembre de 2013.

Este tipo de conductor de puesta a tierra de equipos puede ser de conductor desnudo o aislado. Si es aislado, el color de identificación del aislamiento debe ser verde.

3.5.3. Componentes eléctricos

Para que el sistema eléctrico propio de la máquina pueda realizar su función de una manera óptima e independiente, de acuerdo a la energía que se le brinda del servicio general eléctrico.

Se tomó en cuenta que en el área que se colocará la máquina, brinda un servicio monofásico de 220 voltios.

Por lo tanto los elementos que se deben tomar en cuenta para el buen funcionamiento y que los motores no tengan que ser afectados por las caídas de voltaje y amperaje del servicio y para mantener la seguridad de los consumos y evitar multas del servicio eléctrico se colocaron los siguientes elementos:

Braker o flipones: son accesorios electromagnéticos que funcionan como un interruptor, pero que sirven para proteger de sobrecargas y/o corto circuitos, entre otros.

Guarda motor: un guarda motor es un disyuntor magneto-térmico, especialmente diseñado para la protección de motores eléctricos. Este diseño proporciona el dispositivo una curva de disparo que lo hace más robusto a las sobreintensidades transitorias típicas de los arranques de motor.

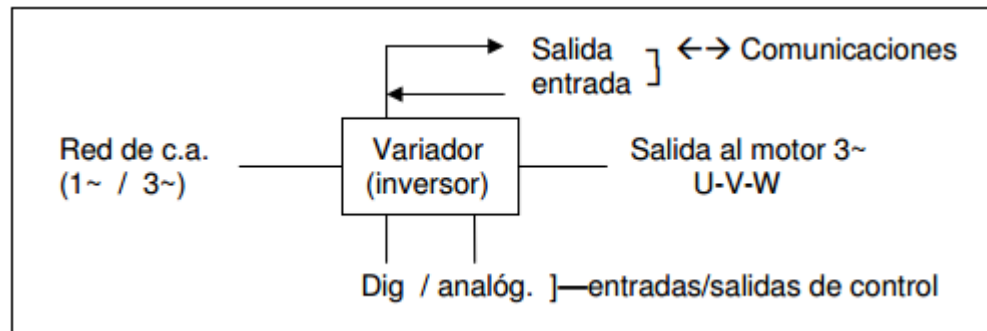
Las características principales de un guarda motor, al igual que las de otros interruptores automáticos magneto-térmicos, son la capacidad de ruptura, la intensidad nominal o calibre y la curva de disparo. Proporciona protección frente a sobrecargas del motor y cortocircuitos, así como en algunos casos, frente a altas de fase.

Contactores: el contactor es un componente electromecánico que tiene por objetivo establecer o interrumpir el paso de corriente, ya sea en el circuito de potencia o en el circuito de mando, tan pronto se de tensión en la bobina. Tiene capacidad de cortar la corriente eléctrica de un receptor o instalación, con la capacidad de ser accionado a distancia, que tiene dos posiciones de funcionamiento:

- Estable o en reposo: cuando no recibe acción alguna por parte del circuito de mando.
- Inestable: cuando ejecuta dicha acción. Este tipo de funcionamiento se llama de todo o nada. En los esquemas eléctricos, su simbología se establece con las letras KM seguidas de su número de orden.

Variadores de frecuencia: los variadores de frecuencia se trata de dispositivos electrónicos, que permiten el control completo de motores eléctricos de inducción; los hay de C.C. (variación de la tensión), y de C.A. (variación de la frecuencia); los más utilizados son los de motores trifásicos de inducción y rotor sin bobinar (jaula de ardilla). También se les suele denominar inversores (invertir) o variadores de velocidad.

Figura 50. **Diagrama variador de frecuencia**



Fuente: ingenieros.es/variadores_de_frecuencia. Consulta: 7 de septiembre de 2013.

Potenciómetros: un potenciómetro es un resistor cuyo valor de resistencia es variable. Así se puede controlar la intensidad de corriente que fluye por un circuito si se conecta en paralelo, o la diferencia de potencia al conectarlo en serie. Se utilizan para circuitos de poca corriente ya que no disipan mucha potencia.

Pueden estar contruidos sobre papel baquelizado, fibra, alúmina con una pista de carbón. La pista tiene sendos contactos en sus extremos y un cursor conectado a un patín que se desliza por la pista resistiva. Se les llama potenciómetros impresos.

También pueden ser peteados que están enrollados con un arrollamiento en forma de toroide de alambre resistivo con un cursor que mueve el patín sobre el mismo.

3.5.4. Motores eléctricos

Los variadores de frecuencia que se describieron anteriormente son los que se encargan de generar la tercera fase para alimentar a los motores trifásicos.

Los motores trifásicos comparados con los motores monofásicos tienen un precio más económico y su funcionamiento en el arranque puede ser manipulado por el variador de frecuencia, para poder evitarse los picos en el arranque haciéndolos de esta manera motores ahorrativos, y evitar desgastes prematuros dentro de los mismos por su arranque repentino.

Los motores utilizados son dos, y estos son:

- Tres caballos de fuerza: es un motor que genera una potencia de 2,24 KW, que es el que mueve los cilindros encargados de darle la forma superior a la teja de concreto ya que estos necesitan una mayor potencia y torque para que se realice un acabado superficial adecuado.
- Dos caballos de fuerza: este es un motor de tipo que genera una potencia de 1,5 KW y su función es de generarle una fuerza y velocidad a la bomba hidráulica, para que esta realice su función de llenado del cilindro hidráulico, que será el que genere el movimiento alternativo del mismo y de esta manera pueda pasar el molde y que la teja sea extruida de una manera continua.

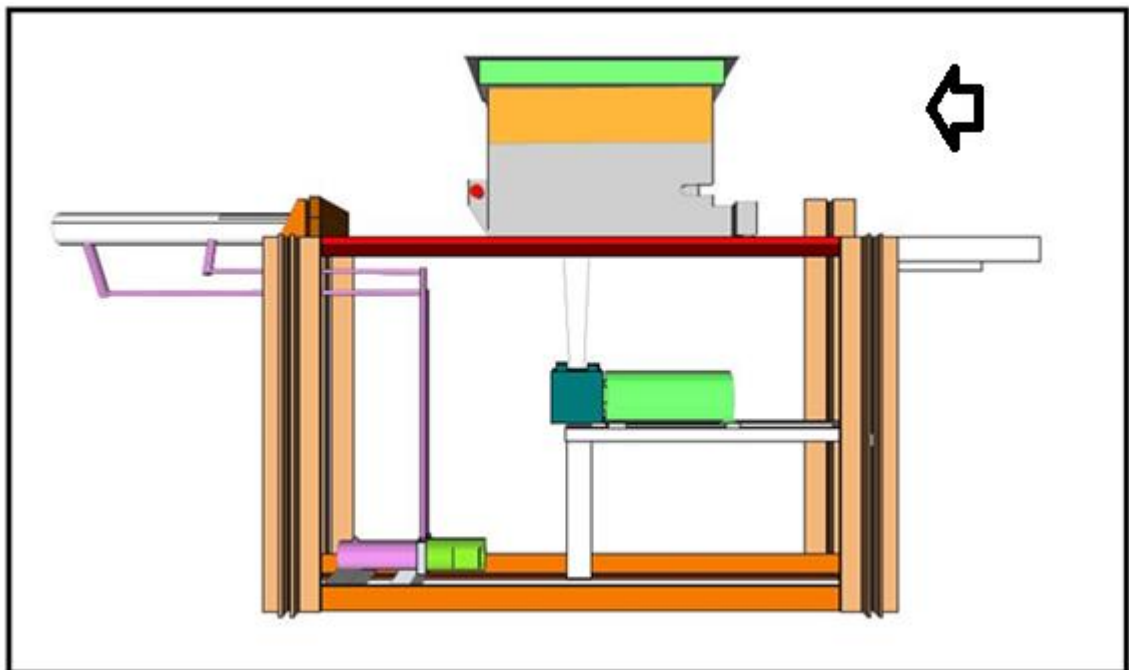
3.6. Configuración de máquina para fabricar tejas

En la siguiente figura se representa la parte frontal de la máquina, la cual lleva la siguiente colocación de los equipos:

Cilindro Hidráulico motor de transmisión para la cadena, motor de la bomba hidráulica.

