

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**CONSTRUCCIÓN DE UN COMPACTADOR DE PROBETAS
PARA ESTUDIO METALOGRAFICO**

POR:

ROLANDO MAURICIO REGALADO GARCÍA

**Proyecto de grado presentado como requisito parcial para la
obtención del título de:**

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2007

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado por su totalidad por el Sr. ROLANDO MAURICIO REGALADO GARCÍA como requisito parcial a la obtención del título de TECNOLOGO EN MECÁNICA AERONAUTICA.

Ing. Dag Bastantes Alarcón.
DIRECTOR DEL PROYECTO

Latacunga Agosto, 2007

DEDICATORIA

Deseo dedicar este trabajo a mi querida hija “MICAELA” y a mis padres los cuales han sido y serán el motor de mi vida; pues producto de su infalible apoyo y paciencia hoy me encuentro en la culminación de esta fase de mi educación.

A mis ex profesores y ex compañeros, a mis buenos amigos, los cuales con su esfuerzo y dedicación se preocupan por lograr ser mejores profesionales y personas éticas del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico al país en el mundo y en la vida cotidiana.

ROLANDO REGALADO.G.

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar un profundo sentimiento de gratitud a mis familiares especialmente a mis queridos padres, por haberme traído a la vida. A Dios nuestro señor creador por habérmela concedido.

Quiero agradecer también a todos mis buenos amigos y compañeros que siempre estuvieron brindándome su incondicional apoyo para superarme cada día mas, a la Fuerza Aérea Ecuatoriana y a todos los que de alguna manera u otra influyeron y colaboraron en la realización de este proyecto.

ROLANDO REGALADO.G.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Página.

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Resumen.....	iv

CAPÍTULO I

Planteamiento del problema.....	1
Justificación.....	1
1.3.-Objetivos.....	2
1.3.2. Objetivo general.....	2
1.3.2. Objetivos específicos.....	2
1.4. Alcance.....	2

CAPÍTULO II

2.1. GENERALIDADES.

2.1.1. Montajes de probeta pequeñas.....	4
2.1.2. Métodos de montaje de muestras para el Análisis microscópico.....	4
Técnica de montaje de muestras metalográficas en materiales plásticos.....	14
2.1.2.1. Montaje mecánico.....	5
Preparación de probetas metalográficas.....	14
2.1.2.2. Montaje por electro deposición.....	5
Materiales Plásticos Usados.....	15
2.1.2.3. Montaje con aleaciones fusionables y mezclas pastosas...6	
Moldeo por Compresión.....	17
2.1.2.4. Montaje en materiales plásticos.....	6
Presión y Temperatura de Moldeo.....	19
2.1.2.4.1. Montajes Fusibles.....	7
2.1.2.4.2. Nucita (Resinas Termoplásticas).....	11
2.1.2.5. Capacidad de compresión.....	21

CAPÍTULO III

3.1. Identificación de alternativas	24
3.2. Estudio técnico	25
3.2.1. Primera alternativa	25
3.2.2. Segunda alternativa	27
3.3. Estudio de factibilidad	30
3.3.1. Primera Alternativa	30
3.3.2. Segunda Alternativa	31
3.4. Parámetros de evaluación	31
3.4.1 Factor Técnico	32
3.4.2. Factor financiero	33
3.4.3. Factor integracional	34
3.5. Matriz de evaluación de las alternativas	34
3.7. Selección de la mejor alternativa	36

CAPÍTULO IV.

4.1. ORDEN CRONOLÓGICO DE CONSTRUCCIÓN.....	37
4.2. MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS USADAS EN LA CONSTUCCÓN DE LA COMPACTADORA DE PROBETAS METALOGRAFICAS.....	38
4.2.1. Herramienta Manual.....	38
4.2.2. Herramienta eléctrica y maquinas y herramientas.....	39
4.3. MATERIALES E INSUMOS USADOS EN LA CONSTRUCCÓN DEL COMPACTADOR DE PROBETAS.....	39
4.4. PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCÓN.....	40
4.4.1. Dibujo de los planos y bosquejos del proyecto.....	42
4.4.2. Estructura.....	43
4.4.3. Soporte en “RECTANGULO” de gato hidráulico ejes guías de compresión y del sistema de calentamiento.....	45
4.5. DIAGRAMAS DE LOS PROCESOS DE TRABAJO.	
4.5.1 Dibujo de los planos y bosquejos del proyecto.....	42
4.5.1.1. Diagrama de proceso del diseño de la compactadora.....	43
4.5.2 Estructura.....	43
4.5.2.1 Diagrama de proceso: construcción estructura.....	44
4.5.3 SOPORTE EN “RETANGULO” ESTRUCTURAL de gato hidráulico, ejes guías de compresión y del sistema de calentamiento.....	45
4.5.2.1 Diagrama de proceso: Construcción soporte estructural.....	46

4.5.2.2 Diagrama de proceso: Ensamblado de la estructura.....	47
4.5.2.3 Diagrama de proceso: Centrado y roscado de viga superior y eje de apoyo de compresión.....	48
4.5.2.4 Diagrama de proceso: Construcción de guías y apoyo de compresión en viga superior (UPN).....	49
4.5.2.5 Diagrama de proceso: Montaje de guías y apoyo de compresión en viga superior (UPN).....	50
4.5.2.6 Diagrama de proceso: Montaje y lubricación de refuerzo de base de gato hidráulico (GH) en UPN inferior.....	51
4.5.2.7 Diagrama de proceso: Construcción de eje base inferior de (G.H)	52
4.5.2.8 Diagrama de proceso: Construcción de base de eje o soporte de reserva.....	53
4.5.2.9 Diagrama de proceso: Construcción del tubo extractor.....	54
4.5.2.10 Diagrama de proceso: Construcción de camisa de eje guía.....	55

CAPITULO V.

5.1. DESCRIPCION GENERAL.....	56
5.2. MANUAL DE OPERACIÓN.....	56
5.3. MANUAL DE MANTENIMIENTO.....	56

CAPITULO VI

6.1.PRESUPUESTO.....	60
6.2. ANÁLISIS ECONOMICO Y FINANCIERO.....	60
6.2.1. Materiales.....	60
6.2.2. Maquinas Herramientas.....	61
6.2.3. Mano de Obra.....	62
6.2.4. Varios.....	62
6.3. COMPARACION DE LAS MAQUINAS: CONSTRUIDA Vs MARCA.....	63

CAPITULO VII.

7. OBSERVACIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. OBSERVACIONES.....	65
7.2. CONCLUSIONES.....	65
7.3. RECOMENDACIONES.....	66

BIBLIOGRAFÍA.

PLANOS.

ANEXOS

ANEXOS A

Especificaciones técnicas de los materiales utilizados en la construcción de la máquina compactadora de probetas metalográficas.

ANEXO B

Especificaciones técnicas de los electrodos.

ANEXO C

Fotografías

FOTO 1

Corte de la UPN y estructura metálica.

FOTO 2

Montaje de estructura metálica.

FOTO 3

Montaje de gato hidráulico en UPN inferior.

FOTO 4

Perforado y avellanado de ejes guías en UPN superior.

FOTO 5

Torneado frentado, cilindrado de camisas, ejes, pernos, guías para el sistema de compactación.

FOTO 6

Vistas de dispositivos ya torneados.

FOTO 7

Unión de dispositivos de moldeo.

FOTO 8

Tapa y alojamiento del calentador.

FOTO 9

Conjunto de calentamiento.

RESUMEN

El presente proyecto de grado nace de la necesidad de implementar en el INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONAUTICO un Laboratorio Básico de Metalografía con características según la investigación realizada las cuales plantean el uso de materiales y componentes para el uso adecuado con las respectivas operaciones a seguirse, el mismo que ayudara ampliar los conocimientos de los estudiantes de la carrera de mecánica en el estudio de los metales.

Al igual que permita a su vez, aplicar los diversos conocimientos y técnicas de investigación del alumno encargado del presente proyecto. En la primera sección del trabajo, se a enunciado el objetivo que es la **CONSTRUCIÓN DE UN COMPACTADOR DE PROBETAS PARA EL ESTUDIO METALOGRAFICO** que cumpla con características para una operación satisfactoria en las diferentes practicas que se realicen en el laboratorio a implementarse; de tal manera, se inicio con una selección de alternativas para su justificación. Una vez determinada la mejor alternativa, se realizó la respectiva evaluación para la selección del compactador más idóneo de acuerdo al propio medio y recurso económicos predeterminado; la misma que trabaja a través de un sistema de termo presión.

Así entonces se procedió ala construcción y montaje del compactador métalográfico.

Terminada la construcción, se ejecutaron diversas pruebas de funcionamiento con el objetivo de observar el comportamiento de la máquina, la misma que dio resultados satisfactorios, lo que implica la justificación del proyecto.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Falta de un laboratorio Básico de Metalurgia para realizar ensayos Micrográficos en los Laboratorios

La implementación de un Laboratorio Básico de Metalurgia en el I.T.S.A es un proyecto muy importante el cual ayudaría a los estudiantes de la nueva malla curricular de la asignatura de Mecánica Aeronáutica a reforzar los conocimientos en lo que se refiere a la ciencia de los Metales por medio del estudio metalográfico, por el cual es muy importante e indispensable implementar un COMPACTADOR DE PROBETAS PARA ESTUDIO METALOGRÁFICO el cual es un proyecto paralelo con Equipos Básicos como la Construcción de Camas de lijado , el Equipo de Pulido y ataque Químico de manera que se pueda observar las micro estructuras del material en estudio, mediante un microscopio con un rango de ampliación mínima de 500x que será provisto de los estudiantes que desarrollan los proyectos indicados y una Guía de Laboratorio para las practicas respectivas I.T.S.A..

1.2.- JUSTIFICACIÓN:

El propósito de implementar el Laboratorio Básico de Metalografía es con la finalidad de tener un aporte didáctico para los alumnos encargados de este tema y promociones venideras, los mismos que pondrán sus conocimientos en práctica en su carrera como futuros tecnólogos y así demostrar las bases inculcadas por los respectivos docentes capacitados del I.T.S.A.

1.3.- OBJETIVOS:

1.3.1.- Objetivo general.

Construir e implementar un compactador de probetas para estudio metalográfico en el laboratorio para ensayos micrográficos de metales.

1.3.2.- Objetivos específicos.

- Recopilar y analizar información sobre montaje de probetas para ensayos metalograficos, mediante compactación.
- Recopilar y analizar información sobre los diferentes equipos de compactación existentes.
- Construir un equipo de compactación en base a selección de la mejor alternativa.

1.4.- ALCANCE:

- El alcance del presente proyecto es el complemento e indispensable que estará acompañado de otros dos proyectos que se desarrollan conjuntamente.
- En el desarrollo práctico del proyecto se tomará muy en cuenta la **CONSTRUCCIÓN DE UN COMPACTADOR DE PROBETAS PARA ESTUDIO METALOGRÁFICO.**
- Con este laboratorio los estudiantes de la asignatura de Ciencia de los Materiales podrán realizar ensayos metalográficos y observar la

microestructura de metales ferrosos y no ferrosos, les permitirá analizar características de los mismos.

- Para todo lo expuesto anteriormente es indispensable el microscopio que se considera que ocupa el 50% de la importancia, tanto en su infraestructura como para el estudio, el cual será provisto por los tres estudiantes que realizan los proyectos que son los encargados de implementar el Laboratorio Básico de Metalurgia.

CAPÍTULO II

TÉCNICAS Y MÉTODOS DE MONTAJE DE MUESTRAS METALOGRÁFICAS EN MATERIALES PLÁSTICOS, PARA EL ANÁLISIS MICROSCOPICO

2.1 GENERALIDADES.

2.1.1 MONTAJES DE PROBETAS PEQUEÑAS

Cuando las probetas metalográficas son pequeñas o de una forma que no permite un manejo fácil en las operaciones de desbaste y pulido, como ocurre, como por ejemplo, con virutas, alambres, varillas y tubos pequeños, chapas, secciones delgadas, etc., es necesario montarlas en un material adecuado o en una pinza para hacer posible la preparación. En lo que sigue se discuten los métodos de montaje más corrientes ya que para ayuda de ello lo más recomendable es el uso de resinas plásticas comunes que se encuentran en el comercio como son: bakelita, lucita, que continuación las describiremos cada una de ellas.

2.1.2 METODOS DE MONTAJE DE MUESTRAS PARA EL ANÁLISIS MICROSCÓPICO

El objetivo primordial de un examen metalográfico es revelar los constituyentes y la estructura de metales y sus aleaciones por medio del microscopio, por lo que es de suma importancia la apropiada selección y preparación de la muestra a examinarse.

Toda observación microscópica de metales exige un pulido previo de la muestra y no siempre es posible disponer de muestras fáciles de sujetar y manipular durante el

proceso de preparación y en particular durante el pulido, ello ha obligado a idear sistemas de sujeción o medios soportantes de las pequeñas muestras.

Hay cuatro métodos fundamentales de montaje de muestras:

2.1.2.1 Montaje mecánico.-

Muestras de cintas y hojas son ensambladas juntando algunas de ellas dentro de un paquete, sostenidas por abrazaderas y pernos como muestra en la **fig.2.1**

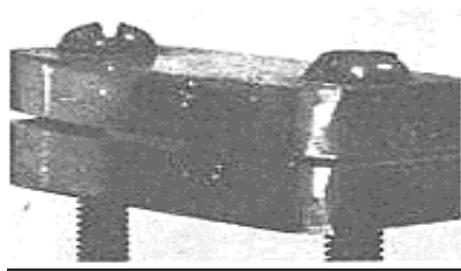


Fig2.1 Tipo, usuales de pinzas para facilitar la preparación de probetas

Pequeñas y chapas delgadas.

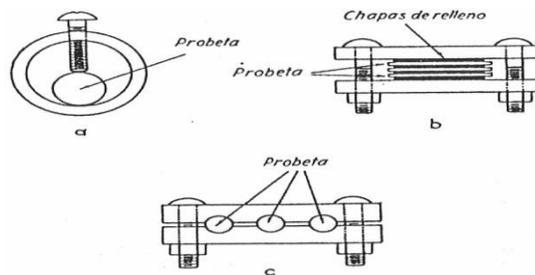


Fig2.2 Muestras montadas mecánicamente

2.1.2.2 Montaje por electro deposición.-

Alambres pequeños, formas irregulares, fracturas o muestras de las cuales los bordes serán examinados son frecuentemente electro depositados antes del montaje, para evitar disgregación o redondeo de los extremos durante el pulido.

Aquellas muestras una vez electros depositados se montan invariablemente por cualquier proceso.

2.1.2.3 Montaje con aleaciones fusionables y mezclas pastosas.-

Algunos tipos de muestras se colocan en unillo de montaje y se derrama sobre ellos un medio de montaje de fluido.

Las aleaciones fusionables que se usan son:

- ✚ 50% y 50% estaño
- ✚ 52.5% bismuto, 31,5% plomo y 16% estaño
- ✚ 82,5% cadmio y 17.5% estaño
- ✚ Azufre

Las mezclas pastosas son:

- ✚ Yeso mate de Paris
- ✚ Cera cellante-cementos
- ✚ Cloruros de hierro y amonio
- ✚ Algunos cementos dentales.

2.1.2.4. Montaje en materiales plásticos.-

En el año de 1930 se empieza a tomar en cuenta uno de los métodos mas eficaces para el montaje de muestras, la cual es la técnica de moldeo a presión en materiales de tipo termoplásticos o termofraguante.