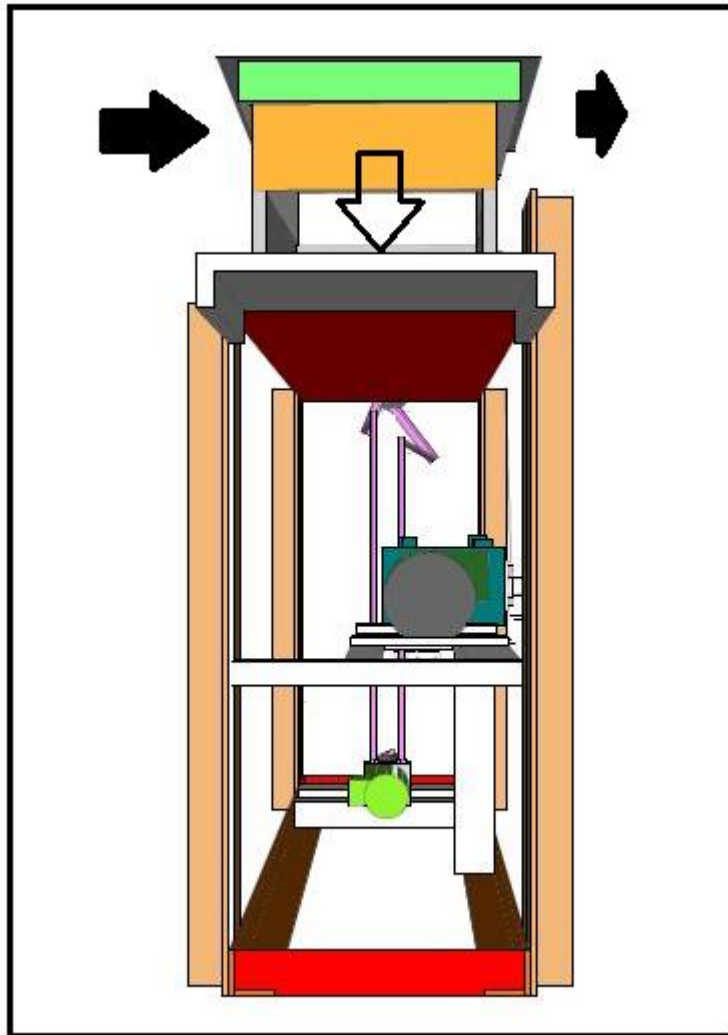
La estructuración de la posición de los equipos acorde a la demanda de la máquina respecto a su eficiencia de producción.

Figura 51. Vista frontal de máquina



Fuente: elaboración propia, con software sketchup 2013.

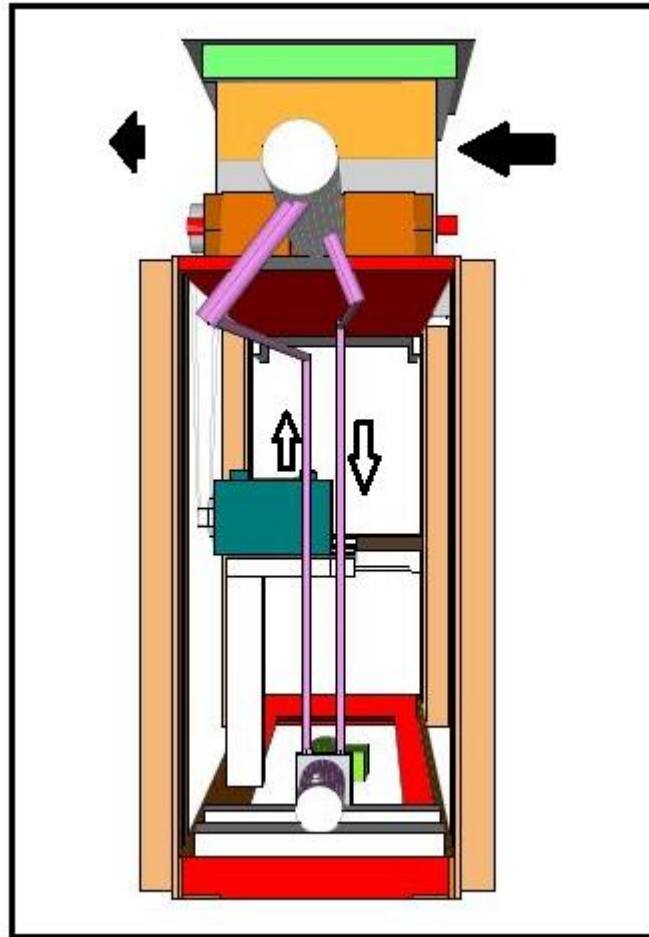
Figura 52. Vista lateral derecha de la máquina



Fuente: elaboración propia, con software sketchup 2013.

En esta vista se puede apreciar la pista en donde se deslizarán los moldes al momento que la teja ya esté extruida.

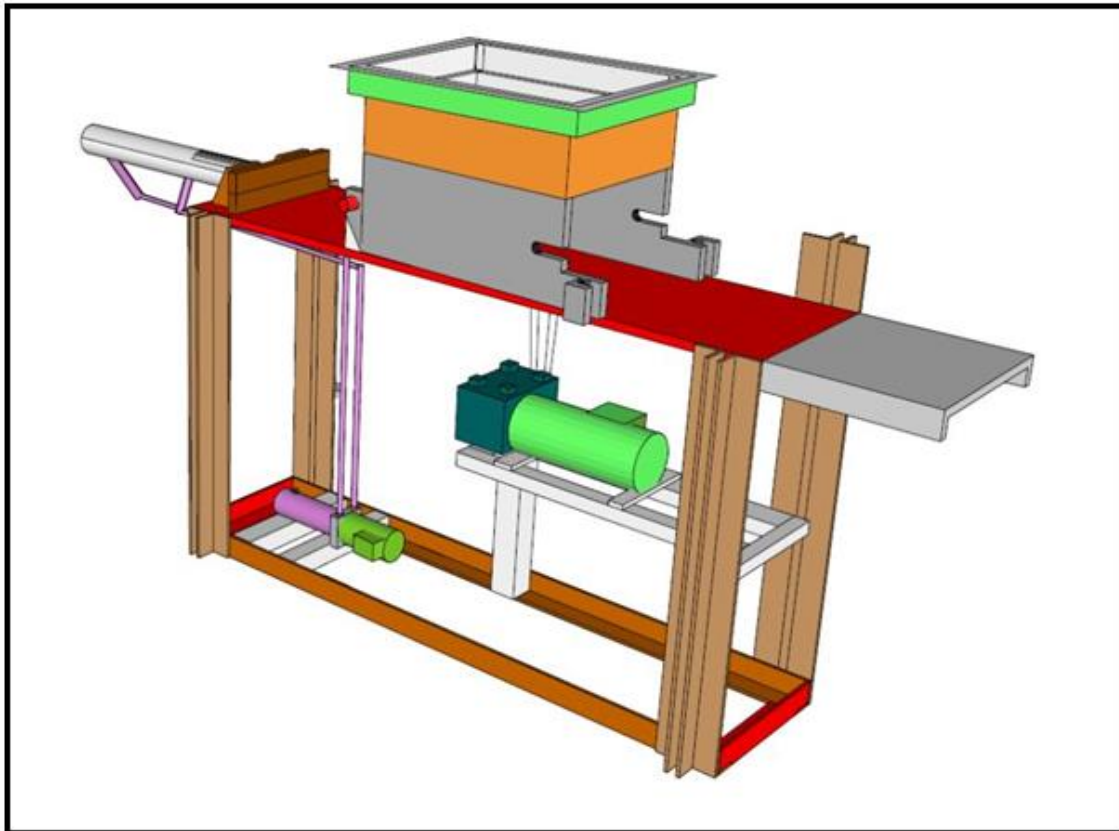
Figura 53. Vista lateral izquierda de la máquina



Fuente: elaboración propia, con software sketchup 2013.

La dirección de la presión hidráulica del sistema, señalada con flechas indica que la mayor fuerza del cilindro es hacia adelante, por lo que la presión de empuje es calibrada con sus debidas válvulas.