Estos materiales de montaje después del moldeo, tienen características muy deseables, para el fin propuesto. Son relativamente duros y consecuentemente posibles de pulir bien con mínimo desgaste de papel abrasivo, son químicamente

resistentes al ataque químico o de los diferentes reactivos, son eléctricamente neutros y algunos son transparentes como suele ser los termoplásticos.

A continuación tenemos diferentes métodos de montaje.

2.1.2.4.1 Montajes fusibles. —

Existen muchos materiales fusibles que son adecuados, con algunas limitaciones, para el montaje de probetas metalográficas, tales como el azufre, el lacre, los plásticos dentales y las aleaciones de bajo punto de fusión. Los puntos de fusión de estos materiales difieren mucho, y debe seleccionarse el necesario para que el calentamiento requerido no altere la estructura de la probeta. Además, algunos de estos materiales son solubles en los reactivos alcohólicos de ataque, condición que les hace indeseables.

Las aleaciones conocidas como metal Wood y metal Lipowitz son las aleaciones de bajo punto de fusión empleadas más corrientemente para montar probetas metalográficas. La composición de estas aleaciones es la siguiente:

Tabla 2.1 TIPOS DE ALEACIONES

<i>Aleación Wood</i>		<i>Aleación Lipowitz</i>	
(Punto de fusión 65,5°C)		(Punto de fusión 70 °C)	
BISMUTO	50 %	BISMUTO	50%
PLOMO	25%	PLOMO	27%
ESTAÑO	12,5%	ESTAÑO	13%
CADMIO	12,5%	CADMIO	10%

Al atacar una probeta montada en una de estas aleaciones puede ocurrir que el montaje se ataque preferentemente a la probeta, puesto que puede existir una diferencia de potencial electrolítico y actuar la aleación como protectora de la

probeta, en tal extensión que sea imposible atacarla satisfactoriamente, aun con largos tiempos de ataque.

Si no se toman precauciones al montar la probeta en cualquiera de los materiales descritos, pueden encontrarse serias dificultades durante el desbaste, ya que se ensucian los papeles de esmeril a causa del material del montaje. Para evitar esto hay que montar la probeta de forma que el material fusible no se pueda poner en contacto con el esmeril. Para ello se torna un anillo de latón de 12 mm de altura aproximadamente y cuyo diámetro interno sea suficiente para que quepa la probeta. La cara interior del anillo se hace rugosa valiéndose de una lima. En una cubeta que contenga mercurio, en una capa de 1,5 mm aproximadamente, se introduce el anillo y, dentro de éste, la probeta. Ambos se empujan contra el fondo de la cubeta y, manteniéndolos en esta forma, se vierte el material fundido dentro del anillo. Una vez solidificado, se pueden pulir el anillo y la probeta, que forman una sola pieza. Es evidente que por este método no se protegen los bordes y se redondearán en la preparación metalográfica.

2.1.2.4.2 Montaje en plásticos sintéticos. —

En esta parte describiremos más a fondo los plásticos sintéticos mas recomendados para el moldeo o compactación de probetas como son la baquelita y lucita.

2.1.2.4.2.1 BAQUELITA (resinas termoendurecibles).-

Fue la primera sustancia plástica sintética que nació en 1909 y se llamó *baquelita* en honor a su creador, el belga Leo Baekeland. Se trataba de un fenoplástico que hoy en día aún tiene aplicaciones de interés. Lo sintetizó a partir de moléculas de fenol y formaldehído. Este producto podía moldearse a medida que se formaba y resultaba duro al solidificar. No conducía la electricidad, era resistente al agua y los disolventes, pero fácilmente mecanizable. Fue el primer plástico totalmente sintético de la historia. Su permitividad dieléctrica relativa es 0,65. El alto grado de entrecruzamiento de la estructura molecular de la baquelita le confiere la

propiedad de ser un plástico termoestable: una vez que se enfría no puede volver a ablandarse. Esto la diferencia de los polímeros termoplásticos, que pueden fundirse y moldearse varias veces, debido a que las cadenas pueden ser lineales o ramificadas pero no presentan entrecruzamiento.

Su amplio espectro de uso la hizo aplicable en nuevas tecnologías como por ejemplo la compactación o moldeo de probetas pequeñas para el estudio metalográfico que es de gran importancia en el estudio de propiedades y características de los metales, como también para objetos de uso cotidiano ejemplo: carcasas de teléfonos y radios, lámparas, hasta estructuras de carburadores, etc.

El montaje de las probetas pequeñas en materiales plásticos sintéticos, como la baquelita, lucita, es uno de los métodos más satisfactorios que se emplean hoy para facilitar el manejo de tales probetas. Por este medio se obtienen montajes de tamaño uniforme (usualmente, de 1 pulg. y 1,25 pulg, es decir, 25mm y 32mm, aproximadamente, de diámetro) y se pueden montar, prácticamente, probetas de cualquier forma. La manipulación es sencilla; pero, como es preciso aplicar calor y presión. Simultáneamente, se requiere una prensa montadora especial, tal como la de la **fig.4.2** indicada a continuación. Los plásticos son ideales, desde varios aspectos, para el montaje de las probetas.

Después del moldeo son relativamente duros, en especial las resinas termoendurecibles (baquelita), y no entrapan con sus detritos los papeles de esmeril durante el desbaste. Resisten al ataque químico de los reactivos metalográficos usuales y, puesto que son buenos aisladores eléctricos, no hay peligro de ataques diferenciales, como en el caso del montaje en aleaciones fácilmente fusibles.

La necesidad de aplicar calor y presión hace inutilizables los plásticos sintéticos para el montaje de aleaciones o metales blandos o alterables para el calor.

Los metales blandos, como plomo, estaño, etc., se deforman fácilmente durante el montaje a causa de las elevadas presiones requeridas, y las aleaciones templadas pueden sufrir modificaciones estructurales a las temperaturas empleadas. Los plásticos no preservan completamente los bordes de las probetas durante el

desbaste y pulido, a consecuencia de su diferencia de dureza con el metal, y hace que, si la conservación de los bordes, haya que recurrir a otros medios de montaje más satisfactorios.

Resinas termoendurecibles. —

Los plásticos termoendurecibles, como la bakelita y los compuestos de anilina, son los más populares entre los empleados para montar probetas metalográficas. Los polvos de moldeo de bakelita se encuentran en el comercio en gran variedad de colores, y esta circunstancia es de interés, por que en este caso a diferencia de los termoplásticos no son en su totalidad transparentes tal como muestra en la **fig. 2.3** y parte a de la **fig. 2.4** Cuando el molde se hace bien, se obtienen montajes muy resistentes al ataque por reactivos ordinarios, aunque son descompuestos por la acción de álcalis y de los ácidos concentrados oxidantes.

Los plásticos termoendurecibles (baquelita), a diferencia de las resinas termoplásticas (lucita o poliestireno), que se describe en la parte **2.1.2.4.2.2**, endurecen durante el molo a la temperatura y presión adecuada porque sufren un cambio químico. El estado más duro adquirido ya no se altera por la temperatura, aunque ésta se aproxime a la que puede causar la carbonación de la misma. Para la mayoría de los polvos de moldeo de bakelita (termoendurecible), la temperatura máxima requerida para el endurecimiento es 135 °C a 150 °C, juntamente con una presión de 2500 a 3500 lb por pulgada cuadrada (unos 175 a 250 Kg/cm). Puesto que una vez canzada esta temperatura la resina endurece y el montaje queda terminado, se puede extraer del molde sin necesidad de dejarlo enfriar.



Fig. 2.5 *Probetas montadas en resinas termoendurecibles*

2.1.2.4.2.2 LUCITA (Resinas termoplásticas)

Química mente llamada metacrilato de metilo y considerado como resina termoplástica, y es un plástico duro, resistente y transparente.

Resinas termoplásticas.

Las resinas de este tipo, tales como el poliestireno, compuestos de metacrilato de metilo (Lucite) y materiales a base de celulosa, tienen la propiedad de ser claras y transparentes como el cristal si se las moldea correctamente, tal como muestra parte de la *Fig. 2.6* parte **a**.

Esta circunstancia es muy interesante cuando conviene saber en todo momento cuál es la sección del material que se prepara metalográficamente o cuando, por cualquier otra razón, interesa ver toda la probeta dentro del montaje. Los materiales termoplásticos no son atacados por los reactivos metalográficos usuales, ni por los álcalis ni ácidos más concentrados. Por el contrario, son fácilmente solubles en los reactivos orgánicos, tales como la acetona.

Las resinas termoplásticas no endurecen durante el moldeo, sino que, por el contrario, se reblandecen y fluyen cada vez que se les aplica una combinación adecuada de temperatura y presión. Esto puede dar lugar a complicaciones durante el desbaste conjunto de probeta y montaje sobre una cinta de esmeril, o aun durante un desbaste a mano demasiado violento sobre el papel de esmeril, porque el material termoplástico puede hacerse temporalmente blando y pegajoso.

El montaje en resinas termoplásticas se realiza satisfactoriamente moldeando a una presión de 2500 a 3500 lib por pulgada cuadrada (175 a 250 Kg/mm) y temperaturas de 140 a 165 °C. Para que el montaje quede completamente transparente, el plástico moldeado debe enfriarse en 6 ó 7 min. hasta una temperatura, por lo menos, de 75°C, manteniendo durante el enfriamiento la presión máxima. Para conseguir esta velocidad de enfriamiento se puede envolver el molde en trapos húmedos o en dos bloques de cobre destinados específicamente a esta

finalidad y que pueden verse en la figura 3. Si se extrae el montaje moldeado aún caliente o si se le deja enfriar en el molde demasiado lentamente hasta la temperatura ordinaria, no se logra la transparencia.

a) Muestra montada en baquelita

b) Muestra montada en lucita

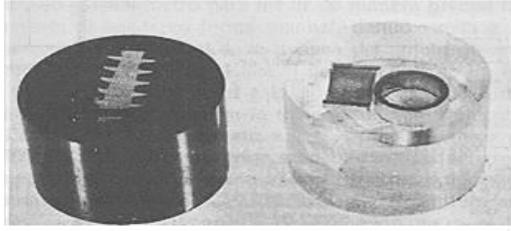


Fig. 2.6 probetas metalográficas montadas en Lucite y Baquelita. Nótese la transparencia del plástico (Lucita)

Se recomienda una resina líquida transparente que se puede colar a la temperatura ordinaria y endurecer a una temperatura que no pasa de 50 °C. El material plástico es esencialmente un metacrilato de metilo monómero, parcialmente polimerizado, cuya polimerización se completa una vez que se le ha colado adecuadamente sobre la probeta a montar. Una vez endurecido, presenta las mismas características que los montajes en lucite obtenidos por el moldeo usual con calor y presión.

Un metacrilato de metilo monómero, adecuado para este empleo, son empleados por fábricas los cuales usan sus respectivas normas, ya que contienen hidroquinona, cuya misión es evitar la polimerización durante el almacenaje.

Es esencial, durante el proceso de polimerización parcial, no pasar de los 80°C, pues de sobrepasarse tal temperatura se podría producir una polimerización brusca, con desprendimiento de calor y formación de una masa dura y esponjosa.

Con esta resina se opera en la misma forma que cuando se montan probetas en azufre, lacre o aleaciones de bajo punto de fusión. Para acelerar la polimerización de la resma, una vez colada, se coloca, el montaje bajo una lámpara ultravioleta y se

mantiene su temperatura a unos 50°C ajustando la distancia entre la lámpara y el montaje. Si las temperaturas son más elevadas, se pueden formar burbujas, y si son más bajas, se alarga mucho el tiempo necesario para la polimerización y endurecimiento completo.

Para lo cual el tema de estudio que se a tomado en cuenta es la **“CONSTRUCCION DE UN COMPACTADOR DE PROBETAS PARA EL ESTUDIO METALOGRAFICO”** el cual será de gran ayuda para el estudio microscópico se lo puede apreciar en la figura que es una de las alternativas a aplicarse y a su vez será complemento del **LABORATORIO DE METALOGRAFIA** a instalarse.

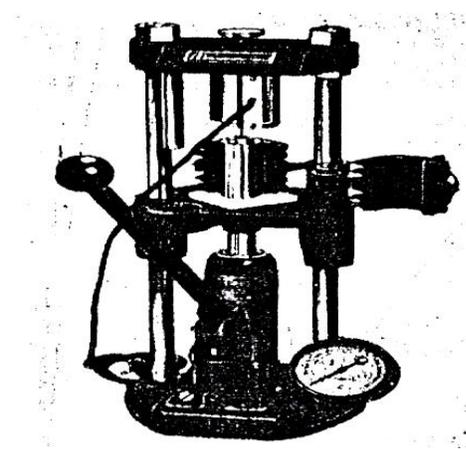


Fig.2.7 Prensa para el montaje en plásticos de las probeta pequeñas. Observar el elemento de calefacción y el molde.

El modelo a presión se recomienda cuando:

Las muestras son poco manejables, tienen filos muy agudos. General mente estas muestras son virutas, alambres, pequeñas varillas o tubos, láminas metálicas, secciones delgadas, etc.

-Las muestras son afectadas por manipulación: son blandas, frágiles o porosas.

-Deben tratarse muchas muestras juntas.

-Deben observarse los bordes de la muestra.

-El pulido es automático

-Para muestras que no sean sensibles a temperaturas de 150°C y $2 \times 10^7 \text{ N/m}^2$.

La popularidad del moldeo a presión se debe a su velocidad, conveniencia y economía, los montajes se producen en pocos minutos (6 a 10) min.

2.1.2 TÉCNICA DEL MONTAJE DE MUESTRAS METALGRÁFICAS EN MATERIALES PLÁSTICOS

La técnica se basa en moldear por compresión un determinado plástico, que reblandecido por calentamiento fluye en un adecuado molde.

¿QUE ES PLÁSTICO?

El término plástico define al material orgánico sintético, cuyo componente principal es un aglutinante resinoso o derivado de la celulosa, que en alguna de las fases de su elaboración adquiere plasticidad (capaz de ser colado), adoptando en las etapas posteriores un estado más o menos rígido.

2.1.2.1 PREPARACIÓN DE PROBETAS METALGRÁFICAS:

Probeta: llamadas también muestra, parte que se separa de la pieza para ser sometida análisis.

- **Selección de muestra:** parte más importante debido a que su resultado final dependerá de la buena elección de la muestra. Se usa toda la pieza si es posible, sino se usa una parte de ella. Cortándole un pedazo de esta. Antes de seleccionar la muestra debe saberse lo que se quiere estudiar, analizando las caras longitudinales y transversales de la pieza.
- **Toma de la muestra:** se separa la parte a estudiar con una herramienta de corte denominada cut-off (maquina especial que consta de un motor con un disco abrasivo). Factores:

- **Equipo:** cortadora metalográfica.
- **Tamaño de la muestra:** va ser la más pequeña que pueda ser agarrada con la mano. Si la pieza es muy pequeña se toma con una pinza, sino se introduce en resinas plásticas.
- **Temperatura:** en el momento de cortar la temperatura no debe ser mayor que la soportada por la mano; porque puede causar cambios estructurales.
- **Embutido:** se utiliza cuando la pieza es muy pequeña, consiste en sembrar la pieza, en una resina plástica; cuyas características son: no deben ablandarse, obstaculizando la preparación; no deben reaccionar con los reactivos químicos y con el metal. Deben ser aisladores eléctricos. En el embutido se selecciona la resina para el molde tomando en cuenta la presión y la temperatura de fusión de la resina.