Figura 54. Vista isométrica de la máquina



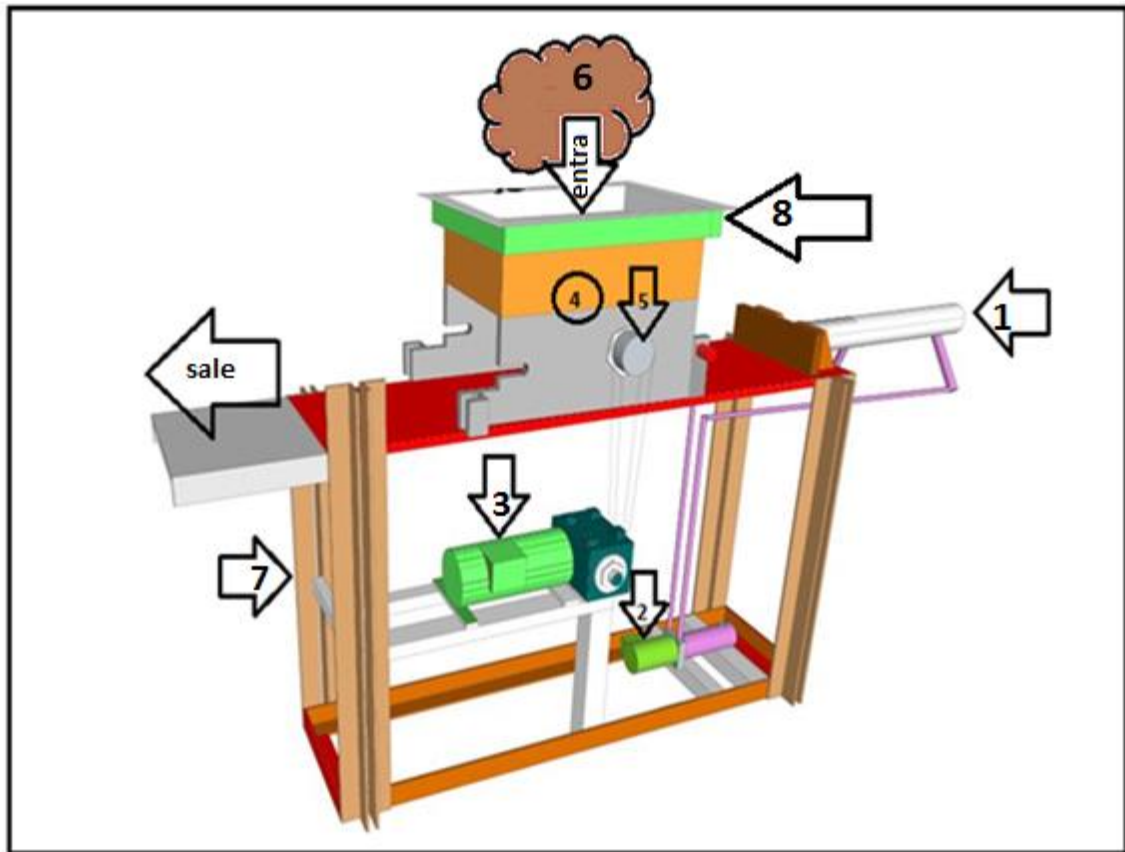
Fuente: elaboración propia, con software sketchup 2013.

La máquina está provista de tolvas que ocultan los equipos que se encuentran bajo la mesa, para protegerlos de la abrasión y de las condiciones de trabajo a las que está sometida la máquina. En esta gráfica 54 y en las anteriores se presentó sin ellas para apreciar mejor la estructura interna.

3.6.1. Flujograma

Es el proceso que sigue la materia prima desde el momento que es preparada señalando el lugar de montaje de los equipos que intervienen en el proceso los cuales se verán en la siguiente gráfica.

Figura 55. Flujograma del producto en la máquina



Fuente: elaboración propia, con software sketchup 2013.

Los equipos señalados en el diseño se describen a continuación:

1- Cilindro hidráulico

- 2- Motor hidráulico
- 3- Motor de transmisión para cadena
- 4- Caja de extrusión
- 5- Cilindro de moldeo superior
- 6- Materia prima
- 7- Bastidor o carcaza
- 8- Tolva de llenado

Antes de comenzar el trabajo, el operador debe portar el equipo de seguridad adecuado para el tipo de actividad que desarrollará tomando en cuenta lo siguiente:

- Haber realizado el recorrido de inspección correspondiente en la máquina.
- Verificar que la maquinaria y equipo esté debidamente conectado al suministro de energía eléctrica.
- Verificar las revoluciones necesarias para el tipo de teja que se estará trabajando.
- Tener lista la materia prima para el llenado de la tolva.

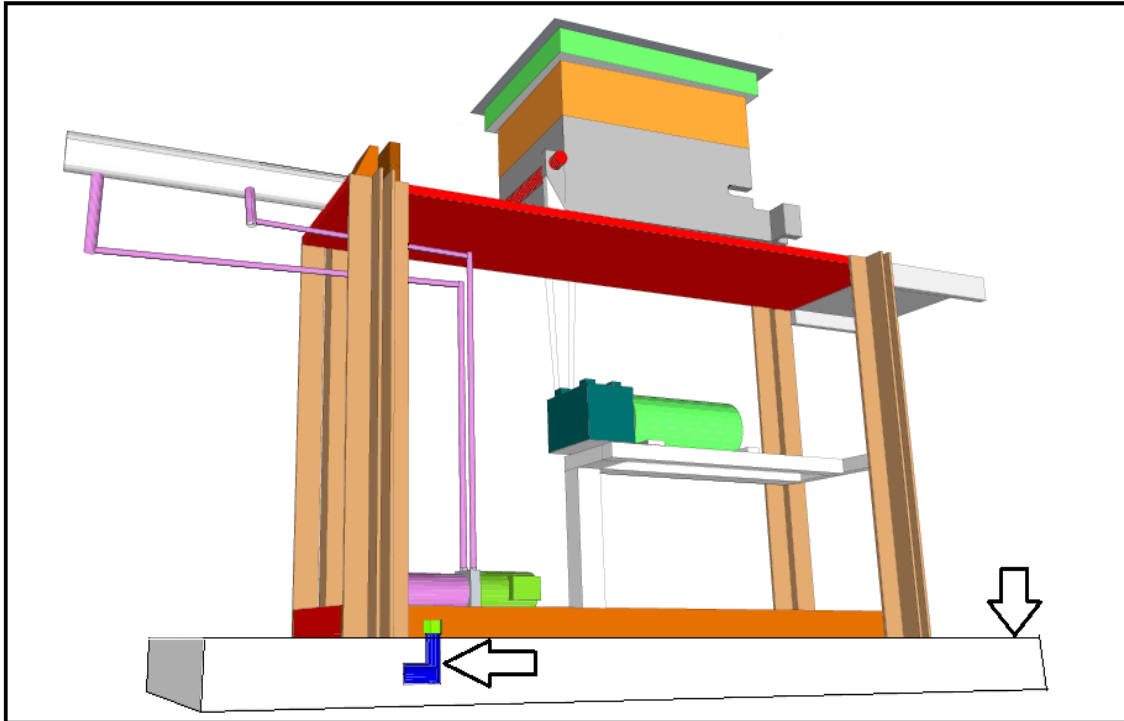
Luego de haber completado los procedimientos anteriores, se puede determinar el camino que sigue la materia prima desde el momento que se deposita en la tolva hasta que esta tome la forma de una teja formal.

El procedimiento que toma la materia prima a través del funcionamiento de la máquina es el siguiente:

- Se arranca el motor del sistema hidráulico 2, cuando este tenga ya sus revoluciones se arranca el motor de transmisión de cadena 3;

- Señalado con una flecha de entrada, lugar donde se aporta materia prima 6, en la caja de extrusión 4, por medio de la tolva 8, de una forma cuidadosa para que esta no se derrame en los alrededores de la máquina, sabiendo que ya debe haber un molde dentro de la caja de extrusión, para que este reciba la mezcla a transformar;
- Se hace mover el cilindro hidráulico 1, realizando su movimiento empujando hacia la caja de extrusión 4, un nuevo molde para que este mueva e impulse el molde que está dentro de la caja de extrusión y el nuevo molde tome su lugar;
- En el momento que el molde dentro de la caja de extrusión recibe la fuerza de empuje, el cilindro mecánico 5, moldea la teja de la parte superior siendo así la extrusión de la materia prima transformada en teja;
- Luego que la teja ya está totalmente conformada señalado con una flecha de salida, pasa al proceso de corte que es a través de una guillotina que hace la división de cada una de las tejas.

Figura 56. **Cimentación y anclaje**



Fuente: elaboración propia, con software sketchup 2013.

Determinando todos los sistemas, precios de equipo, aceros utilizados y mano de obra en la máquina, el precio de la misma se generaliza en 290 000 quetzales, no tomando en cuenta la fabricación de los moldes de las tejas ni la realización de las pruebas pertinentes para garantizar su funcionamiento.

4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA MÁQUINA

4.1. Tipos de lubricantes

Tribología es la ciencia y tecnología de los sistemas en movimiento y en contacto mutuo. Comprende la fricción, lubricación, desgaste y otros aspectos relacionados con la ingeniería, física, química, metalurgia, fisiología, entre otros.

El propósito de la lubricación o engrase es el de interponer una película de un material fácilmente cizallable entre órgano con movimiento relativo. La sustancia fácilmente cizallable es lo que se conoce como lubricante.

Existen varios tipos de rozamientos, si las dos superficies en contacto se separan por la interposición permanente de una sustancia lubricante, el rozamiento será del tipo “fluido o húmedo”, mientras que si no existe ninguna sustancia intermedia, se está en el caso de “rozamiento sólido o seco”.

Además de la función principal de los lubricantes, antes mencionada, estos poseen otras funciones las cuales son:

- Proteger contra el desgaste, la corrosión y oxidación
- Contribuir a la estanqueidad
- Contribuir a la refrigeración
- Facilitar la evacuación de impurezas

Según la naturaleza del lubricante se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Lubricante gaseoso (aire, entre otros)
- Lubricantes líquidos (aceites)
- Lubricantes pastoso (grasas)
- Lubricantes sólidos (grafito, bronce poroso, teflón, entre otros)

Los dos tipos de lubricantes más usuales e importantes son los aceites y las grasas.

4.1.1. Aceite lubricante

Entre los componentes no reactivos (hidrocarburos) saturados del aceite están:

- Parafínicos
- Nafténicos

Entre los componentes no reactivos No saturados están:

- Aromáticos

Entre algunos de los aditivos están:

- De untuosidad
- De detergencia
- Alcoholes, ésteres

Los componentes no reactivos tienen grupos polares y sirven de base o de “matriz” de alojamiento del resto de los componentes o aditivos. Las diferentes bases de los aceite minerales provienen, de los distintos tipos de petróleo.

Los aditivos que se añaden al aceite de partida se encargan de:

- Unas veces de mejorar algunas cualidades del aceite base. Los cuales son los aditivos mejoradores.
- Otras veces de reducir o contrarrestar otras características menores convenientes para la aplicación de que se trate, los cuales son los aditivos inhibidores.

Figura 57. **Aditivos inhibidores y mejoradores**

ADITIVOS MEJORADORES	De la untuosidad
	Depresores del punto de congelación
	Del Índice de Viscosidad
ADITIVOS INHIBIDORES	Antioxidantes (Evitan la oxidación del propio aceite)
	Anticorrosivos (Evitan el ataque de los metales no ferreos del motor, Ni, bronce por el propio aceite)
	Detergentes (Evitan los depositos carbonosos procedentes de la propia combustión del motor)
	Dispersantes (Dispersan los lodos húmedos que se forman en el motor en frío, compuestos por HC sin quemar, agua, Oxidos de Pb, Carbón

Fuente: elaboración propia.

La composición anterior permite comprender que existen multitudes de aceites diferentes, dependiendo del tipo de aditivos y del tipo de la base.

Atendiendo al comportamiento de los aceites frente a la temperatura, estos se pueden clasificar en:

- Monogrado
- Multigrado

Los aceites monogrados eran los más usuales, y corresponden a las denominaciones SAE (SAE 20, 50, entre otros). Se caracterizan por tener índices de viscosidad relativamente bajos.

En cuanto a los aceites multigrado, poseen un alto índice de viscosidad. Estos aceites se consiguen partiendo de una base muy ligera a la que se le añaden una serie de aditivos espesantes, que se encargan de proporcionar al aceite una viscosidad adecuada a medida que se eleva la temperatura.

Estos aditivos espesantes suelen ser: poliisobutileno, polímeros de ésteres del ácido meta-acrílico y del alquilestireno. A temperaturas bajas, permanecen en suspensión coloidal.

Según la naturaleza de las bases del aceite, se pueden clasificar como:

- Minerales
- Sintéticos

Ambos tipos de aceites provienen del petróleo y la diferencia entre ellos estriba en que mientras los procesos de obtención de los minerales son físicos, los procesos de obtención de los sintéticos son del tipo químico.

Los aceites han de cumplir unas determinadas especificaciones atendiendo a sus características.

Cada uno de los organismos establece una serie de ensayos diferentes para la catalogación de los aceites da lugar a una clasificación distinta según la calidad y las aplicaciones de los mismos. Las principales especificaciones son:

- API: establecida por el American Petroleum Institute. La primera especificación API data de 1947 y se han ido creando otras con el paso del tiempo.
- MIL: establecidas por el ejército americano (Militar). La primera data de 1945.
- CCMC: establecidas por el Comité de Constructores del Mercadeo Común, a partir del 1989.
- VW: establecidas en un principio por la Volks Wagen como control de calidad de los aceites.

4.1.2. Grasas

La tendencia actual de los fabricantes de maquinaria, es la de tratar de reducir al máximo las tareas de mantenimiento periódico que genere, habiéndose eliminado casi por completo los puntos de engrase rutinario. Esto ocasiona un aumento de la importancia de la lubricación por grasa.

Una grasa es una sustancia que resulta de mezclar convenientemente jabón con un aceite apropiado. El aceite sigue cumpliendo su misión de fluido lubricante y el jabón actúa como agente dispersante. Como definición más precisa cabe decir que:

La grasa es un compuesto viscoplástico obtenido por espesamiento de aceites minerales, mediante la aportación de un jabón.

Al igual que en el caso de los aceites, en las grasas también se encuentran aditivos con diferentes finalidades, entre los que destacan:

- Antioxidantes
- Anticorrosivos
- De extrema presión

Es evidente que el engrase mediante grasas presenta ventajas y desventajas.

- Ventajas
 - El empleo de las mismas viene obligado siempre que el mecanismo a lubricar ofrezca dificultades importantes en cuanto a la posibilidad de tener consigo el aceite.
 - Son muy recomendables en ambientes de trabajo muy nocivo (polvo, humedad, entre otros).
 - Cuando es difícil el acceso al punto de lubricar y sea conveniente dilatar al máximo los periodos de mantenimiento.
- Desventajas
 - Extraordinaria sensibilidad al exceso de calor, salvo grasas muy especiales.
 - La acción refrigerante del lubricante se pierde por completo si se utilizan las grasas.

- Todavía en la actualidad no se ha conseguido eliminar la necesidad del engrase periódico, sobre todo en las máquinas pesadas.

El tipo de jabón utilizado en la fabricación de cada grasa, es el que determina las propiedades fundamentales que van a caracterizar posteriormente a dicha grasa. Aunque existen otros tipos de combinaciones posibles, los jabones más empleados en la fabricación de grasas son los siguientes:

- Grasas cálcicas: fueron las primeras grasas empleadas en maquinaria. Son de aspecto mantecoso y ofrecen buena resistencia frente al agua. Tiene poca resistencia mecánica y su débil resistencia frente al aumento de temperatura, siendo poco recomendables para muchas aplicaciones, trabajando sin problemas en cojinetes sencillos hasta temperaturas del orden de 75 °C.
- Grasas alumínicas: similares a las grasas cálcicas, pero de color claro, transparentes y de estructura suave y fibrosa. Ofrecen gran resistencia al aumento de la temperatura y su temperatura límite de servicio es de unos 70 °C, pero algunos tipos de grasas aluminicas pueden llegar a los 150 °C.
- Grasas sódicas: presentan una estructura fibrosa y gozan de muy buena resistencia mecánica. Sin sufrir deterioro alguno, ni separación de sus componentes aunque se les someta a notables esfuerzos de batido y agitación. Posee buenas cualidades anticorrosivas y antiherrumbre y pueden resistir bien las temperaturas elevadas, del orden hasta 150 °C.

- Grasas líticas: su empleo es muy extendido en la actualidad, se puede afirmar que el 50 % del total de las grasas que se consumen son líticas. Esto se debe a que poseen una serie de características buenas entre las que se destacan, la alta resistencia al agua y una alta resistencia a la temperatura (hasta 150 °C). Admiten, además, la adición de un 1 % de jabón cálcico para potenciar más aún dicha solubilidad.
- Grasas de bario: superan a las grasas líticas por sus mejores cualidades adherentes y resistencia mecánica, así como también por su mayor resistencia al agua.

Se emplean como grasas de tipo universal que pueden utilizarse sin contratiempos hasta temperaturas del orden de los 150 °C. Por lo contrario son mucho más caras y muy difíciles de preparar.

4.2. Tipos de lubricación

Película lubricante: la película del lubricante debe ser lo suficientemente gruesa como para separar los componentes del mecanismo. El espesor necesario de películas depende de la rugosidad superficial, la existencia de partículas de suciedad y la duración requerida.

Se puede distinguir tres situaciones diferentes de lubricación: capa límite, lubricación hidrodinámica y lubricación elasto hidrodinámica.

Lubricación por capa límite: se obtiene lubricación por capa límite cuando el espesor de la película del lubricante es de una magnitud similar a las moléculas individuales de aceite.

Esta condición se presenta cuando la cantidad de lubricante es insuficiente, o el movimiento relativo entre las dos superficies es demasiado lento.

Cuando el coeficiente de rozamiento aumenta, (la resistencia aumenta), las pérdidas por rozamiento también aumentan, esto se convierte en calor, aumentando la temperatura del lubricante, reduciéndose su viscosidad de forma que la capacidad de carga de la película se reduce. Esto se puede evitar empleando aditivos que refuercen la resistencia de la película.

Lubricación hidrodinámica: lubricación hidrodinámica o lubricación de película gruesa, se obtiene cuando las dos superficies están completamente separadas por una película coherente del lubricante. El espesor de la película excede así de las irregularidades combinadas de las superficies. El coeficiente de rozamiento es bastante menor que en la lubricación por capa límite. Esta lubricación evita el desgaste de las partes en movimiento, ya que no hay contacto metálico entre ellas.

Lubricación elasto hidrodinámica: esta condición se obtiene en superficies en contacto fuertemente cargadas (elásticas), esto es, superficies que cambian su forma bajo una carga fuerte, y vuelven a su forma original cuando cesa la carga.