2.1.2.2 MATERIALES PLÁSTICOS USADOS

El tipo más importante de plásticos lo constituyen las resinas sintéticas y cuando se les modifica a éstas, mediante la adición de sustancias apropiadas, materiales de relleno o cargas, tales como el polvo mineral, el serrín, las fibras textiles o los recortes de tejidos, se moldean con facilidad y se convierten en productos ligeros con resistencia y durabilidad suficientes para mantener su estabilidad dimensional en condiciones moderadamente deteriorantes de calor, humedad e insolación.

Los plásticos endurecen de tres maneras diferentes, de las cuales han surgido los calificativos de: ***fraguado químico, fraguado térmico y fraguado termoplástico.***

Los dos primeros tipos son plásticos de dureza permanente que, una vez formados, no son afectados por los solventes ordinarios y no se ablandan al calentarse. Son descompuestos por fuertes ácidos oxidantes y fuertes álcalis.

Como el nombre indica, los de fraguado químico son el resultado de reacciones químicas entre los compuestos constitutivos a temperatura ambiente;

mientras que la reacción química de los plásticos de fraguado térmico requiere calor, a éstos se les denomina también plásticos termoendurecibles, termoestables o termofraguantes.

Los compuestos termoplásticos producen plásticos de dureza solamente temporal a temperatura ambiente, ablandándose nuevamente al calentarse. El ciclo de endurecimiento puede repetirse muchas veces, los termoplásticos en estado frío son duros y muy solubles en solventes orgánicos.

Los materiales plásticos utilizados para moldeo por compresión son los termoendurecibles y los termoplásticos. Los primeros incluyen a los denominados transópticos o transparentes.

Los termoendurecibles son usualmente del tipo formaldehído, mientras los termoplásticos comprenden los poliestirenos, metacrilatos, materiales con base celulosa, etc. Los principales son los siguientes que muestra en la tabla 2:

TABLA 2

TERMOEDURECIBLES	TERMOPLASTICOS
Alquidios	ABS(Acrilonitio)
Alilicos	Acetales
Aminas	Acrilicos
Expóxicos	Celulósicos
Fenólicos	Fluorocarburos
Poliésteres	Poliamidas
Silicones	Policarbonatos
Uretanos	Polietilenos

Comúnmente se conoce a estos plásticos bajo nombres comerciales familiares tales como: Baquelita, Estralita, Catalina, Beetle, Resinform, Tenacit, Lucita, Lustrom, Vinilita, Trolitán, etc.

La dureza de los materiales plásticos una vez moldeados es un indicativo de su resistencia a la abrasión; la tabla 3 da valores de dureza de algunos plásticos.

TABLA 3.

MATERIALES TERMOPLASTICOS	DUREZA BRINELL
POLIESTIRENO I	19
POLIESTIRENO II	22
METIL- METALCRILATO	
-SUAVE	17-20
-DURO	27
MATERIALES TERMOENDURECIBLE	
ANILINA- FORMALDEHIDO	30
FENOL-FORMALEHIDO MAS SERRIN	42

2.1.2.3 MOLDEO POR COMPRESIÓN

Determinados materiales plásticos y especialmente el tipo termoestable, se hallan en una fase intermedia de la reacción cuando se introducen al moldeador, necesitando calor y presión para que la reacción química termine.

Durante este tratamiento pasan por un estado de reblandecimiento pseudos líquidos y se puede hacer que fluyan entrando en las cavidades de un molde.

El moldeo por compresión es el procedimiento para obligar al material plástico a adoptar su forma exterior a la de un molde, mediante la acción que ejerce sobre él, el macho del molde que actúa como émbolo. Al aplicar presión el material fluye gracias al calentamiento que lo re blandeció.

Las variables en el moldeo por compresión son la presión, el tiempo y la temperatura, no siendo la presión de crítica importancia siempre que sea superior a la mínima requerida para obtener una adecuada densidad, mientras que la

temperatura es en cierto grado más importante, ya que es inversamente proporcional al tiempo. Una temperatura excesiva que hará en unos casos o volverá muy fluido al material; por el contrario, una temperatura insuficiente ocasionará fraguado o maduración incompleta.

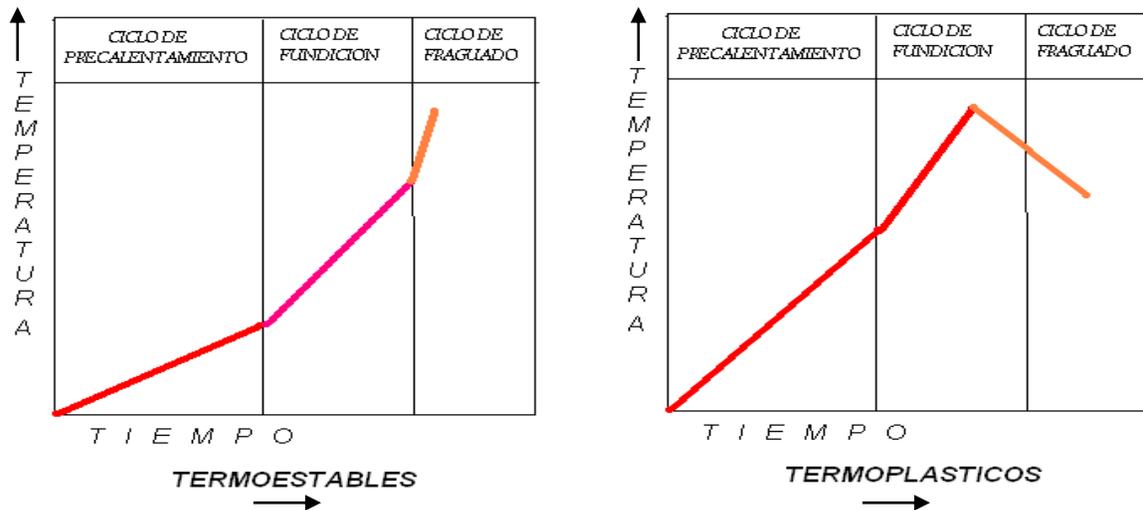


Fig.2.8 Comparación de características térmicas de resinas termoestables y termoplásticas

El procedimiento del moldeo por compresión consta de varias etapas sucesivas, así, para un material termoestable:

1. El molde se calienta y se pone una carga medida del compuesto de moldeo en la mitad inferior del molde (cilindro). Esta carga puede consistir en una cantidad pesada o volumétrica, o una pastilla premoldeada de tamaño determinado.
2. El molde se cierra lentamente por presión hasta que el material comienza a fluir, entonces disminuye la velocidad hasta que casi sea imperceptible. Una vez que el émbolo se haya asentado, se mantiene el molde cerrado durante un tiempo determinado (período de maduración o fraguado de la resina). Este tiempo depende de la velocidad de fraguado del compuesto de moldeo, tamaño global de la pieza y temperatura del molde.

3. Después que el molde haya estado cerrado y presionado durante el tiempo requerido, se abre y se expulsa la pieza sin necesidad de enfriar el molde.
4. La pieza así moldeada se la desbasta, pule e inspecciona.

El moldeo por compresión del material termoplástico es similar al método usado para el material termoestable y emplea un equipo similar: la resma en forma granular o de polvo se coloca en la cavidad del molde y éste y su contenido se calientan a la temperatura requerida cuando se cierra el molde.

Luego se enfría hasta que la temperatura haya descendido al punto de expulsión. Entonces se abre el molde y se extrae la pieza moldeada.

Como no se presenta ninguna acción química cuando se calientan los materiales termoplásticos, no hay ventaja en mantener la prensa o el material caliente durante un tiempo más prolongado que el requerido para cerrar el molde.

Por la necesidad de ciclos alternados de calentamiento y enfriamiento costosos y que consumen mucho tiempo, los termoplásticos no pueden formarse económicamente por medio del moldeo por compresión.

La velocidad del moldeo depende de la rapidez con que se pueda calentar y enfriar el molde.

2.1.2.4 PRESIÓN Y TEMPERATURA DE MOLDEO

Una presión de $1,5 \times 10^7 \text{ N/m}^2$ (150 Kg/cm^2) es suficiente para el moldeo por compresión de resinas, pero la producción mejora usando una presión mayor:

$2 \text{ a } 3 \times 10^7 \text{ N/m}^2$
--

La temperatura de moldeo “se encuentra entre 140 y 160°C ; en el caso de materiales termoplásticos deben enfriarse hasta 75 a 80°C para que la pieza tome la rigidez suficiente antes de desmoldarla.

MOLDES

Los moldes de compresión se componen de una cavidad donde se aloja el compuesto cuando está abierto el molde y un macho o émbolo para comprimir el compuesto plástico cuando se cierra.

Por la forma simple a moldear, el molde a utilizarse es de los denomina dos positivos, que operan de un modo similar a un émbolo dentro de un cilindro, necesitando una correcta holgura entre cilindro y émbolo. Si la holgura es demasiado grande, se escapará el compuesto de moldeo y se pueden obtener piezas de poca densidad.

Cuando la holgura es demasiado pequeña, no puede salir cantidad alguna de material y al quedar encerrados los gases producidos se forman ampollas que sólo pueden evitarse poniendo respiraderos o abriendo y cerrando el molde parcial, rápida y repetidamente. Una holgura pequeña puede dar lugar a que las paredes del pistón rocen las de la cavidad y rayen por tanto, su superficie.

La experiencia ha demostrado que un ajuste con juego de 70 a 150 micrones entre émbolo y cilindro, generará muy buenos moldes.

PRESIÓN

Teniendo presente que el equipo es experimental, lo automático no es necesario, entonces la generación de presión correrá a cargo de un gato hidráulico manual, con la característica de que al sistema hidráulico del mismo se le puede acoplar un manómetro.

Conviene usar un sistema hidráulico manual a un sistema de tornillo de potencia, por las siguientes razones:

- Disponibilidad del equipo en el mercado.
- Facilidad de montaje y operación.
- Posibilidad de medir la presión generada.

TEMPERATURA

CALENTAMIENTO Y ENFRIAMIENTO

Para el sistema de calentamiento se opta por uno de tipo eléctrico por la versatilidad que ofrecen las resistencias eléctricas; alimentado con 110 voltios. La resistencia deberá rodear convenientemente el molde y puesto que no puede ir directamente sobre éste, necesita de un sostén adecuado, dispositivo que constará de materiales conductor aislante.

El enfriamiento del sistema cuando se utilice el mismo con materiales termoplásticos, se efectuará con bloques de enfriamiento que actúan a manera de extractores de calor.

2.1.2.5 CAPACIDAD DE COMPRESIÓN

Los diámetros internos de moldes y diámetros de pastillas premoldeadas, que se han establecido a nivel de producción en las diferentes casas comerciales, son de 25,4 mm, 31,8 m. y 38,1 mm., De acuerdo a la necesidad del departamento de metalurgia y teniendo presente lo anterior, se diseñarán y construirán moldes de diámetros internos de 25,4mm y 38,1mm.

Definidas las dimensiones internas de los moldes, se calcula la máxima fuerza de compresión requerida.

$$F_{m\acute{a}x} = P_{m\acute{a}x} \cdot A_{m\acute{a}x}$$

$$F_{m\acute{a}x} = 3,10^7 \frac{N}{m^2} \times \frac{\pi(38,1 \cdot 10^{-3})^2}{4} m^2$$

$$F_{max} = 34,22 \cdot 10^3 N (3.5 \text{ toneladas})$$

Formula 2.1

Esta fuerza debe generar el gato hidráulico, y debido a que la capacidad de los mismos no se construyen para fracciones de tonelada, se requiere uno de 4

toneladas; en el mercado local y en catálogos de fabricantes no existen gatos hidráulicos de 4 toneladas, por lo que se utilizará uno de 5 toneladas de capacidad, equivale entre a 49,000 Newtons.

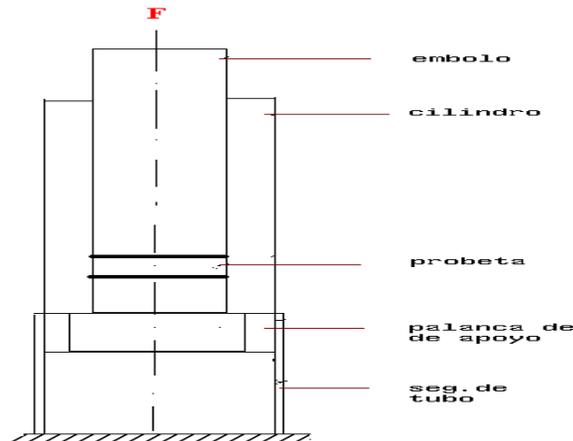


Fig.2.9. Sistema de compactación

TABLA. 4 DATOS DE OPERACIÓN PARA ALGUNOS PLÁSTICOS TÍPICOS

MOLDEADO			ENFRIAMIENTO			
MATERIAL	TEM °C	PRE psi	TIEMPO min	PRESION psi	TIEMPO min	TEMPERAT URA °C
TIPO TERMOPLASTICO						
Metilmetacrilato I	145	2500	6	2500	6	75
Metilmetacrilato II	160	500a 2500	6	2500	7	75
Poliestireno I	145	2500	5	2500	6	85
Poliestireno II	145	2500	5	2500	6	100
Transoptico	150	4200	6 a 10			40
TIPO TERMOFRAGUANTE						
Anilina formaldehido	140	2500	8 a 12	—	—	—
Fenol formaldehido	140	2500	8 a 12	—	—	—
Fenolico en polvo (baquelita)	145	4200	5 a 9	—	—	—
Fenolico premoideado (baquelita)	145	4200	3 a 7	—	—	—
Ftalatode dialilo	140	2500	7 a 12	—	—	—
Plastimet	150	3100 1500 4200	5 a 9	—	—	—

EQUIPO DE MEDICIÓN

Es necesario proveer al sistema de un manómetro con capacidad de 3.10^3 N/cm² . (4000lb/pulg²), y apreciación de 70 n/cm² (100lb/pulg.²).

CAPÍTULO III

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.

3.1 IDENTIFICACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Sobre la base del estudio realizado de compactadoras metalográficas en el Capítulo II, se consideran las siguientes alternativas para el estudio correspondiente y selección de la máquina a construir.

- ◆ Construcción de una compactadora de probetas metalográficas con juntas soldadas y gato hidráulico común y corriente.
- ◆ Construcción de una compactadora de probetas metalográficas con juntas mediante el sistema tuerca y contratuerca y gato hidráulico especialmente diseñado.

El presente trabajo trata en base a un análisis de lo existente en otras instituciones educativas, el objetivo fundamental es mejorarlo y adaptarlo a nuestra institución y de acuerdo a necesidades de los alumnos que estudian mecánica en la asignatura de metalurgia , por lo que el estudio descrito a continuación está basado en el análisis de la una prensa no existente en el Laboratorio de Metalurgia a instalarse en el ITSA , además, de las referencias obtenidas de la experiencia en el uso de la misma, por quienes son los docentes que se encargaran del dicho laboratorio.

Para el estudio de las alternativas se ha puesto de manifiesto algunos parámetros tales como: su diseño, tamaño, costo, materiales utilizados y frecuencia de mantenimiento.

3.2 ESTUDIO TÉCNICO.

3.2.1 PRIMERA ALTERNATIVA.

Esta alternativa contempla la construcción de un compactador de probetas, capaz de pivotar en conjunto de columnas rígidas que mantienen su horizontalidad y paralelismo en puntos determinados por conveniencia, dicho artefacto tiene los siguientes elementos y características:

- Vigas (plataformas) en material estructural de UPN 80mm x 6mm
- Columnas en material estructural INEN 1623-00
- Apoyo de compresión en material ST (still) 705 o 4337 AISI en diámetro de 1pulg.
- Gato hidráulico común y corriente 4 ton.
- Base del gato hidráulico de acuerdo a la base del gato.
- Patas de soporte en ángulo recto de 3' x 6mm
- Empalmes o juntas están realizados por soldadura Electroodos E6011 (puntear) - E6013-E7018 (acabados).
- Sistema de enfriamiento.
- Tuso para extraer.
- Manómetro.
- Calentador con sistema de resistencias eléctricas conectadas a 110 V.

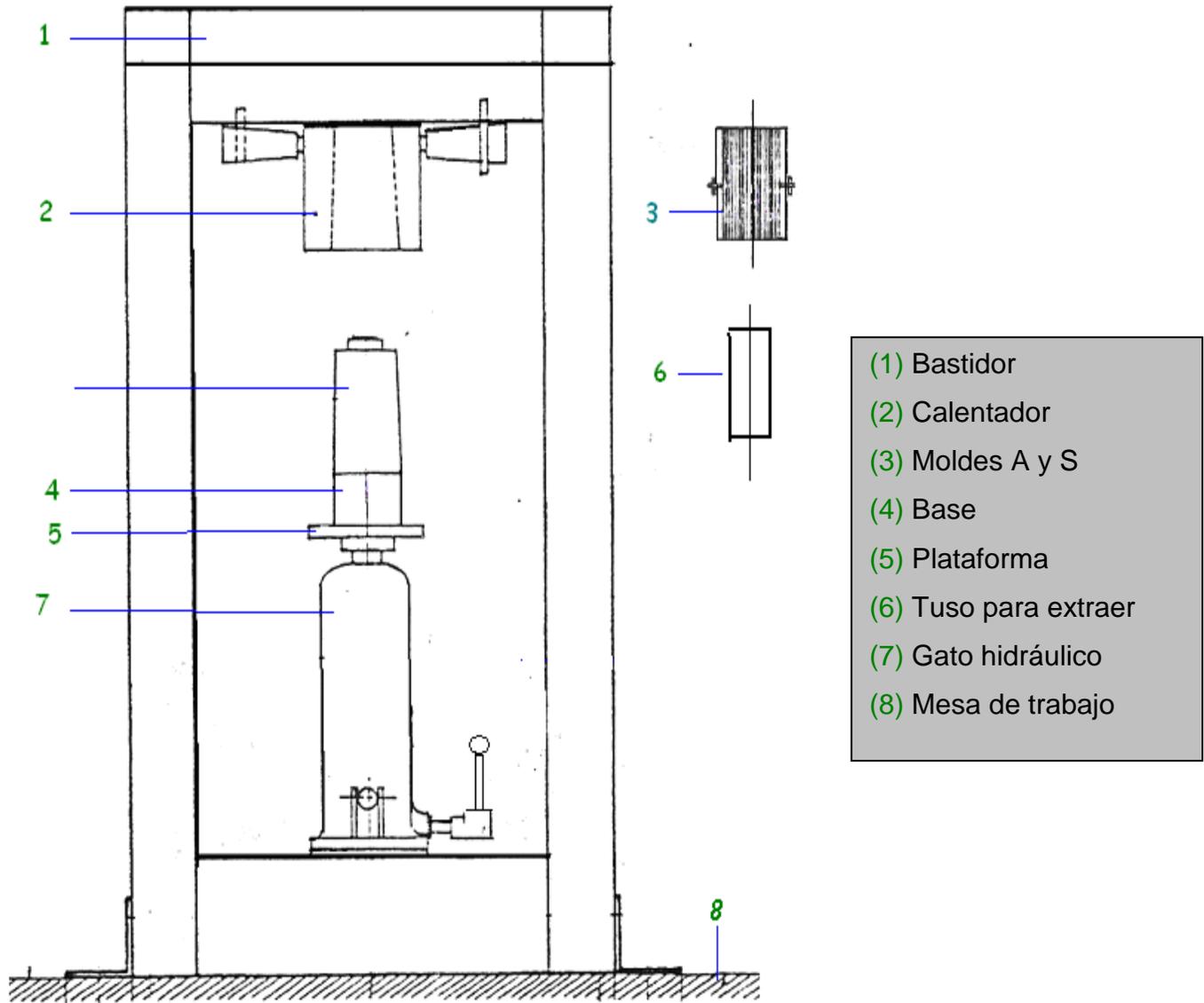
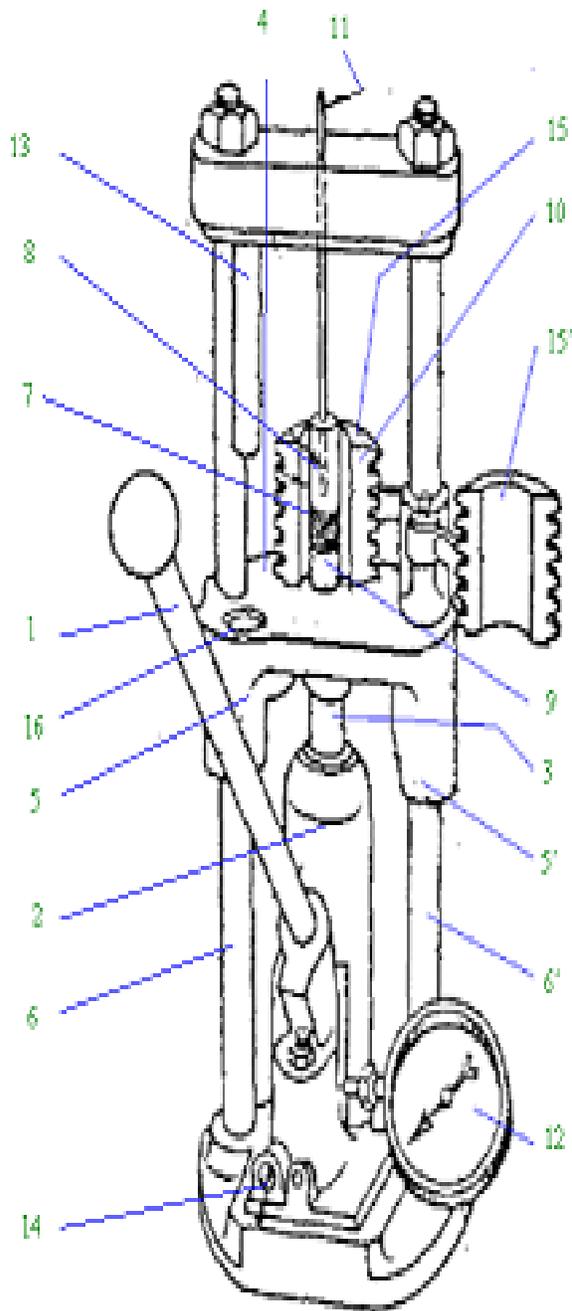


Figura 3.1. Vista Frontal del compactador de probetas

3.2.2 SEGUNDA ALTERNATIVA.

Esta alternativa contempla la construcción de un compactador de probetas más sofisticado pero que cumple la misma función del primero, y tiene las siguientes características.

- Estructura metálica súper pesada.
- Gato hidráulico especialmente diseñado con manómetro incorporado
- Empalmes o juntas están realizados mediante el sistema tuerca y contratuerca.
- La plataforma intermedia con perforación.
- Bloques de enfriamiento.
- Agujero ubicado en la plataforma intermedia para extraer la probeta.
- Manómetro.
- Calentador con sistema de resistencias eléctricas conectadas a 110 V.



- (1) Palanca
- (2) Bomba Hidráulica
- (3) Brazo de Presión
- (4) Plataforma Solidaria al Brazo
- (5) Vínculos de deslizamiento de plataforma
- (6) Columnas
- (7) Cámara de compresión
- (8) Cilindro Macizo
- (9) Pequeño cilindro
- (10) Probeta metalográfica
- (11) Termómetro
- (12) Manómetro
- (13) Expulsor de la probeta
- (14) Válvula
- (15) Calefactor - Enfriador
- (16) Encaje del eyector 13

Figura 3.2. Vista Asimétrica del compactador de probetas

FORMA DE OPERACIÓN

Para operar se pone el cilindro macizo (9) en el centro de la plataforma (4), luego la probeta sobre el cilindro macizo con la cara a pulir hacia abajo; se aplica la cámara de compresión (7) y dentro de ella se vierte suficiente resina para alcanzar una altura triple de la altura de la probeta, la presión se aplica sobre el plástico y el cilindro (8) que actúa de émbolo, se aplica la camisa de calefacción y se centra todo el sistema.

A continuación se cierra el circuito eléctrico del calentador, se ajusta el tornillo de cierre (14) y se acciona la bomba, lo suficiente como para el cilindro perforado (8) toque el travesaño superior el cual se sigue bombeado hasta que el manómetro indique una $P=700 \text{ PSI (N/cm}^2\text{)}$ dependiendo el diámetro de la cámara de compresión, las lecturas se harán en uno de los dos cuadrantes del manómetro.

Alcanzada la posición indicada se introduce un termómetro en el orificio del travesaño superior, de forma tal que pase a través de él y entre la perforación del émbolo (8).

Entre 40°C y 80°C la presión disminuye, entonces se bombea de nuevo hasta llegar a 2450 N/cm^2 , presión que deberá mantenerse hasta que la temperatura llegue a caer a 150°C . En este instante la presión se estabiliza y el montaje a terminado. Se desconecta el calentador, se retira el termómetro, se abre la válvula de escape y con la ayuda de un guante, se baja a mano la plataforma, se retira el calentador, se desplaza el sistema de montaje hasta que encaje en el orificio (16) se cierra el tornillo (14) y se bombea hasta que el eyector (13) despidiera la probeta, la cual se recibe a mano enguantada, en caso de usar plástico transparente se procede a análogamente hasta alcanzar 70 N/cm^2 en vez de 700 N/cm^2 , presión que se deberá mantener hasta que el termómetro marque $(140 \text{ a } 160)^{\circ}\text{C}$.

Se desconecta el calentador y se lo coloca en un lugar adecuado el cual puede ser aconsejable poner en el travesaño superior y accesible para su próximo uso. Luego se aplica de $2450 \text{ a } 2800 \text{ N/cm}^2$, se envuelve el sistema de montaje en los bloques enfriadores (15) y se espera que el termómetro marque 80°C , se retiran los bloques y se procede con la técnica anteriormente realizada.

NOTA: Las dos alternativas anteriormente descritas se basan en la misma forma de operación ya mencionada en este capítulo con diferencia .

3.3 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.

En este tópico, se consideran las ventajas y desventajas de las alternativas antes mencionadas para determinar cual de las dos es la más idónea y conveniente de acuerdo a requerimientos de los objetivos planteados.

3.3.1 ALTERNATIVA PRIMERA.

- ◆ Diseño y construcción de una compactadora de probetas metalográficas con juntas soldadas y gato hidráulico común y corriente.

Ventajas:

- Fácil operación y mecanizado en el momento de su construcción.
- No hay problema en su traslado de un lugar a otro por ser liviano.
- El uso del gato hidráulico común y corriente lo cual es posible debido a la versatilidad, disponibilidad y bajos costos de estos en el mercado nacional.
- Las juntas de las diferentes vigas de acero se las realiza con método de soldadura la cual es más rentable.
- Demanda bajos niveles y egresos de mantenimiento.

Desventajas:

- Por su diseño y potencia, la máquina en sí posee una longitud considerable (450 mm.), que podría dificultar su ubicación en espacios pequeños del laboratorio.
- Ausencia todos aquellos detalles aparentes que no son parte de la funcionalidad, si no mas bien parte del “*encanto*” de un equipo aquello que en muchos casos determina nuestra dependencia .

3.3.2 ALTERNATIVA SEGUNDA.

- ◆ Construcción de una compactadora de probetas metalográficas con juntas mediante el sistema tuerca y contratuerca y gato hidráulico especialmente diseñado.

Ventajas:

- La construcción y mecanizado se realiza con materiales originales.
- Ocupa menor espacio físico.
- Presencia aquellos detalles que son parte del “*encanto*”

Desventajas:

- El costo es muy elevado.
- Requiere de constante mantenimiento.
- La superficie de las 3 plataformas y sus juntas son realizadas mediante el sistema tuerca contratuerca que dificultan su mecanizado al momento roscas con sus respectivos diámetros.
- Su peso es mayor
- La obtención o construcción de repuestos es costosa.

3.4 PARÁMETROS DE EVALUACIÓN.

Para evaluar cada una de las alternativas se tomará en cuenta las ventajas y desventajas que presentan las mismas; y la opción que alcance la mayor calificación será la alternativa escogida para ser construida.

El valor para cada uno de los parámetros de selección “**PDS**”, comprende un rango entre 0 a 10. Los parámetros de evaluación se han dividido en tres factores que irán acorde las siguientes variables:

Factor técnico:

- Materiales empleados.
- Proceso de construcción.
- Facilidad de operación y seguridad.
- Mantenimiento.
- Funcionalidad.
- Tiempo de fabricación.

Factor financiero:

- Costo de fabricación.
- Mano de obra.
- Costo de mantenimiento o repuestos.

Factor integracional:

- Tamaño.

3.4.1 FACTOR TÉCNICO.

- **Materiales empleados:** Se refiere a la calidad y cantidad de materiales así como su facilidad de adquisición, para que el proceso de construcción se ejecute de manera óptima y eficiente.
- **Proceso de construcción:** Esta variable trata sobre el procedimiento requerido de fabricación, en donde se involucran y ordenan los materiales, herramientas, insumos, montaje, instalaciones eléctricas y piezas varias; con el fin de lograr una construcción eficiente.

- **Facilidad de operación y seguridad:** Se basa principalmente en la comodidad del usuario para operar la maquinaria de manera segura para él y para con el equipo, de una forma rápida y eficiente.
- **Mantenimiento:** Este parámetro es uno de los más importantes y hace referencia al nivel requerido de mantenimiento (frecuencia), para mantener las piezas y elementos en constante vida útil.
- **Funcionabilidad:** Es el objetivo de proporcionar una máquina compactadora de probetas metalográficas, de mejoradas y nuevas características que las del mercado común y la ya existente, para maximizar los tiempos y volúmenes de producción.
- **Tiempo de fabricación:** Aquí se toma en cuenta el tiempo requerido para construir la comparadora de probetas metalográficas y llevar a cabo las respectivas pruebas de campo.

3.4.2 FACTOR FINANCIERO.

- **Costo de fabricación:** Ésta, es una variable de suma importancia e influencia para la elección más adecuada de la compactadora de probetas metalográficas que se desea construir, ya que debe cumplir con los objetivos y expectativas planteadas.
- **Mano de obra:** Hace referencia al asesoramiento profesional que se requerirá durante la construcción de la compactadora de probetas metalográficas, así como del tiempo de horas – hombre (**hH**) invertidos para el mismo fin.
- **Costo de mantenimiento o repuestos:** En esta variable se analiza con visión a futuro, el costo de los repuestos u otras partes pequeñas de la compactadora o su estructura de alojamiento.