4.3. Puntos de lubricación de la máquina para fabricar tejas

Los puntos críticos de lubricación en la máquina extrusora tendrán que ser bien definidos, ya que es una máquina que está expuesta a mucha abrasión y a entorno lleno de polvo, cemento y agua.

Las chumaceras colocadas en los apoyos de los ejes son los más críticos, por lo tanto tienen un mantenimiento bastante minucioso. Los puntos de lubricación de la máquina son los siguientes:

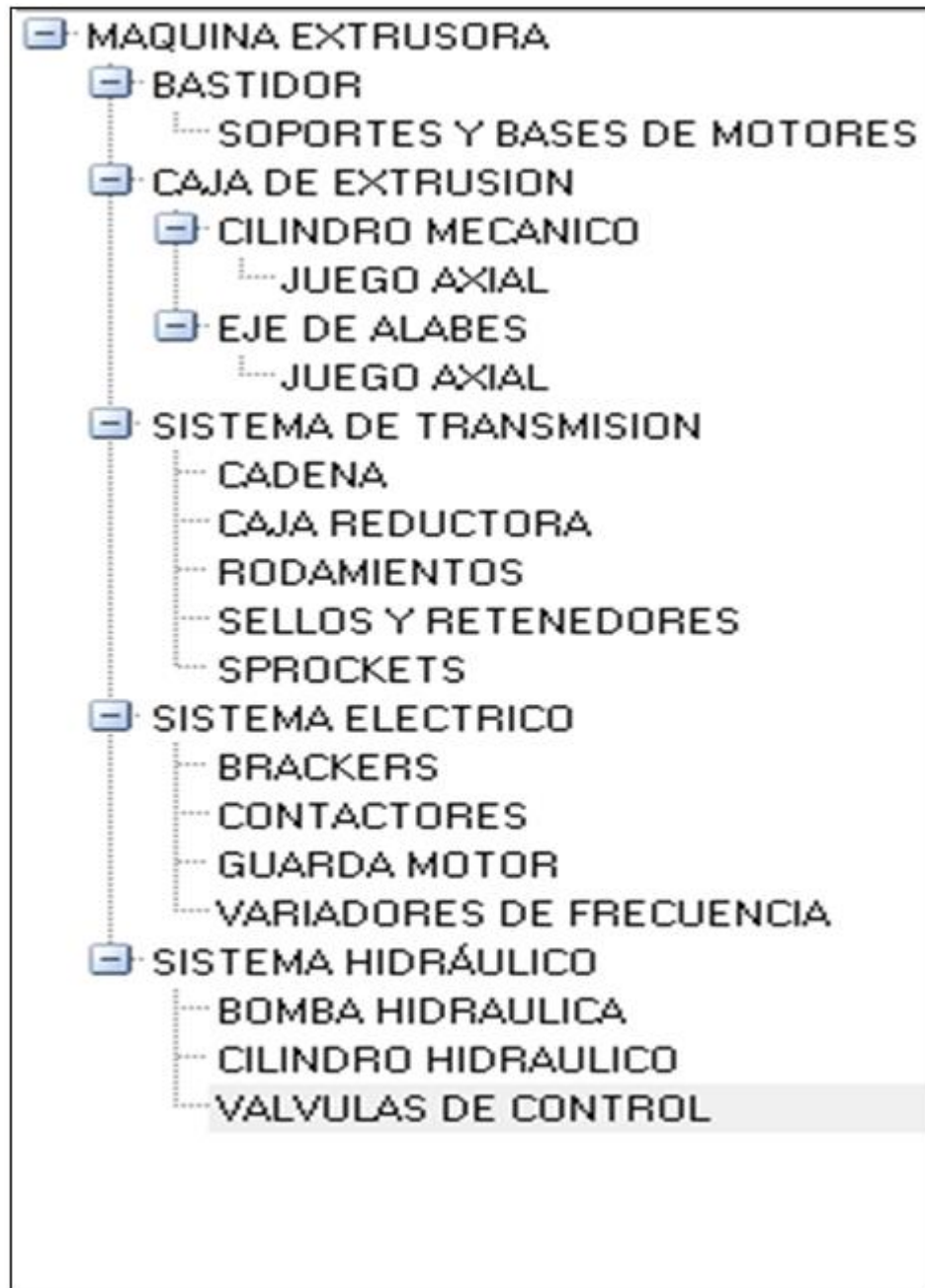
- Chumaceras de los apoyos de los ejes
- Cadenas de transmisión
- Cojinetes de los motores eléctricos
- Cojinetes de mecanismos de corte

4.4. Componentes principales de la máquina

En la elaboración del plan de mantenimiento de la máquina se hizo un desglose general en forma arbolar, para establecer equipos y subequipos que requieran de algún servicio a determinada frecuencia, por lo cual se elaboró un cuadro sinóptico de los componentes principales y sus subcomponentes para que estos sean visualizados en el momento de elaborar alguna auditoría de la misma o de igual manera realizar los cambios pertinentes cuando la máquina ya en funcionamiento lo requiera necesario.

La siguiente figura brinda la información necesaria antes descrita.

Figura 58. Cuadro sinóptico de los elementos de la máquina



Fuente: Software MP v.9.

4.4.1. Bastidor o carcasa

El bastidor es la pieza fundamental de la máquina, ya que es la encargada de mantener los motores y los elementos en su lugar de acuerdo a la fijación requerida por cada uno de ellos, por lo tanto las actividades de mantenimiento descritas en las figuras 53 y 54 corresponden a las tareas de mantenimiento del bastidor o carcasa de acuerdo a su frecuencia.

Figura 59. Actividad de pintura

Partes y actividades:			
Parte: \ BASTIDOR			
Actividad: PINTURA			
Datos generales:			
Frecuencia: 1 Año(s)	Prioridad: Media	Duración: 2 h 00 m	Tipo: Preventivo
Clasificación 1: MECANICO	Clasificación 2:	Requiere paro: No	
Medición: No requiere medición			
Procedimiento:			
1- Verificar que la maquina no este conectada a la electricidad y que la caja extrusora este desarmada			
2- Realizar una limpieza del bastidor con agua a presion.			
3- Luego de haberse secado la maquina hacer el procedimiento de lijado de la misma para que la pintura nueva se adiera			
4- Limpiar los excesos de de impurezas levantadas con la lija.			
5- Proceder al pintado.			
Notas:			
- Utilizar lentes, mascarilla guantes y botas industriales.			
-Ver que la presion del compresor este adecuadamente			
- Que la pistola de pintar tenga la cantidad adecuada de pintura.			

Fuente: Software MP v.9.

Figura 60. **Revisión de corrosión y soldadura**

Parte: \ BASTIDOR\ SOPORTES Y BASES DE MOTORES			
Actividad: REVISION DE CORROSION Y SOLDADURA			
<u>Datos generales:</u>			
Frecuencia: 1 Año(s)	Prioridad: Baja	Duración: 0 h 20 m	Tipo: Preventivo
Clasificación 1: MECANICO	Clasificación 2:	Requiere paro: No	
Medición: No requiere medición			
<u>Procedimiento:</u>			
1-Limpiar las tolvas de la maquina			
2- Desmontar las tolvas para tener acceso al bastidor			
3- Limpiar las superficies del bastidor.			
4- Utilizando reglas para visualizar deflexiones de las bases y los travesaños del bastidor.			
5- Utilizando una lupa verificar que no exista algun indicion de fractura en la soldadura.			
<u>Notas:</u>			
- Utilizar guantes, gafas y botas industriales			

Fuente: Software MP v.9.

4.4.2. **Caja de extrusión**

La caja de extrusión será la encargada de darle la forma geométrica a la teja en cuanto a la utilización del molde, por lo tanto siendo esta la parte de mayor concentración de abrasión de acuerdo al proceso, se describen de la figura 55 a la 59, las actividades de mantenimiento.

Figura 61. **Revisión de desgaste**

Parte: \ CAJA DE EXTRUSION			
Actividad: REVISION DE DESGASTE			
<u>Datos generales:</u>			
Frecuencia: 15 Día(s)	Prioridad: Media	Duración: 0 h 15 m	Tipo: Predictivo
Clasificación 1: MECANICO	Clasificación 2:	Requiere paro: No	
Medición: Controlar límites mínimo y máximo		Valor mínimo: 0.15 mm	Valor máximo: 0.75 mm
<u>Procedimiento:</u>			
1- Verificar que la maquina no este conectada al servicio electrico			
2- Estar seguro de que no existe alguna impureza dentro de la caja de extrusion.			
3- Utilizar un molde patron para la calibracion adecuada.			
3- Con un calibrador de hojas, verificar las elongaciones entre las paredes de la caja extrusora respecto al molde patron.			
<u>Notas:</u>			
Utilizar guantes, botas industriales y las herramientas adecuadas de calibracion			

Fuente: Software MP v.9.