3.4.3 FACTOR INTEGRACIONAL.

- **Tamaño:** Es el parámetro que determina las dimensiones más aplicables y aceptables para escoger correctamente cualquiera de las alternativas, tomando en cuenta el espacio disponible en el área del Laboratorio a implementarse.

3.5 MATRIZ DE EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS.

En la siguiente tabla se han indicado los montos de ponderación y calificación de cada una de los PDS con el fin de seleccionar la alternativa más óptima para que satisfaga los objetivos planteados en un principio del proyecto, las calificaciones están dadas sobre un puntaje máximo de 10.

Tabla 3.1: Matriz de evaluación de alternativas.

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	Ponderación (prioridad) %	X_i	1ª Alternativa		2ª Alternativa	
Factor técnico:			Calificación (X)	Puntaje	Calificación(X)	Puntaje
Materiales empleados	15%	0,15	8	1,2	8	1,2
Proceso de construcción	7%	0,07	6	0,42	5	0,35
Facilidad de operación y seguridad	10%	0,1	6	0,6	8	0,8
Mantenimiento	5%	0,05	3	0,15	3	0,15
Funcionalidad	15%	0,15	5	0,75	3	0,45
Tiempo de fabricación	7%	0,07	3	0,21	2	0,14

Factor financiero:						
Costo de fabricación	20%	0,2	10	2	10	2
Mano de obra	5%	0,05	6	0,3	3	0.15
Costo de mantenimiento o repuestos	8%	0.08	5	0.4	3	0.24
Factor Integracional:						
Tamaño.	8%	0,08	7	0,56	5	0,4
TOTAL:	100%	1	59	6.59	48	5.88

Tabla 3.2: Matriz de decisión de alternativas

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN	Ponderación %	X_i	1ª Alternativa		2ª Alternativa	
Factor técnico:			Calificación (X)	Puntaje	Calificación(X)	Puntaje
♦ Materiales empleados	15%	0,15	8	1,2	8	1,2
♦ Proceso de construcción	7%	0,07	6	0,42	5	0,35
♦ Facilidad de operación y seguridad	10%	0,1	6	0,6	8	0,8
♦ Mantenimiento	5%	0,05	3	0,15	3	0,15
♦ Funcionabilidad	15%	0,15	5	0,75	3	0,45

♦ Tiempo de fabricación	7%	0,07	3	0,21	2	0,14
Sub - total Factor Técnico	59%	0.59		3.33		3.09
Factor financiero:						
♦ Costo de fabricación	20%	0,2	10	2	10	2
♦ Mano de obra	5%	0,05	6	0,3	3	0.15
♦ Costo de mantenimiento o repuestos	8%	0.08	5	0.4	3	0.24
Sub - total Factor Financiero	33%	0.33		2.7		2.39
Factor Integracional:						
♦ Tamaño.	8%	0,08	7	0,56	5	0,4
Sub - total Factor Integracional	8%	0.08		0.56		0.4
TOTAL:	100%	1	59	6.59	48	5.88

3.7 SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA.

Con el fin de proporcionar una compactadora de probetas metalográficas para el laboratorio de metalografía a instalarse en el I.T.S.A de buenas características, se han analizado estadísticamente los PDS, y se concluye que la mejor alternativa es la de la Construcción de una compactadora de probetas metalográficas con juntas soldadas y gato hidráulico común y corriente.

CAPÍTULO IV

CONSTRUCCIÓN DE UNA COMPACTADORA DE PROBETAS METALOGRÁFICAS CON JUNTAS SOLDADAS Y GATO HIDRÁULICO COMÚN Y CORRIENTE.

El objetivo primordial de éste capítulo es resumir las principales partes y consideraciones de los procesos de manufactura y ensamblaje de la máquina; así como los diversos materiales e insumos para llevar a efecto la construcción de los diferentes bloques y accesorios de la compactadora de probetas metalográficas.

4.1 ORDEN CRONOLÓGICO DE CONSTRUCCIÓN.

La construcción de la compactadora de probetas metalográficas fue realizada por partes, para optimizar los recursos y el tiempo de mejor manera, lo cual se detalla a continuación:

Orden de construcción:

- Diseño.
- Construcción de la estructura y alojamiento.
- Construcción de eje para base inferior del gato hidráulico.
- Construcción de la base de de eje o soporte de resina.
- Construcción del tubo extractor
- Construcción de parte exterior o camisa del eje guía.
- Construcción del cono de alojamiento del sistema de compactado
- Construcción de la placa para la base superior del gato hidráulico
- Construcción de guía de gato hidráulico.
- Construcción de rodela de aislamiento para el sistema de calentamiento
- Montaje y ensamblaje general
- Pintado y acabado.

4.2 MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS USADAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA COMPACTADORA DE PROBETAS METALOGRAFICAS.

4.2.1 HERRAMIENTA MANUAL.

Tabla 4.1: Herramienta manual usada en la construcción del proyecto.

Número	Descripción de la herramienta	Código
01	Arco de sierra	HMn. 01
02	Limas de acero	HMn. 02
03	Granete de punto	HMn. 03
04	Flexómetro	HMn. 04
05	Calibrador	HMn. 05
06	Llaves hexagonales de boca - corona	HMn. 06
07	Escuadras	HMn. 07
08	Playo de presión	HMn. 08
09	Cepilladora	HMn. 09
10	Machuelo	HMn. 10
11	Soplete de pintar	HMn. 11
12	Martillo	HMn. 12
13	Remachadora Manual	HMn. 13

4.2.2 HERRAMIENTA ELÉCTRICA Y MÁQUINAS HERRAMIENTAS.

Tabla 4.2: Herramienta eléctrica y máquinas herramientas usadas en la construcción del proyecto.

Número	Descripción	Características	Código
01	Torno industrial	PINACHO LP: 800 mm	HMHe. 01
02	Cortadora de diseño	Corte recto, a troquel	HMHe. 02
03	Taladro de pedestal	Craftsman, 8 velocidades	HMHe. 03
04	Esmeril y amolador	Disco de corte de 1/8"	HMHe. 04
05	Soldadora eléctrica	Howie Craft, 120 V 90 A	HMHe. 05
06	Limadora	Bell Misfeth	HMHe. 06
07	Compresor de aire	Craftsman, 40 lt	HMHe. 07
08	Cortadora de tol	N/A	HMHe .08
09	Taladro de mano	N/A	HMHe. 09

4.3 MATERIALES E INSUMOS USADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL COMPACTADOR DE PROBETAS.

En este punto se identifican los materiales e insumos que fueron empleados en la manufactura de la totalidad del compactador de probetas.

Tabla 4.3: Material e insumos para la fabricación de la compactadora metalográfica.

Material	Especificaciones	Cantidad	Observaciones	Aplicación
Correa en G estructural	“ ”	2 ea	fijas	Columnas verticales
UPN Estructural	“ espesor xxxxxx”	2 ea	fijas	Columnas horizontales o plataformas
Plancha	ASDM 36	1ea	fija	Base del gato hidráulico
Aceros	ST 705 o 4337 AISI	1ea	--	Eje para base inferior
	ST1045	1ea	--	Camisa de eje guía
Remache	POP 1 / 8 x 1 / 2	2ea	--	Seguro a presión para tapa UPN superior
Bisagras	--	2ea	--	Tapa UPN superior
Gato hidraulico	4 Ton	1ea	fijo	Generador de presión
Electrodos	E 6011 1/ 8”	0.5 Kg.	--	Solo para puntadas
	E 7018 E 6013	40 cm	--	Para correa de suelda
Tol	1mm	1 ea	--	Tapa UPN superior
Platina de hierro	(12 x 6) mm espesor	1ea	fija	Base del gato hidráulico
Pernos	xxxxxx	2ea	fija	Guía soporte
Tuercas	xxxxxx	2ea	fija	Guía soporte
Patas	(3 x 6)mm eapesor	2ea	Fijas de apoyo	Soporte de estructura
Rodelas de aislamiento	Construida en plancha de 1mm	2ea	--	Calentador

4.4 PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCIÓN.

Antes de proceder a explicar detalladamente los pasos del procedimiento de construcción de cada parte de la compactadora de probetas metalográficas se ha creído conveniente detallar una breve descripción de las operaciones realizadas y el

tiempo aproximado que tomó ejecutarlas de algunos de los elementos más relevantes de la máquina, de forma tabular, en fin; con la siguiente tabla, se pretende GUIAR al lector acerca del proceso de construcción en sí.

Tabla 4.4: Tiempo – Operación de las diferentes partes de la licuadora industrial

ELEMENTO	OPERACIONES (min)																TOTAL
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
DISEÑO-BORRADOR	400	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	400
ESTRUCTURA	10	20	60	90	20	10	50	90	40	30	35	*	50	*	*	40	545
SOPORTE GUIAS	10	20	5	*	10	*	30	*	20	*	*	*	*	*	*	45	140
BASE DEL GH	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	180	*	240	*	*	420
CALENIADOR	30	45	30	120	45	30	80	*	*	*	*	*	45	*	*	5	430
TAPA DEL UPN SUP	10	40	*	*	*	10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	15	75
EJE BASE INF. GH	*	15	*	*	*	*	20	*	*	*	*	150	*	*	*	50	235
SOPORTE DE RESINA	5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	40	*	45
MONTAJE CALENIADOR	10	*	*	*	*	*	20	5	20	2	15	*	*	*	*	20	92
MONTAJE DE GH	15	25	10	*	30	*	5	*	5	2	*	*	*	*	30	20	142
GUIA GH	10	10	20	*	*	5	5	3	*	*	*	*	*	*	*	10	63
PLACA BASE SUP.GH	15	15	*	30	10	2	20	5	*	*	5	*	*	*	*	10	113
ENFRIADOR	10	5	*	25	10	*	5	*	*	*	2	*	*	*	*	7	64
TIEMPO TOTAL ESTIMADO DE OPERACIONES (minutos)																	2764

Las letras mayúsculas descritas en la fila de “OPERACIONES”, están acordes a la siguiente leyenda.

Tabla 4.5: Simbología de las operaciones de construcción.

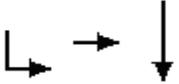
A	Trazado	E	Esmerilado	I	Instalación	M	Centrado
B	Corte	F	Pulido	J	Eje de compresión	N	Frenteado
C	Doblado	G	Ensamblaje	K	Pintado	O	Cilindrado
D	soldadura	H	Compr. Estructura	L	Torneado	P	Perforado

Existen algunas operaciones realizadas, donde no se pueden determinar con certeza ni aproximación un número de horas de operación tales como el montaje de la materia prima en las máquinas, puntos de suelda, traslado de un lugar a otro de la máquina o partes, machuelado, tiempos de secado de pintura, en fin.

A continuación se describe el proceso de construcción desde su inicio, tomando en cuenta el uso de recursos como la herramienta, materiales, maquinaria y procesos de construcción

Para esto se ha esquematizado cada construcción con símbolos convencionalmente utilizados en CONTROL DE LA PRODUCCIÓN, que tienen su significado como sigue:

Tabla 4.6: Simbología de flujo de proceso.

	Operacion trabajo
	control verificacion
	subsets logicos de seguimiento
	conector al siguiente proceso

Op: Operación #

Ctr: Control #

St: Siguiete tarea

4.4.1 DIBUJO DE LOS PLANOS Y BOSQUEJOS DEL PROYECTO.

Para realizar un primer bosquejo del plano definitivo de la compactadora fue necesario estudiar las diferentes alternativas de compactadoras existentes en el mercado de este particular, para que después de haber decidido la mejor alternativa, se procediera a dibujar un esbozo usando Auto CAD 2006.

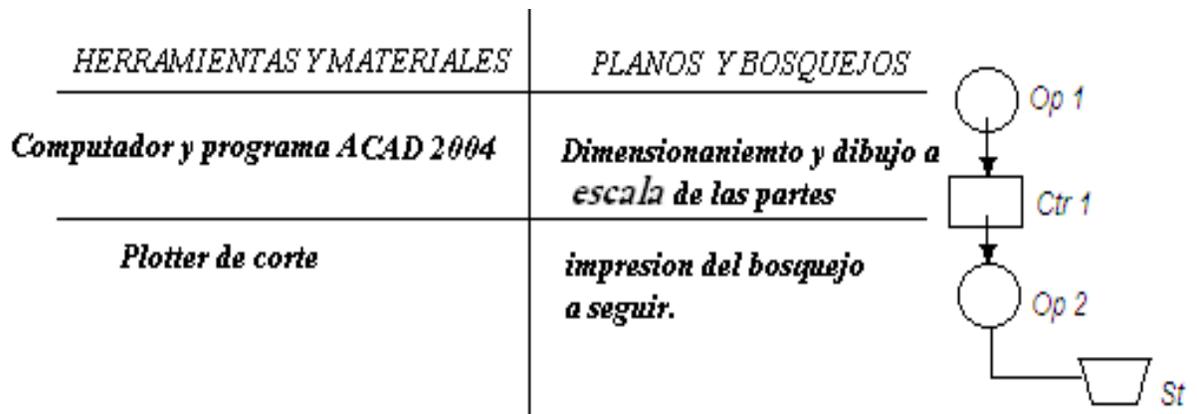


Figura 4.1. Diagrama de proceso del diseño de la compactadora.

4.4.2 ESTRUCTURA.

Para esta parte se utilizó principalmente UPN para las vigas o columnas horizontales y G estructural para columnas verticales, herramientas manuales y eléctricas, además de algunas máquinas que se detallan a continuación.

Cabe señalar que aunque la estructura o alojamiento del GH y sistema de calentamiento, esta compuesta de dos módulos, ésta se torna sumamente tolerante ante presión y compresión producidas por el GH y ejes guías de GH las cuales actúan en la misma dirección pero diferente sentido, ya que esta diseñada para soportar cargas al momento de conformado de el material a estudiarse.