Figura 62. **Medida de diámetros y largos**

Parte: \ CAJA DE EXTRUSION \ CILINDRO MECANICO			
Actividad: MEDIDA DE DIAMETROS Y LARGO			
<u>Datos generales:</u>			
Frecuencia: 1 Mes(es)	Prioridad: Alta	Duración: 0 h 30 m	Tipo: Predictivo
Clasificación 1: MECANICO	Clasificación 2:	Requiere paro: No	
Medición: Controlar límites mínimo y máximo		Valor mínimo: 0.1 MM	Valor máximo: 0.9 MM
<u>Procedimiento:</u>			
1- Verificar que el cilindro este libre de suciedad.			
2- Con un compas de exteriores medir los diámetros grandes y pequeños.			
3- Luego de tomadas las medidas, compararlas con las medidas que indica el fabricante.			
<u>Notas:</u>			
Este procedimiento se puede realizar con el cilindro montado o desmontado Utilizando compas de exteriores y regla para obtener la medida mas exacta.			

Fuente: Software MP v.9.

Figura 63. **Medición axial del cilindro mecánico**

Parte: \ CAJA DE EXTRUSION\ CILINDRO MECANICO\ JUEGO AXIAL			
Actividad: MEDICIÓN AXIAL			
<u>Datos generales:</u>			
Frecuencia: 1 Mes(es)	Prioridad: Alta	Duración: 0 h 10 m	Tipo: Predictivo
Clasificación 1: MECANICO	Clasificación 2:	Requiere paro: No	
Medición: Controlar límites mínimo y máximo Valor mínimo: 0.1 MM Valor máximo: 0.75 MM			
<u>Procedimiento:</u>			
1-Hacerle presión al cilindro primeramente hacia el lado derecho para realizar la medida con un medidor de cuadrante en el lado izquierdo.			
2- El mismo procedimiento para medir el lado derecho del eje.			
<u>Notas:</u>			
La caja de extrusion debe de estar completamente libre de suciedad y obstruccion para el movimiento del eje. Verificar que el medidor de cuadrante este debidamente colocado y en optimo funcionamiento			

Fuente: Software MP v.9.

Figura 64. **Medición eje de alabes**

Parte: \ CAJA DE EXTRUSION\ EJE DE ALABES			
Actividad: MEDICION			
<u>Datos generales:</u>			
Frecuencia: 1 Mes(es)	Prioridad: Media	Duración: 0 h 20 m	Tipo: Predictivo
Clasificación 1: MECANICO	Clasificación 2:	Requiere paro: No	
Medición: Controlar solo limite mínimo Valor mínimo: 10 MM			
<u>Procedimiento:</u>			
1- Medir la longitud permisible en cada uno de los alabes de acuerdo a las medidas de fabrica,			
2- si estas medidas sobre pasan el limite, el elemento debe ser reemplazado.			
<u>Notas:</u>			
- Verificar que el eje este libre de suciedad.			
- Utilizar un calibrador Vernier para obtener medias exactas.			

Fuente: Software MP v.9.

Figura 65. **Juego axial eje de alabes**

Parte: \ CAJA DE EXTRUSION \ EJE DE ALABES \ JUEGO AXIAL			
Actividad: MEDICIÓN			
<u>Datos generales:</u>			
Frecuencia: 1 Mes(es)	Prioridad: Alta	Duración: 0 h 20 m	Tipo: Predictivo
Clasificación 1: MECANICO	Clasificación 2:	Requiere paro: No	
Medición: Controlar límites mínimo y máximo		Valor mínimo: 0.1 mm	Valor máximo: 0.75 mm
<u>Procedimiento:</u>			
1- -Hacerle presión al eje de alabes primeramente hacia el lado derecho para realizar la medida con un medidor de cuadrante en el lado izquierdo.			
2- El mismo procedimiento para medir el lado derecho del eje.			
<u>Notas:</u>			
- La caja de extrusion debe de estar completamente libre de suciedad y obstruccion para el movimiento del eje.			
- Verificar que el medidor de cuadrante este debidamente colocado y en optimo funcionamiento.			

Fuente: Software MP v.9.

4.4.3. **Sistema eléctrico**

El sistema eléctrico de la máquina requiere de un cuidado especial, ya que de acuerdo a la fabricación de las tejas está sometido a contaminantes como el agua, cemento, arena y otros. Por lo tanto se describe en las gráficas de la 60 a la 63, las actividades de mantenimiento de este sistema eléctrico.

Figura 66. **Revisión de *brackers***

Parte: \ SISTEMA ELECTRICO\ BRACKERS			
Actividad: APLICACIÓN DE TORQUE			
<u>Datos generales:</u>			
Frecuencia: 3 Mes(es)	Prioridad: Media	Duración: 0 h 10 m	Tipo: Preventivo
Clasificación 1: MECÁNICO	Clasificación 2:	Requiere paro: No	
Medición: No requiere medición			
<u>Procedimiento:</u>			
1- Corroborar que el equipo no este conectado al servicio eléctrico.			
2- Revisar las lineas conductoras de corriente (conductores).			
3- Torquear los bornes del bracker.			
<u>Notas:</u>			
- Utilizar guates, lentes y botas industriales			
- Visualzar que no exista algun tipo de liquido derramado en el piso cuando sea el momento de realizar el torqueado			
<u>Imágenes de la actividad:</u>			
			

Fuente: Software MP v.9.

Figura 67. Revisión de contactores

Parte: \ SISTEMA ELECTRICO\ CONTACTORES			
Actividad: APLICACIÓN DE TORQUE			
Datos generales:			
Frecuencia: 3 Mes(es)	Prioridad: Baja	Duración: 0 h 10 m	Tipo: Preventivo
Clasificación 1: MECÁNICO	Clasificación 2:	Requiere paro: No	
Medición: No requiere medición			
Procedimiento:			
1- Corroborar que el equipo no este conectado a la red electrica.			
2- Revisar las lineas conductoras de corriente (conductores).			
3- Torquear los bornes de los contactores.			
Notas:			
- Utilizar guates, lentes y botas industriales			
- Visualizar que no exista algun tipo de liquido derramado en el piso cuando sea el momento de realizar el torqueado			
Imágenes de la actividad:			
			

Fuente: Software MP v.9.

Figura 68. Revisión de guarda motor

Parte: \ SISTEMA ELECTRICO\ GUARDA MOTOR			
Actividad: APLICACIÓN DE TORQUE			
Datos generales:			
Frecuencia: 3 Mes(es)	Prioridad: Media	Duración: 0 h 10 m	Tipo: Preventivo
Clasificación 1: MECÁNICO	Clasificación 2:	Requiere paro: No	
Medición: No requiere medición			
Procedimiento:			
1- Corroborar que el equipo no este conectado a la red electrica			
2- Revisar las lineas conductoras de corriente (conductores)			
3- Torquear los bornes de los guarda motor.			
Notas:			
- Utilizar guates, lentes y botas industriales			
- Visualzar que no exista algun tipo de liquido derramado en el piso cuando sea el momento de realizar el torqueado			
Imágenes de la actividad:			
			

Fuente: Software MP v.9.

Figura 69. Revisión de variadores de frecuencia

Parte: \ SISTEMA ELECTRICO\ VARIADORES DE FRECUENCIA			
Actividad: APLICACIÓN DE TORQUE			
<u>Datos generales:</u>			
Frecuencia: 3 Mes(es)	Prioridad: Media	Duración: 0 h 10 m	Tipo: Preventivo
Clasificación 1: MECÁNICO	Clasificación 2:	Requiere paro: No	
Medición: No requiere medición			
<u>Procedimiento:</u>			
1- Corroborar que el equipo no este conectado a la red electrica			
2- Revisar las lineas conductoras de corriente (conductores)			
3- Torquear los bornes de los variadores de frecuencia.			
<u>Notas:</u>			
- Utilizar guates, lentes y botas industriales			
- Visualizar que no exista algun tipo de liquido derramado en el piso cuando sea el momento de realizar el torqueado			
<u>Imágenes de la actividad:</u>			
			

Fuente: Software MP v.9.

4.4.4. Sistema hidráulico


Sabiendo que el sistema hidráulico es el sistema delicado de la máquina, ya que es movido por un aceite, que está susceptible a la contaminación por el entorno en el cual se encuentra por lo tanto se describe de igual manera las actividades de mantenimiento de la gráfica 64 a la 66, de acuerdo a sus necesidades.

Figura 70. Prueba de bomba hidráulica

Parte: \ SISTEMA HIDRÁULICO\ BOMBA HIDRAULICA			
Actividad: PRUEBAS			
<u>Datos generales:</u>			
Frecuencia: 8 Día(s)	Prioridad: Media	Duración: 0 h 10 m	Tipo: Preventivo
Clasificación 1: MECANICO	Clasificación 2:	Requiere paro: No	
Medición: No requiere medición			
<u>Procedimiento:</u>			
1- Medir la presión de la bomba antes de empezar cada jornada de trabajo.			
<u>Notas:</u>			
- Visualizar que el lente del manómetro este limpio y en buenas condiciones			

Fuente: Software MP v.9.

Figura 71. Actividades del cilindro hidráulico

Parte: \ SISTEMA HIDRÁULICO\ CILINDRO HIDRAULICO			
Actividad: CAMBIO DE ACEITE			
<u>Datos generales:</u>			
Frecuencia: 6 Mes(es)	Prioridad: Media	Duración: 2 h 00 m	Tipo: Preventivo
Clasificación 1: MECANICO	Clasificación 2:	Requiere paro: No	
Medición: No requiere medición			
<u>Procedimiento:</u>			
1- Quitar las tolvas correspondientes al sistema hidráulico.			
2- Colocar un recipiente para recibir el aceite en malas condiciones.			
3- Purgar el sistema para poder sacar todo el aceite en malas condiciones.			
4- Cobrar nuevamente el tornillo de purga y el tapón.			
5- Llenar nuevamente de líquido hidráulico de acuerdo al nivel correspondiente.			
<u>Notas:</u>			
- Utilizar guates de protección, lentes, botas industriales.			
- Recipiente para recolectar el aceite y wipe para limpiar los exesos.			
<u>Imágenes de la actividad:</u>			
			
<small>Cilindro hidráulico</small>			
Actividad: REVISIÓN			
<u>Datos generales:</u>			
Frecuencia: 1 Mes(es)	Prioridad: Media	Duración: 0 h 10 m	Tipo: Preventivo
Clasificación 1: MECANICO	Clasificación 2:	Requiere paro: No	
Medición: No requiere medición			
<u>Procedimiento:</u>			
- Revisión de fugas por los retenedores, fittings y racores utilizados en el ensamble del sistema			

Fuente: Software MP v.9.

Figura 72. **Revisión de válvula de control**

Parte: \ SISTEMA HIDRÁULICO\ VALVULAS DE CONTROL

Actividad: **REVISIÓN**

Datos generales:

Frecuencia: 1 Mes(es)	Prioridad: Media	Duración: 0 h 10 m	Tipo: Preventivo
Clasificación 1: MECANICO	Clasificación 2:	Requiere paro: No	
Medición: No requiere medición			

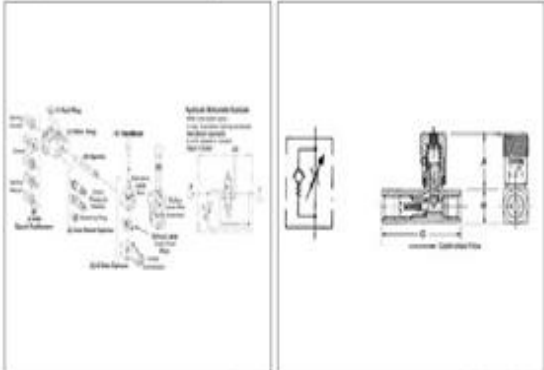
Procedimiento:

1- Cuando se mide la presión de la bomba, se puede realizar el mismo procedimiento para medir las caídas de presión de estas válvula de control.

Notas:

- Utilizar guantes, lentes y botas industriales.
- Visualizar las presiones y compararlas con el manual.

Imágenes de la actividad:



Fuente: Software MP v.9.

4.4.5. Sistema de transmisión

Este sistema es el encargado de darle movilidad a los ejes utilizados, a través de los motores, cadenas, y *sprockets*.

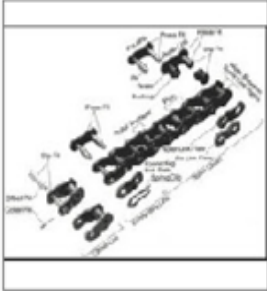
Tomando en cuenta que estos ejes están apoyados por rodamientos expuestos a la abrasión y contaminación del entorno, por lo cual se describen las actividades de mantenimiento de la gráfica 67 a la 71.

Figura 73. Cambio de aceite caja reductora

Parte: \ SISTEMA DE TRANSMISION\ CAJA REDUCTORA			
Actividad: CAMBIO DE ACEITE			
Datos generales:			
Frecuencia: 6 Mes(es)	Prioridad: Baja	Duración: 1 h 00 m	Tipo: Preventivo
Clasificación 1: MECANICO	Clasificación 2:	Requiere paro: No	
Medición: No requiere medición			
Procedimiento:			
1- Desmontar las tolvas correspondientes.			
2- Colocar un recipiente para almacenar el aceite a cambiar.			
3- Despues de vaciar el aceite, verificar que el tapón este colocado correctamente.			
4- Vaciar dentro de la caja el aceite nuevo de acuerdo al nivel requerido.			
Notas:			
- Utilizar el aceite de fabrica, ver en manual.			
. El quipo de seguridad: lentes, guantes y botas industriales			
Imágenes de la actividad:			
			

Fuente: Software MP v.9.

Figura 74. Desgaste y lubricación de cadena

Parte: \ SISTEMA DE TRANSMISION\ CADENA			
Actividad: DESGASTE Y LUBRICACIÓN			
<u>Datos generales:</u>			
Frecuencia: 15 Día(s)	Prioridad: Media	Duración: 0 h 20 m	Tipo: Preventivo
Clasificación 1: MECANICO	Clasificación 2:	Requiere paro: No	
Medición: No requiere medición			
<u>Procedimiento:</u>			
Inspección visual de la cadena, estiramiento, desgaste y lubricación.			
<u>Notas:</u>			
- Utilizar guantes de protección, lentes y wipe para limpiar los excesos de lubricante.			
<u>Imágenes de la actividad:</u>			
			
cadena			
Actividad: DESMONTAJE			
<u>Datos generales:</u>			
Frecuencia: 1 Mes(es)	Prioridad: Alta	Duración: 1 h 00 m	Tipo: Preventivo
Clasificación 1: MECANICO	Clasificación 2:	Requiere paro: 1 día(s)	
Medición: No requiere medición			
<u>Procedimiento:</u>			
<ol style="list-style-type: none"> 1- Verificar que la máquina no este alimentada eléctricamente. 2- Desmontar las tolvas para visualizar toda la cadena de transmisión. 3- Desmontar la cadena de transmisión. 4- Limpiar a profundidad la cadena con un solvente para eliminar toda impureza. 5- Secar la cadena con la ayuda de aire comprimido. 6- Verificar el desgaste y el estiramiento que haya obtenido en el tiempo de funcionamiento. 7- Si la cadena excede de las medidas permisibles de acuerdo al fabricante esta debe de ser reemplazada. 			
<u>Notas:</u>			
<ul style="list-style-type: none"> - Utilizar un patrón para realizar las medidas de estiramiento y desgaste de la cadena - Equipo que debe de utilizarse: guantes, lentes y botas industriales - Recipientes para vaciar el solvente - Wipe para limpiar los excesos. 			

Fuente: Software MP v.9.

Figura 75. Desgaste y lubricación de rodamiento

Parte: \ SISTEMA DE TRANSMISION\ RODAMIENTOS			
Actividad: DESGASTE Y LUBRICACIÓN			
<u>Datos generales:</u>			
Frecuencia: 1 Mes(es)	Prioridad: Alta	Duración: 8 h 00 m	Tipo: Preventivo
Clasificación 1: MECANICO	Clasificación 2:	Requiere paro: 1 día(s)	
Medición: No requiere medición			
<u>Procedimiento:</u>			
<ol style="list-style-type: none"> 1- Verificar que la máquina no este conectada al servicio electrico. 2- Desmontar las tolvas correspondientes a los rodamientos. 3- Desmontar los rodamientos. 4- Proporcionar una limpieza con solvente para desprender todo tipo de suciedad a los rodamientos. 5- Secar los rodamientos con ayuda de aire comprimido. 6- Verificar el desgaste en las pistas de los elementos rodantes y los juegos axiales y radiales. 			
<u>Notas:</u>			
<ul style="list-style-type: none"> - Si los juegos axiales, radiales entran en el rango de medicion - Si los desgastes no son excesivos, los rodamientos vuelven a ser lubricados. - De lo contrario deben de ser reemplazados 			
<u>Imágenes de la actividad:</u>			
			
<small>rodamiento</small>			
Actividad: LUBRICACIÓN			
<u>Datos generales:</u>			
Frecuencia: 15 Día(s)	Prioridad: Media	Duración: 0 h 15 m	Tipo: Preventivo
Clasificación 1: MECANICO	Clasificación 2:	Requiere paro: No	
Medición: No requiere medición			
<u>Procedimiento:</u>			
Lubricar adecuadamente los rodamientos con el tipo de grasa especificado por el fabricante,			


Fuente: Software MP v.9.