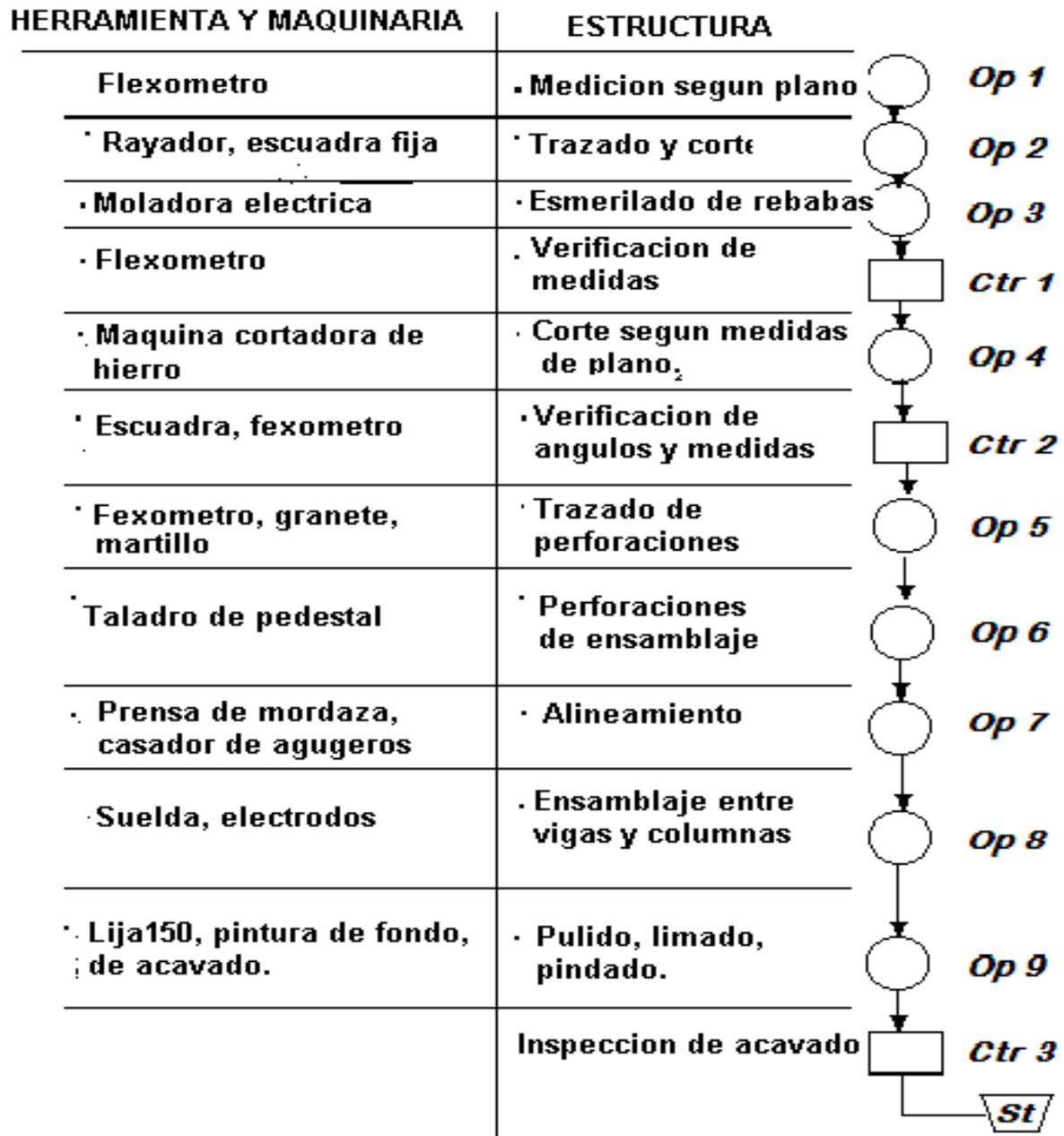


Figura 4.2. Diagrama de proceso: construcción estructura

4.4.3 SOPORTE EN “RECTÁNGULO” ESTRUCTURAL de gato hidráulico, ejes guías de compresión y del sistema de calentamiento

El soporte tipo “Rectángulo” donde se alojan y ensamblan el sistema de GH, ejes guías de compresión y sistema de calentamiento; por medio de juntas soldadas respectivamente.

Con esto se logra cumplir el objetivo de construir una compactadora metalográfica capaz satisfacer los requerimientos planteados al inicio del proyecto. El soporte, está fabricado en columnas verticales (G estructural) INEN 1623-00 con 150 x 6mm y horizontales (UPN estructural) 80mm x 6mm, y sus respectivos elementos del conjunto de la maquina.

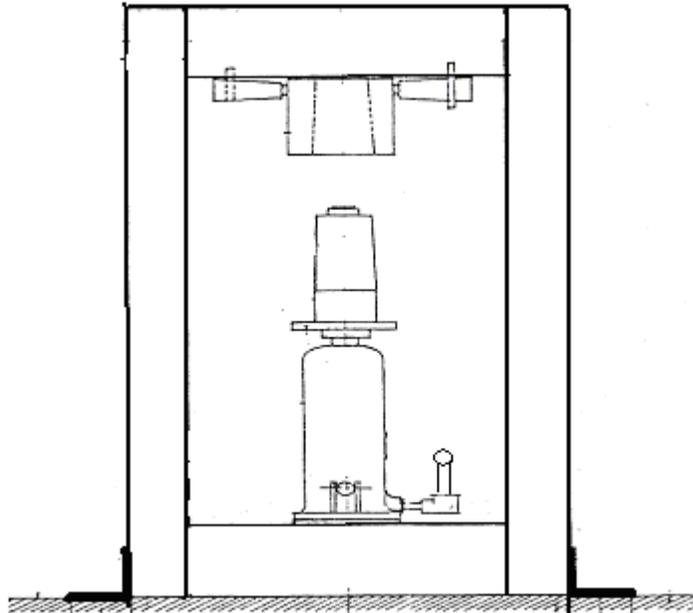


Figura 4.3. Soporte en “Rectángulo” con sus principales elementos

4.5.2.1 DIAGRAMA DE PROCESO: CONSTRUCCIÓN SOPORTE ESTRUCTURAL

		<i>HERRAMIENTAS Y MATERIALES</i>	<i>SOPORTE ESTRUCTURA</i>		
COLUMNAS VERTICALES		G estructural INEN 162300	Selección del material	OP 1	
		Fexómetro escuadra rayador	Trazado y medición del material	OP 2	
		Arco de cierra	Corte de material a media	OP 3	
		Esmeril, lija	Eliminación de escoria y de rebabas	OP 4	
		Martillo y yunque	Enderezada del material	OP 5	
		Fexómetro, escuadra	Verificación de medidas	CTR 1	
	COLUMNAS VERTICALES HORIZONTALES		UPN estructural	Selección del material	OP 1
			Fexómetro, escuadra, rayador	Trazado y medición de material	OP 2
			Arco cierra	Corte material a medida	OP 3
			Esmeril y lija	Eliminación de escorias y rebabas	OP 4
			Escuadra, fexómetro	Verificación de medidas	CTR 2
			Prueba de campo funcional	Inspección final	

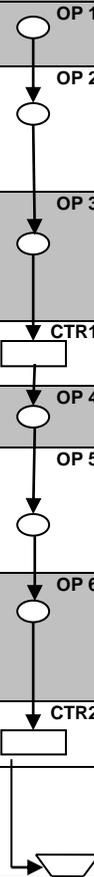
4.5.2.2 DIAGRAMA DE PROCESO: ENSAMBLADO DE LA ESTRUCTURA

<i>HERRAMIENTAS Y MATERIALES</i>		<i>ENSAMBLADO DE ESTRUCTURA</i>	
Escuadra		Perpendicularidad y paralelismo de las columnas a ensamblar	OP 1 
Escuadra y flexómetro		Medición de ángulos y las respectivas diagonales equivalentes	OP 2 
Suelda eléctrica		Soldadura inicial de columnas por punto	OP3 
Flexómetro escuadra		Verificación de medidas	CTR1 
Templadores soldados E 6011Ø 1/8plg		Mantener paralelismo y horizontabilidad de columnas	OP4 
Suelda E 7018		Soldadura final por cordones de suelda	OP5 
Amoladora, disco de corte		Retiro de templadores anteriormente soldadas	OP 6 
Flexómetro, escuadra		Verificación de medidas	CTR2 
Amoladora 11000RF19		Eliminación de escoria rebabas de suelda	OP7 
Prueba de campo funcional		Inspección final	

4.5.2.3 DIAGRAMA DE PROCESO: CENTRADO Y ROSCADO DE VIGA SUPERIOR Y EJE DE APOYO DE COMPRESIÓN

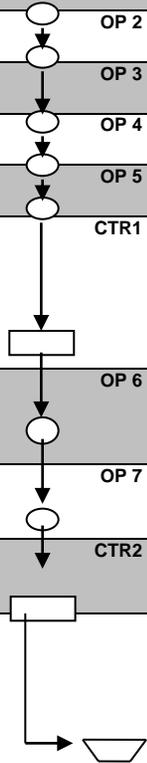
EJE CENTRAL DE APOYO COMPRESIÓN	<i>HERRAMIENTAS Y MATERIALES</i>	<i>SOPORTE ESTRUCTURA</i>		
	Fexómetro rayador, escuadra	Centrado del eje de compresión	OP 1	
	Taladro de mano, broca Ø 17 mm	Perforación central	OP 2	
	Pie de Rey o calibrador	Verificación de medidas de profundidad y diámetro Ø 17x5mm espesor de UPN	CTR1	
	Prueba de campo funcional	Inspección final		
EJES GUÍAS LATERALES	Fexómetro rayador	Centrado y roscado de pernos guías	OP 3	
	Taladro de mano, broca Ø 9/16	Perforación lateral	OP 4	
	Machuelo Ø 5/8 (11 hilos x pulgada)	Machuelado de cada perforación	OP 5	
	Pie de rey o calibrador (Ø 5/8 x 5 mm espesor) de UPN	Verificación de medidas de profundidad de diámetro	CTR2	
	Prueba de campo funcional	Inspección final		

4.5.2.4 DIAGRAMA DE PROCESO: CONSTRUCCIÓN DE GUÍAS Y APOYO DE COMPRESIÓN EN VIGA SUPERIOR (UPN)

EJE CENTRAL DE APOYO DE COMPRESIÓN	<i>HERRAMIENTAS Y MATERIALES</i>	<i>GUÍAS Y APOYO DE COMPRESIÓN</i>	
	ST (STILL) 705 o 4337 AISI	Selección del material	OP 1
	Calibrador o pie de rey	Medición de respectivo cilindrado (5mm espesor x Ø 16.17 mm)	OP 2
	Torno	Cilindrado frentiado (5mm espesor x Ø 16.17 mm)	OP 3
	Calibrador o pie de rey	Verificación de medidas	CTR1
PERNOS GUÍAS LATERALES	Pernos, tuercas, arandelas de presión	Selección del material	OP 4
	Torno	Cilindrado, frentiado de cabezas de pernos (uniformidad con el vástago)	OP 5
	Calibrador o pie de rey	Medición de uniformidad entre cabeza y Cartago de perno	OP 6
	Calibrador o pie de rey, fexometro	Verificación de medidas	CTR2
	Prueba de campo funcional	Inspección final	

4.5.2.5 DIAGRAMA DE PROCESO: MONTAJE DE GUÍAS Y APOYO DE COMPRESIÓN EN VIGA SUPERIOR (UPN)

EJE CENTRAL DE APOYO DE COMPRESIÓN	HERRAMIENTAS Y MATERIALES		MONTAJE GUÍAS Y APOYO DE COMPRESIÓN	
	Martillo		Ubicación de eje a presión	OP 1
	Suelda eléctrica		selección de herramienta	OP 2
	Electrodos E 6011-7018		selección de material	OP 3
	Suelda E 6011		soldadura inicial de punto	OP 4
	Suelda E – 7018		Soldadura final en corea	OP 5
	Escuadra, fexómetro		Verificación de perpendicularidad del eje de compresión	CTR1
PERNOS GUÍAS LATERALES	Ajuste manual		Ubicación de pernos por roscado	OP 6
	Llave de corona ¾ , pernos, tuercas, arandelas		Ajuste de pernos cilindrados	OP 7
	Fexómetro-escuadra		Verificación de perpendicularidad de guías de costado	CTR2
	Prueba de campo funcional		Inspección final	



4.5.2.6 DIAGRAMA DE PROCESO: MONTAJE Y LUBRICACIÓN DE REFUERZO DE BASE DE GATO HIDRAÚLICO (GM) EN UPN INFERIOR

<i>HERRAMIENTAS Y MATERIALES</i>		<i>REFUERZO BASE DE GATO HIDRÁULICO</i>	
Plancha ASDM 36 y platina (12 x 6) mm de espesor		Selección de material	OP 1 
Fexómetro escuadra		Medición	OP 2 
Arco de cierra		Corte	OP 3 
Amoladora eléctrica y disco abrasivo		Eliminación de escoria rebabas	OP 4 
Flexómetro y escuadra		Verificación de medidas	CTR1 
Fexómetro escuadra regleta		Centrado ubicación de plancha y platina	OP 5 
Suelda E70 18		Fijado y soldado de plancha y platina	OP6 
Amoladora eléctrica y disco abrasivo		Eliminación de escoria y rebaba	OP 7 
Fexómetro escuadra		Verificación de medidas de ubicación	
Suelda E 6011		Montaje de GH en platina y plancha base de GH	OP 8 
Fexómetro escuadra		Verificación de centrado de GH en viga inferior UPN	CTR2 
Prueba funcional de campo		Inspección final	

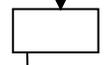
4.5.2.7 DIAGRAMA DE PROCESO: CONSTRUCCIÓN DE EJE BASE INFERIOR DE (G.H)

<i>HERRAMIENTAS Y MATERIALES</i>		<i>BASE INTERIOR</i>	
S.T 705		Selección del material	OP 1 
Fexómetro, calibrador (Largo 90mmx25,4mm Ø)		Medición	OP 2 
Arco sierra		Corte	OP 3 
Gasómetro, calibrador		Verificación de medidas	CTR1 
Torno		frentado	OP 4 
Torno		Medición para... en la base superior del eje a 450	OP 5 
Calibrador, escuadra		Verificación de medidas	CRT2 
Prueba de campo funcional		Inspección final	

4.5.2.8 DIAGRAMA DE PROCESO: CONSTRUCCIÓN DE BASE DE EJE O SOPORTE DE RESERVA

<i>HERRAMIENTAS Y MATERIALES</i>		<i>BASE INTERIOR</i>	
SR 705		Selección del material	OP 1 
Calibrador, Fexómetro (largo 49 mmx38mm Ø)		Medición	OP 2 
Arco de sierra		Corte	OP 3 
Calibrador, fexómetro		Verificación de medias	
Torno		Frenteado	OP 4 
Calibrador, Fexómetro		Medición para cilindrado (25mmx7,4mm)	OP 5 
Torno		Realización de cilindrado	OP 6 
Calibrador		Verificación de medidas	
Prueba de campo funcional		Inspección final	

4.5.2.9 DIAGRAMA DE PROCESO: CONSTRUCCIÓN DEL TUBO EXTRACTOR

<i>HERRAMIENTAS Y MATERIALES</i>		<i>BASE INTERIOR</i>	
ST > 705		Selección del material	OP 1 
Calibrador		Medición (\varnothing externo 49mmx \varnothing interior 38,5 mm x 40mm largo)	OP 2 
Arco sierra, torno		Corte, cilindrado, frentado	OP 3 
Calibrador		Verificación de medidas	CTR1 
Prueba de campo funcional		Inspección final	

4.5.2.10 DIAGRAMA DE PROCESO: CONSTRUCCIÓN DE CAMISA DE EJE GUÍA

<i>HERRAMIENTAS Y MATERIALES</i>		<i>CAMISA DE EJE GUÍA</i>	
ST 1045		Selección del material	OP 1 
Calibrador		Medición según calibrador 2,50 Cono d= 44mm	OP 1 
Arco sierra		Corte	OP 1 
Torno		Calibrador	OP 1 
Torno		Frentado	OP 1 
Calibrador,		Verificación de medidas	CTR 1 
Prueba de campo funcional		Inspección final	

CAPÍTULO V

MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

5.1 DESCRIPCIÓN GENERAL.

En lo que concierne a la ejecución de los manuales se han determinado diferentes parámetros y condiciones para el procedimiento de mantenimiento, operación segura, registros de mantenimiento y posibles modificaciones aplicables a la maquina compactadora de probetas para el estudio metalográfico.

La categorización de los diferentes manuales está enfocada a su nivel de importancia, para cumplir con el rendimiento de la maquina, mantenimiento del aparato, seguridad de la máquina y del usuario y, por las posibles adecuaciones en la misma.