Figura 76. **Revisión de sellos y retenedores**

Parte: \ SISTEMA DE TRANSMISION\ SELLOS Y RETENEDORES			
Actividad: REVISIÓN			
<u>Datos generales:</u>			
Frecuencia: 1 Mes(es)	Prioridad: Media	Duración: 0 h 20 m	Tipo: Preventivo
Clasificación 1: MECANICO	Clasificación 2:	Requiere paro: No	
Medición: No requiere medición			
<u>Procedimiento:</u>			
1- Limpiar los retenedores con wipe para verificar fugas			
2- si hay desgaste notificar para el cambio			
<u>Notas:</u>			
- En el momento que se desarmen las tolvas para revision de la cadena, el mismo tiempo puede utilizarse para revision de los retenedores y sellos hidraulicos			

Fuente: Software MP v.9.

Figura 77. **Desgaste y lubricación de sprockets**

Parte: \ SISTEMA DE TRANSMISION\ SPROCKETS			
Actividad: DESGASTE Y LUBRICACIÓN			
Datos generales:			
Frecuencia: 1 Mes(es)	Prioridad: Media	Duración: 0 h 40 m	Tipo: Preventivo
Clasificación 1: MECANICO	Clasificación 2:	Requiere paro: No	
Medición: No requiere medición			
Procedimiento:			
Tomando en cuenta el mismo procedimiento para el desmontaje de la cadena de transmision utilizar el mismo recipiente para el lavado de la cadena para el lavado de los sprockets			
1- Visualzar el desgaste de los dientes			
2- Compararlo con las medidas del fabricante			
3- Si no estan las medidas en el rango estipulado, se procede al cambio.			
Notas:			
En el momento que se desmonte la cadena de transmision se debe de limpiar tambien los sprockets			
Imágenes de la actividad:			
			

Fuente: Software MP v.9.

CONCLUSIONES

1. La máquina extrusora de tejas de concreto es una solución en su diseño, para elaborar tejas en serie lo cual brinda una producción mucho más alta a la que normalmente se acostumbra.
2. La demanda del mercado de las tejas es exigente, por lo cual las velocidades de los equipos que se utilizarán en el diseño fueron calculadas de acuerdo a estas exigencias, la cual está en una postura bastante aceptable para que las tejas obtengan las propiedades que se recomiendan en el tiempo específico.
3. Los materiales que se utilizan en la elaboración de la teja son de granulometría, que causa un desgaste excesivo en los metales normales, por lo cual los materiales utilizados en la misma fueron debidamente seleccionados para prolongar la vida útil de los componentes de la máquina, y esta sea productiva por un tiempo mayor al estipulado por los aceros normalmente comerciales.
4. La tecnología en el diseño de equipos y maquinaria es esencial en esta época, para contribuir en la reducción del calentamiento global. Ayuda también a mantener un control sobre el proceso y depuración de los tiempos muertos en la producción en serie, automatizando los procesos y disminuir el esfuerzo físico del trabajador.

5. Por lo cual tanto los motores eléctricos, cilindro hidráulico y los variadores de frecuencia utilizados en el diseño, proporcionan la satisfacción de las demandas en el mercado. Para generar un ahorro energético y que el control de los cilindros mecánicos sea el adecuado.

RECOMENDACIONES

1. Hacer el estudio de tiempos en las líneas de producción, para poder mantener el nivel de la fabricación de las tejas, para que el proceso sea óptimo y el producto mantenga los estándares de calidad.
2. Hacer en el momento de la construcción, seleccionar tecnología de punta, ya que de esta manera se garantizan los procesos y se mantienen los sistemas a la vanguardia y son amigables con el medio ambiente.
3. Al jefe de mantenimiento se le recomienda darle continuidad al plan de mantenimiento establecido, para incrementar la vida útil de la máquina extrusora.
4. A la Gerencia, invertir presupuesto en capacitación y entrenamiento para los operarios de la máquina.

BIBLIOGRAFÍA

1. BAUMEISTER, Theodore; AVALLONE, Eugen *Marks: Manual del ingeniero mecánico*. 8a ed. México: McGraw-Hill, 1988. 465 p. ISBN 968-451-640-1.
2. BEGEMAN, Myrón. *Procesos de manufactura*. 4a ed. México: Continental, 1960. 820 p.
3. CONCEPTS. *Green*. [en línea]. www.greenconceptschoices.com [Consulta: 7 de diciembre de 2 013].
4. *MEXTILE* [en línea]. www.mextile.com.mx. [Consulta: 15 de diciembre de 2013].
5. MOTT, Robert L. *Mecánica de fluidos*. 6a ed. México: Pearson Educación, 2 006. 650 p. ISBN: 970 – 26 – 0805 – 8.
6. SOTELLO, Rodrigo: *Lubricación* [en línea] www.buenastareas.com/ensayos/lubricantes/5605871.html. [consulta: 21 de agosto de 2013].

7. SPOTTS, M. F. *Elementos de máquinas*. 7a ed. Mexico: Prentice Hall, 1999. 856 p. ISBN: 970-17-0252-2.

8. Universidad de Navarra. [en línea]. www.unav.es/adi/UserFiles/File/4000005038/cap8%20Tornillos.pdf. [Consulta: 7 de diciembre de 2013].

ANEXOS

MAQUINA EXTRUSORA

Parte	▲ Actividad	▲ Frecuencia	Duración	Prioridad	Tipo	Clasificación 1
\ BASTIDOR	PINTURA	1 Año(s)	2 h 00 m	Media	Preventivo	MECANICO
\ BASTIDOR \ SOPORTES Y BASES DE MOTORES	REVISION DE CORROSION Y SOLDADURA	1 Año(s)	0 h 20 m	Baja	Preventivo	MECANICO
\ CAJA DE EXTRUSION	REVISION DE DESGASTE	15 Día(s)	0 h 15 m	Media	Predictivo	MECANICO
\ CAJA DE EXTRUSION \ CILINDRO MECANICO	MEDIDA DE DIAMETROS Y LARGO	1 Mes(es)	0 h 30 m	Alta	Predictivo	MECANICO
\ CAJA DE EXTRUSION \ CILINDRO MECANICO \ JUEGO AXIAL	MEDICIÓN AXIAL	1 Mes(es)	0 h 10 m	Alta	Predictivo	MECANICO
\ CAJA DE EXTRUSION \ EJE DE ALABES	MEDICION	1 Mes(es)	0 h 20 m	Media	Predictivo	MECANICO
\ CAJA DE EXTRUSION \ EJE DE ALABES \ JUEGO AXIAL	MEDICIÓN	1 Mes(es)	0 h 20 m	Alta	Predictivo	MECANICO
\ SISTEMA DE TRANSMISION \ CADENA	DESGASTE Y LUBRICACIÓN	15 Día(s)	0 h 20 m	Media	Preventivo	MECANICO
	DESMONTAJE	1 Mes(es)	1 h 00 m	Alta	Preventivo	MECANICO
\ SISTEMA DE TRANSMISION \ CAJA REDUCTORA	CAMBIO DE ACEITE	6 Mes(es)	1 h 00 m	Baja	Preventivo	MECANICO
\ SISTEMA DE TRANSMISION \ RODAMIENTOS	DESGASTE Y LUBRICACIÓN	1 Mes(es)	8 h 00 m	Alta	Preventivo	MECANICO
	LUBRICACIÓN	15 Día(s)	0 h 15 m	Media	Preventivo	MECANICO
\ SISTEMA DE TRANSMISION \ SELLOS Y RETENEDORES	REVISIÓN	1 Mes(es)	0 h 20 m	Media	Preventivo	MECANICO
\ SISTEMA DE TRANSMISION \ SPROCKETS	DESGASTE Y LUBRICACIÓN	1 Mes(es)	0 h 40 m	Media	Preventivo	MECANICO
\ SISTEMA ELECTRICO \ BRACKERS	APLICACIÓN DE TORQUE	3 Mes(es)	0 h 10 m	Media	Preventivo	MECÁNICO ELECTRICO
\ SISTEMA ELECTRICO \ CONTACTORES	APLICACIÓN DE TORQUE	3 Mes(es)	0 h 10 m	Baja	Preventivo	MECÁNICO ELECTRICO
\ SISTEMA ELECTRICO \ GUARDA MOTOR	APLICACIÓN DE TORQUE	3 Mes(es)	0 h 10 m	Media	Preventivo	MECÁNICO ELECTRICO
\ SISTEMA ELECTRICO \ VARIADORES DE FRECUENCIA	APLICACIÓN DE TORQUE	3 Mes(es)	0 h 10 m	Media	Preventivo	MECÁNICO ELECTRICO
\ SISTEMA HIDRÁULICO \ BOMBA HIDRAULICA	PRUEBAS	8 Día(s)	0 h 10 m	Media	Preventivo	MECANICO
\ SISTEMA HIDRÁULICO \ CILINDRO HIDRAULICO	CAMBIO DE ACEITE	6 Mes(es)	2 h 00 m	Media	Preventivo	MECANICO
	REVISIÓN	1 Mes(es)	0 h 10 m	Media	Preventivo	MECANICO
\ SISTEMA HIDRÁULICO \ VALVULAS DE CONTROL	REVISIÓN	1 Mes(es)	0 h 10 m	Media	Preventivo	MECANICO

Fuente: software MP v. 9.