5.2 MANUAL DE OPERACIÓN

Es aquel que va permitir llevar una forma ordenada de ejecución con sus respectivos pasos, y que nos permita cumplir los objetivos planteados al inicio del proyecto, con una eficiencia en la elaboración de lo obtenido.

5.2 MANUAL DE MANTENIMIENTO

Como su nombre lo dice nos permite mantener la maquina en condiciones aptas después de su uso en lo establecido y el cual también ayudara a llevar una forma ordenada de cómo tener el equipo en buen estado y realizar modificaciones Debe tenerse en cuenta ciertos detalles donde no es posible cambiar la configuración de la máquina y otros que afectan la seguridad del usuario o del aparato.



CAPÍTULO VI

ESTUDIO ECONÓMICO

En este capítulo se hallará el costo de construir la compactadora metalográfica, para después hacer un análisis económico; comparándola con el costo de una máquina con características similares en el mercado. Los costos de éste proyecto están argumentados en la necesidad vista de crear una nueva máquina compactadora de probetas metalográficas, para el Laboratorio de Metalografía a instalarse en el ITSA; razón suficiente para no pretender ningún fin económico.

6.1 PRESUPUESTO.

Habiendo realizado un breve estudio antes de concretar este proyecto, se llegó a la conclusión que la COMPACTADORA METALOGRAFICA costaría 600 USD.

6.2 ANALISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO.

Principalmente existen cuatro rubros en la construcción de la licuadora industrial, los cuales son:

1. Materiales
2. Máquinas herramientas
3. Mano de obra
4. Otros

Nota: *El microscopio metalografico auspiciado por el 50% por parte de la Escuela de Mecánica Aeronáutica y la infraestructura a construirse en el ITSA para el respectivo laboratorio a instalarse, será dividido entre tres alumnos responsables de la ubicación del mismo en el bloque 42.*

6.2.1 MATERIALES.

Este rubro comprende a todos los materiales utilizados para construir la compactadora de probetas metalográficas, conjuntamente con sus repuestos y accesorios.

Tabla 6.1. Lista de costos de materiales de la Compactadora Metalográfica.

Material	Cantidad	Valor unitario USD	Subtotal USD
UPN 100	2	20	40
Correas G 100	2	11	22
Ángulos 1 ½" X 3/16"	2	3.50	7
Guías Ø 5/8" x 3"	2	1.50	3
Guía central 1" x 2 ½"	1	2	2
Tuerca Ø 5/8"	2	0.40	0.80
Rodelas de presión 5/8"	2	0.20	0.40
Placa posterior ½" x100 x 140mm	1	20	20
Platina ½" x ¼"	1	2	2
Mica aislante	4	3	12
Remaches POP 1/8	10	0.10	1
Plancha de 1/8 para alojamiento de calentador	1	4	4
Platina de 1/8 x 1"	2	1	2
Pernos de ¼" x ½"	2	0.35	0.70
Camisa (molde) de Al	1	10	10
Camisa de acero 705 (molde)	1	15	15
Electrodo 6011- 6013 - 7018	10	0.95	9.5
Laminas de acero galvanizado	3	5	15
TOTAL DE MATERIALES			166.40

6.2.2 MÁQUINAS HERRAMIENTAS.

Para construir este proyecto se utilizaron máquinas herramientas existentes en diferentes talleres, en donde se realizaron las diversas tareas que se enuncian a continuación

Tabla 6.2. Lista de costos de alquiler de máquinas herramientas.

Descripción	USD / hora	Tiempo (min.)	Sub total (USD)
Torno industrial	5.50	165	15.125
Sizalla hidráulica	3.50	40	1.16
Dobladora hidráulica	2.50	50	2.08
Soldadora eléctrica	5.50	240	22
<i>Herramientas Manuales</i>			
Escuadras, Rayador, etc.	3	360	18
Pulidora, Esm eril.	5	300	25
Rem achadora POP	3	30	1.50
TOTAL ALQUILER DE MÁQUINAS			84.855

6.2.3 MANO DE OBRA.

La mano de obra comprende todas las acciones manuales que se han realizado para la construcción del la maquina compactadora.

Tabla 6.3. Costos de mano de obra.

Detalle	Subtotal (USD)
Montaje	10
Pintura	10
Soldador	10
Tornero	15
TOTAL DE MANO DE OBRA	45

6.2.4 VARIOS.

Este rubro comprende los materiales de prueba, consumo de energía eléctrica, transporte, impresiones, documentos de universidad, etc.

Tabla 6.4. Costo de otros gastos.

Detalle	Subtotal (USD)
Varios	50
TOTAL DE OTROS GASTOS	50

Tabla 6.5 Adquisiciones

Detalle	Subtotal (USD)
Resistencia	6.80
Distomita	15.50
Manómetro a presión	25
Gato hidráulico	20
Total de Adquisiciones	67.3

Por lo tanto el costo del proyecto de grado es:

Tabla 6.6: Costo total del proyecto.

Detalle	Subtotal (USD)
Materiales	166.40
Máquinas herramientas	84.85
Mano de obra	45
Varios y Adquisiciones	50+67.3
PRECIO TOTAL PROYECTO	413.55

6.3 COMPARACION DE LAS MÁQUINAS: CONSTRUIDA vs. MARCA®.

Basándose en información disponible por Internet, acerca de una máquina de licuadora industrial similar a la construida en el presente proyecto, se compara de la siguiente manera.

Tabla 6.7: Costo de máquina similar en el mercado.

Roes (ARG.)	1425
Snapoon Corporations	1200
PRECIO PROMEDIO	1312.5

El objetivo de ésta comparación es concluir si fue o no conveniente el aspecto económico al construir la máquina con los medios disponibles; si se compara la relación; es la siguiente:

* Compactadora construida	413.55
* Compactadora en el mercado	1312.5

Al comparar precios entre estas dos compactadoras metalográficas, se tiene un notable ahorro de 898.95, razón por la cual se puede justificar la realización del proyecto y desechar la idea de comprarlo.

CAPÍTULO VII

7. OBSERVACIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Una vez finalizado el proyecto de construcción de la maquina compactadora de probetas metalográficas, se obtuvo los siguientes resultados del proyecto.

7.1. OBSERVACIONES.

- Todas las partes y componentes constituyentes de la máquina, estuvieron sometidas a pruebas operacionales.
- El 85% de toda la información técnica encontrada para efectos de éste proyecto, está disponible en el Internet.
- El usuario debe conocer a fondo el funcionamiento y manipulación adecuada de la máquina, para poder explotar y mantener de mejor manera la misma.
- Existen varios términos inventados por el autor de este proyecto a falta de nombre caracterizado para dicho elemento.

7.2. CONCLUSIONES.

- ✓ Como conclusión tenemos que el diseño del equipo se realizo de la manera más simplificada y funcional.
- ✓ Se concluyo que la construcción es simple, no necesita de maquinaria y procesos sofisticados.
- ✓ Los acabados superficiales y tolerancias son apropiadas y los mas amplios dentro de la función a desempeñar.
- ✓ La operación del equipo es sencilla.

- ✓ El alineamiento y acoplamiento de piezas y partes, se verifica sin problema
- ✓ La prensa o bastidor soporta adecuadamente las cargas
- ✓ El equipo de calentamiento es eficiente, además de que en caso de daño se puede cambiar la resistencia eléctrica
- ✓ Los montajes obtenidos son de muy buena calidad, tienen buena apariencia, buen agarre, y en general no presentan defectos

7.3. RECOMENDACIONES.

- ✓ Se recomiendan utilizar materiales que necesitan ninguno o mínimo mecanizado.
- ✓ Los materiales usados existen en el mercado nacional y bajos costos
- ✓ Se recomienda buenos montajes con el siguiente tiempo de operación con el molde inicialmente a temperatura ambiente.

(Ø) MOLDE (mm)	(t) DE CALENTAMIENTO (min)	(t) DE ENFRIAMIENTO (min)
25,4	6 a 7	6 a 8

- ✓ En procesos continuos deben disminuir en 1 minuto el tiempo de calentamiento para un mismo molde, por iniciar el proceso con una temperatura mayor a la ambiente

- ✓ Para separar el cilindro del embolo, se debe permitir que el desplazamiento del embolo se realice en sentido contrario al de ingreso.
- ✓ Se recomienda incentivar este tipo de proyectos en el área de mecánica del ITSA.

BIBLIOGRAFÍA.

- ✓ AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 1975 Annual Book of

- ✓ ASTM Standards, Ed. ASTM, Philadelphia, 1975, V. 11.
STRUERS SCIENTIFIC INSTRUMENTS, Tratamiento de Muestras

- ✓ Metalografía Boletín técnico del Departamento de Metalografía, Copenhagen.

- ✓ KEYSER, C.A., Ciencia de Materiales para Ingeniería, Ed. Limusa - Wiley S.A., México, 1972.

- ✓ BUEHLER LTD., Montaje de Probetas, Notas técnicas, Chicago, 111., 1972.

- ✓ BUTLER, 3. Compression and Transfer Moulding of Plastics, Ed. Interscience, New York, 1959.

- ✓ BUEHLER LTD., Materiales Moldeo por Compresión, Buehler Analyst, Chicago, 111., 1972.

- ✓ DUBOIS, PRIBBLE W.I., Ingeniería de moldes para plásticos, en Enciclopedia de la Química Industrial '1.5, Ed. URMO SA., Bilbao.

- ✓ ROHSENOW, W.M. & HARTNETT, Handbook of Heat Transfer, McGr Hill Book Co. New York, 1973.

- ✓ RODRIGUEZ, E, Estudio de la Diatomita como Aislante Térmico,

ANEXOS

ANEXOS A

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS
EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA MAQUINA COMPACTADORA DE
PROBETAS METALOGRAFICAS.

Tabla. Propiedades físicas medias de los metales más corrientes.

Metales	Peso específico kgf/dm ³	Coeficiente de dilatación lineal (°C) ⁻¹	Límite de proporcionalidad kgf/cm ²		Tensión de rotura kgf/cm ²			Módulo de elasticidad kgf/cm ²		Alargamiento %
			Tracción	Cortadura	Tracción	Compresión	Cortadura	Tracción, <i>E</i>	Cortadura, <i>G</i>	
Acero, 0,2 % carbono laminado en caliente	7,85	{ Varía de $1,1 \times 10^{-5}$ a $1,3 \times 10^{-5}$ Valor medio $1,18 \times 10^{-5}$	2450	1500	1200	<i>b</i>	3200	$2,1 \times 10^6$	$8,4 \times 10^5$	35
0,2 % carbono laminado en frío	7,85		4200	2500	5600	<i>b</i>	4200	$2,1 \times 10^6$	$8,4 \times 10^5$	18
0,6 % carbono laminado en caliente	7,85		4200	2500	7000	<i>b</i>	5000	$2,1 \times 10^6$	$8,4 \times 10^5$	15
0,8 % carbono laminado en caliente	7,85		4900	2950	8450	<i>b</i>	7400	$2,1 \times 10^6$	$8,4 \times 10^5$	10
Fundición gris	7,20	$1,08 \times 10^{-5}$	<i>c</i>	<i>d</i>	1400	5300	<i>d</i>	$1,05 \times 10^6$	$4,2 \times 10^5$	Pequeño
Fundición maleable	7,20	$1,19 \times 10^{-5}$	2500	1600	3800		3400	$1,76 \times 10^6$	$8,8 \times 10^5$	18
Hierro forjado	7,70	$1,20 \times 10^{-5}$	2100	1260	3500	<i>b</i>	2500	$1,90 \times 10^6$	7×10^5	35
Aluminio fundido	2,64	$2,31 \times 10^{-5}$	630		910	<i>b</i>	740	7×10^5	$2,8 \times 10^5$	20
Aluminio aleación 17ST	2,69	$2,31 \times 10^{-5}$	2250	1500	3950	<i>b</i>	2250	$7,2 \times 10^5$	$2,8 \times 10^5$	
Latón, laminado (70 % Cu) (30 % Zn)	8,50	$1,87 \times 10^{-5}$	1750	1050	3860	<i>b</i>	3400	$9,8 \times 10^5$	$4,2 \times 10^5$	30
Bronce, fundido	8,20	$1,80 \times 10^{-5}$	1400		2300	3950		$8,4 \times 10^5$	$3,5 \times 10^5$	10
Cobre, estirado	8,80	$1,68 \times 10^{-5}$	2670	1600	3860	<i>b</i>		$1,2 \times 10^5$	$4,2 \times 10^5$	4

Notas: ^a El límite de proporcionalidad y módulo elástico, a compresión pueden tomarse los mismos que a tracción, excepto en la fundición, cuyo límite de proporcionalidad es = 1850.

^b Como tensión de rotura a compresión en materiales dúctiles puede tomarse el punto de fluencia, que es ligeramente superior al límite de proporcionalidad a tracción.

^c No bien definido, aproximadamente 420 kgf/cm².

^d La fundición rompe por tracción diagonal.

Tabla. Dimensiones de platinas.

PERFILES LAMINADOS

Características Generales:
 Norma : INEN 2215-99
 Límite de fluencia (mínimo) $f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$
 Longitud de Entrega : 6 metros, otras longitudes bajo pedido

2. Platinas



DENOMINACIÓN	DIMENSIONES		PESO		ÁREA cm ²
	a mm	e mm	Kg/m	Kg/6m	
PL 12 X 3	12	3	0,28	1,70	0,36
PL 12 X 4	12	4	0,38	2,26	0,48
PL 12 X 6	12	6	0,57	3,39	0,72
PL 19 X 3	19	3	0,45	2,68	0,57
PL 19 X 4	19	4	0,60	3,58	0,76
PL 19 X 6	19	6	0,89	5,37	1,15
PL 25 X 3	25	3	0,59	3,53	0,75
PL 25 X 4	25	4	0,79	4,71	1,00
PL 25 X 6	25	6	1,18	7,07	1,50
PL 25 X 9	25	9	1,77	10,59	2,25
PL 25 X 12	25	12	2,36	14,13	3,00
PL 30 X 3	30	3	0,71	4,24	0,90
PL 30 X 4	30	4	0,94	5,65	1,20
PL 30 X 6	30	6	1,41	8,47	1,80
PL 30 X 9	30	9	2,12	12,71	2,70
PL 30 X 12	30	12	2,83	16,95	3,60
PL 38 X 3	38	3	0,89	5,37	1,15
PL 38 X 4	38	4	1,19	7,16	1,52
PL 38 X 6	38	6	1,79	10,74	2,28
PL 38 X 9	38	9	2,69	16,11	3,42
PL 38 X 12	38	12	3,58	21,48	4,56
PL 50 X 3	50	3	1,18	7,07	1,50
PL 50 X 4	50	4	1,58	9,50	2,00
PL 50 X 6	50	6	2,26	14,13	3,00
PL 50 X 9	50	9	3,53	21,20	4,50
PL 50 X 12	50	12	4,71	28,26	6,00
PL 65 X 6	65	6	3,06	18,37	3,90
PL 65 X 9	65	9	4,59	27,55	5,85
PL 65 X 12	65	12	6,12	36,73	7,80
PL 75 X 6	75	6	3,53	21,20	4,50
PL 75 X 9	75	9	5,30	31,80	6,75
PL 75 X 12	75	12	7,07	42,39	9,00
PL 100 X 6	100	6	4,71	28,26	6,00
PL 100 X 9	100	9	7,07	42,40	9,00
PL 100 X 12	100	12	9,42	56,52	12,00

Tabla. propiedades y dimensiones del acero AISI C 1045.

ASSAB 760 = AISI C 1045
Acero para construcción de maquinaria

ANALISIS TIPICO

	C	Si	Mn	P	S
Assab 760	0.50%	0.30%	0.60%	--	0.04%
Aisi C 1045	0.43-0.50%	--	0.60-0.90%	≤ 0.040%	≤ 0.050%

PROPIEDADES MECANICAS A 200 BRINELL

Resistencia a la tracción (Rm)	640 N/mm ² = 65 kgf/mm ²
Punto de cedencia (Rp 0.2)	340 N/mm ² = 35 kgf/mm ²
Elongación A5	20%
Estricción a la rotura Z	40%
Módulo de elasticidad	19980 kgf/mm ²

TRATAMIENTO TERMICO

Recocido blando: Proteger el acero y calentarlo en toda su masa a 700°C. Enfriarlo en el horno 25°C por hora hasta 600°C y después libremente al aire.

Allivio de tensiones: Después del desbastado en máquina, debe calentarse la pieza en toda su masa a 650°C durante 2 horas. Enfriar lentamente hasta 500°C y luego libremente al aire.

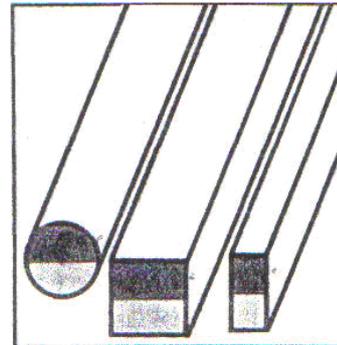
TEMPLE

Temperatura de precalentamiento	650°C
Temperatura de austenización	820°C - 870°C

Proteger la pieza contra decarburización y oxidación durante el proceso de temple. Enfriamiento: agua-aceite.

GENERALIDADES

Assab 760 es un acero al carbono, que se caracteriza por tener: excelente maquinabilidad, buena resistencia a la abrasión y buena resistencia mecánica. Dureza de suministro del material, sin recocer a aprox. 200 Brinell.



Código de color
ROJO/ALUMINIO

EQUIVALENCIAS

AISI	C1045 - C1148
SAE	1045 - 1148
WERKSTOFF	1.1820
DIN	C55WS C45
SKF	047A
UDDEHOLM UHB 11	

APLICACIONES

Está destinado principalmente para ser usado en su estado de suministro. Únicamente en ciertos casos, requerirá de un tratamiento térmico posterior. Se lo utiliza en: portapunzones, portadados, placas de guía, placas de respaldo, bastidores y guías para herramientas, dados dobladores simples y componentes estructurales simples.

REDONDO		
mm	APROX. PULGADAS	PESO APROX. kg/m
140	5 1/2	120.1
170	6 11/16	177.2
180	7 1/8	198.6
190	7 1/2	221.3
200	7 7/8	247.1
230	9	324.3
250	9 7/8	383.1
305	12 1/64	573.0
350	13 25/32	754.6

CUADRADO		
mm	APROX. PULGADAS	PESO APROX. kg/m
12 x 12	15/32 x 15/32	1.1
16 x 16	5/8 x 5/8	2.0
18 x 18	23/32 x 23/32	2.5
20 x 20	25/32 x 25/32	3.1
25 x 25	1 x 1	4.9
30 x 30	1 3/16 x 1 3/16	7.1
35 x 35	1 3/8 x 1 3/8	9.6
38.1 x 38.1	1 1/2 x 1 1/2	11.4
40 x 40	1 9/16 x 1 9/16	12.6
43 x 43	1 11/16 x 1 11/16	14.5
45 x 45	1 3/4 x 1 3/4	15.9
55 x 55	2 5/32 x 2 5/32	23.7
70 x 70	2 3/4 x 2 3/4	38.5
85 x 85	3 11/32 x 3 11/32	56.7

PLATINA		
mm	APROX. PULGADAS	PESO APROX. kg/m
6 x 30	7/32 x 15/32	1.4
6 x 35	1/4 x 1 3/8	1.6
6 x 40	1/4 x 1 9/16	1.9
6 x 45	1/4 x 1 3/4	2.1
6 x 50	1/4 x 1 31/32	2.4
6 x 60	1/4 x 2 3/8	2.8
8 x 30	5/16 x 1 3/16	1.9
8 x 40	5/16 x 1 9/16	2.5
8 x 60	5/16 x 2 3/8	3.8
8 x 69	5/16 x 2 11/16	4.3
10 x 30	3/8 x 1 3/16	2.4
10 x 35	3/8 x 1 3/8	2.7
10 x 40	3/8 x 1 9/16	3.1
10 x 57	3/8 x 2 1/4	4.5
10 x 60	3/8 x 2 3/8	4.7
10 x 90	3/8 x 3 17/32	7.1
10 x 110	3/8 x 4 5/16	8.6
10 x 120	3/8 x 4 3/4	9.4
12 x 30	15/32 x 1 3/16	2.8
12 x 40	15/32 x 1 9/16	3.8
12 x 57	15/32 x 2 7/32	5.4
12 x 90	15/32 x 3 17/32	8.5
12 x 170	15/32 x 6 11/16	16.0
15 x 30	19/32 x 1 3/16	3.5
15 x 40	19/32 x 1 9/16	4.7
15 x 60	19/32 x 2 3/8	7.1

Continúa ASSAB 760



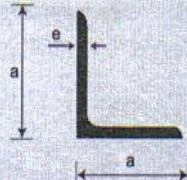
IVAN BOHMAN C.A.

Tabla. Dimensiones de ángulos.

PERFILES LAMINADOS

Características Generales:
 Norma : INEN 2215-99
 Límite de fluencia (mínimo) $f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$
 Longitud de Entrega : 6 metros, otras longitudes bajo pedido

1. Angulos



DENOMINACIÓN	DIMENSIONES		PESO		ÁREA cm ²
	a	e	Kg/m	Kg/6m	
	mm	mm			
AL 20 X 2	20	2	0,60	3,58	0,76
AL 20 X 3	20	3	0,87	5,23	1,11
AL 25 X 2	25	2	0,75	4,52	0,96
AL 25 X 3	25	3	1,11	6,64	1,41
AL 25 X 4	25	4	1,45	8,67	1,84
AL 30 X 3	30	3	1,34	8,05	1,71
AL 30 X 4	30	4	1,76	10,55	2,24
AL 40 X 3	40	3	1,81	10,88	2,31
AL 40 X 4	40	4	2,39	14,32	3,04
AL 40 X 6	40	6	3,49	20,91	4,44
AL 50 X 3	50	3	2,29	13,71	2,91
AL 50 X 4	50	4	3,02	18,09	3,84
AL 50 X 6	50	6	4,43	26,56	5,64
AL 60 X 6	60	6	5,37	32,21	6,84
AL 60 X 8	60	8	7,09	42,52	9,03
AL 65 X 6	65	6	5,84	35,04	7,44
AL 70 X 6	70	6	6,32	37,90	8,05
AL 75 X 6	75	6	6,78	40,69	8,64
AL 75 X 8	75	8	8,92	53,50	11,36
AL 100 X 6	100	6	9,14	54,82	11,64
AL 100 X 8	100	8	12,06	72,34	15,36
AL 100 X 10	100	10	15,04	90,21	19,15
AL 100 X 12	100	12	17,71	106,25	22,56

Tabla. Propiedades y dimensiones del acero AISI C 1045.

ASSAB 760 = AISI C 1045
Acero para construcción de maquinaria

ANÁLISIS TÍPICO

	C	Si	Mn	P	S
Assab 760	0.50%	0.30%	0.60%	—	0.04%
Aisi C 1045	0.43-0.50%	--	0.60-0.90%	≤ 0.040%	≤ 0.050%

PROPIEDADES MECANICAS A 200 BRINELL

Resistencia a la tracción (Rm)	640 N/mm2 = 65 kgf/mm2
Punto de cedencia (Rp 0.2)	340 N/mm2 = 35 kgf/mm2
Elongación A5	20%
Estricción a la rotura Z	40%
Módulo de elasticidad	19980 kgf/mm2

TRATAMIENTO TERMICO

Recocido blando: Proteger el acero y calentarlo en toda su masa a 700°C. Enfriarlo en el horno 25°C por hora hasta 600°C y después libremente al aire.

Alivio de tensiones: Después del desbastado en máquina, debe calentarse la pieza en toda su masa a 650°C durante 2 horas. Enfriar lentamente hasta 500°C y luego libremente al aire.

TEMPLE

Temperatura de precalentamiento	650°C
Temperatura de austenización	820°C - 870°C

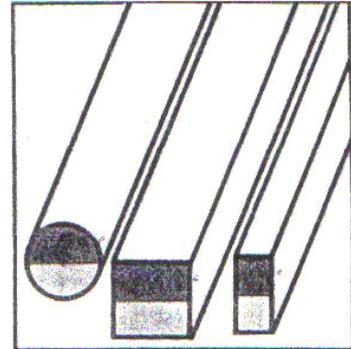
Proteger la pieza contra decarburización y oxidación durante el proceso de temple. Enfriamiento: agua-aceite.

GENERALIDADES

Assab 760 es un acero al carbono, que se caracteriza por tener: excelente maquinabilidad, buena resistencia a la abrasión y buena resistencia mecánica. Dureza de suministro del material, sin recocer a aprox. 200 Brinell.

APLICACIONES

Está destinado principalmente para ser usado en su estado de suministro. Únicamente en ciertos casos, requerirá de un tratamiento térmico posterior. Se lo utiliza en: portapunzones, portadados, placas de guía, placas de respaldo, bastidores y guías para herramientas, dados dobladores simples y componentes estructurales simples.



Código de color
ROJO/ALUMINIO

EQUIVALENCIAS

AISI	C1045 - C1148
SAE	1045 - 1148
WERKSTOFF	1.1820
DIN	C55WS C45
SKF	047A
UDDEHOLM UHB 11	

REDONDO		
mm	APROX. PULGADAS	PESO APROX. kg/m
140	5 1/2	120.1
170	6 11/16	177.2
180	7 1/8	198.6
190	7 1/2	221.3
200	7 7/8	247.1
230	9	324.3
250	9 7/8	383.1
305	12 1/64	573.0
350	13 25/32	754.6

CUADRADO		
mm	APROX. PULGADAS	PESO APROX. kg/m
12 x 12	15/32 x 15/32	1.1
16 x 16	5/8 x 5/8	2.0
18 x 18	23/32 x 23/32	2.5
20 x 20	25/32 x 25/32	3.1
25 x 25	1 x 1	4.9
30 x 30	1 3/16 x 1 3/16	7.1
35 x 35	1 3/8 x 1 3/8	9.6
38.1 x 38.1	1 1/2 x 1 1/2	11.4
40 x 40	1 9/16 x 1 9/16	12.6
43 x 43	1 11/16 x 1 11/16	14.5
45 x 45	1 3/4 x 1 3/4	15.9
55 x 55	2 5/32 x 2 5/32	23.7
70 x 70	2 3/4 x 2 3/4	38.5
85 x 85	3 11/32 x 3 11/32	56.7

PLATINA		
mm	APROX. PULGADAS	PESO APROX. kg/m
6 x 30	7/32 x 15/32	1.4
6 x 35	1/4 x 1 3/8	1.6
6 x 40	1/4 x 1 9/16	1.9
6 x 45	1/4 x 1 3/4	2.1
6 x 50	1/4 x 1 31/32	2.4
6 x 60	1/4 x 2 3/8	2.8
8 x 30	5/16 x 1 3/16	1.9
8 x 40	5/16 x 1 9/16	2.5
8 x 60	5/16 x 2 3/8	3.8
8 x 69	5/16 x 2 11/16	4.3
10 x 30	3/8 x 1 3/16	2.4
10 x 35	3/8 x 1 3/8	2.7
10 x 40	3/8 x 1 9/16	3.1
10 x 57	3/8 x 2 1/4	4.5
10 x 60	3/8 x 2 3/8	4.7
10 x 90	3/8 x 3 17/32	7.1
10 x 110	3/8 x 4 5/16	8.6
10 x 120	3/8 x 4 3/4	9.4
12 x 30	15/32 x 1 3/16	2.8
12 x 40	15/32 x 1 9/16	3.8
12 x 57	15/32 x 2 7/32	5.4
12 x 90	15/32 x 3 17/32	8.5
12 x 170	15/32 x 6 11/16	16.0
15 x 30	19/32 x 1 3/16	3.5
15 x 40	19/32 x 1 9/16	4.7
15 x 60	19/32 x 2 3/8	7.1

Continúa ASSAB 760

ANEXO B

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS ELECTRODOS.

Propiedades de los electrodos.

Propiedades mecánicas típicas de los electrodos de acero dulce*

	E6010 E6011	E6012 E6013	E6020 E6027	E7014 E7024	E7015, E7016 E7018, E7028
Resistencia a la tracción, lb/pulg ² , mín	62 000	67 000	62 000	72 000	72 000
Punto de fluencia, lb/pulg ² , mín.	50 000	55 000	50 000	60 000	60 000
Alargamiento en 2 pulg. mín %	22	17	32	17	22

* Prueba de tracción en todo el metal de soldadura, tal como quedó soldado.

Rangos típicos de corriente en amperes para electrodos de acero dulce

Diámetro del electrodo, pulg	E6010 y E6011	E6012	E6013	E6020	E6027	E7014	E7015 y E7016	E7018	E7024 y E7028
3/16	.....	20 a 40	20 a 40						
3/8	.....	25 a 60	25 a 60						
3/16	40 a 80	35 a 85	45 a 90	.....	.....	80 a 125	65 a 110	70 a 100	100 a 145*
3/8	75 a 125	80 a 140	80 a 130	100 a 150	125 a 185	110 a 160	100 a 150	115 a 165	140 a 190
3/8	110 a 170	110 a 190	105 a 180	130 a 190	160 a 240	150 a 210	140 a 200	150 a 220	180 a 250
3/8	140 a 215	140 a 240	150 a 230	175 a 250	210 a 300	200 a 275	180 a 255	200 a 275	230 a 305
3/8	170 a 250	200 a 320	210 a 300	225 a 310	250 a 350	260 a 340	240 a 320	260 a 340	275 a 365
3/4	210 a 320	250 a 400	250 a 350	275 a 375	300 a 420	330 a 415	300 a 390	315 a 400	335 a 430
3/4	275 a 425	300 a 500	320 a 430	340 a 450	375 a 475	390 a 500	375 a 475	375 a 470	400 a 525*

Estos valores no se aplican a la clasificación E7028.

ANEXO C
FOTOGRAFÍAS.

FOTO1. CORTE DE UPN Y ESTRUCTURA METALICA



FOTO 2.MONTAJE DE ESTRUCTURA METALICA



FOTO 3. MONTAJE DE GATO HIDRAULICO EN UPN INFERIOR



FOTO 4. PERFORADO Y AVELLANADO DE EJES GUIAS EN UPN SUPERIOR



**FOTO 5. TORNEADO, FRENTADO, CILINDRADO DE CAMISAS, EJE, PERNOS
GUIAS PARA EL SISTEMA DE COMPACTACION.**



FOTO 6. VISTAS DE DISPOSITIVOS YA TORNEADOS



FOTO 7. UNION DE DISPOSITIVOS DE MOLDEO



FOTO 8. TAPA Y ALOJAMIENTO DEL CALENTADOR,



FOTO 9 CONJUNTO DE CALENTAMIENTO

