

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Fabricación de válvulas de Hierro dúctil para el Sistema de
distribución de Agua Potable de la Ciudad de Guayaquil”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Presentada por:

Javier Arturo Flor Bustamante

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año : 2005

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de uno u otro modo colaboraron en la realización de este trabajo y especialmente al Ing. Ignacio Wiesner Director de Tesis, por su invaluable ayuda.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

A MIS HERMANOS

A MI HIJA ADORADA

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Eduardo Rivadeneira P.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Ignacio Wiesner F.
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Freddy Cevallos B.
VOCAL

Ing. Jorge Abad
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Javier Arturo Flor Bustamante

RESUMEN

En la presente Tesis de Grado se establece la factibilidad del Proyecto de la producción de válvulas de hierro dúctil requeridas por la empresa concesionaria de la producción y distribución de agua potable de la Ciudad de Guayaquil.

Se realizará un breve análisis del mercado en base a la información recogida en Interagua con respecto a las proyecciones de mejoramiento de la red de distribución que como se conoce, adolece de fallas por obsolescencia y procesos de corrosión.

Se analizarán los materiales constituyentes de la válvula y los procesos apropiados para su producción en serie, y se tomará especial atención a la tecnología de la producción de hierro dúctil en horno de inducción magnética.

Se analizarán y evaluarán válvulas fundidas en un taller local con el fin de comparar su calidad con las que se importan y venden actualmente en Interagua.

Finalmente se desarrollará un Flujo de Caja que defina la viabilidad financiera de este proyecto, y por tanto concluya si conviene o no la puesta en marcha de este proyecto.

INDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	V
ÍNDICE DE TABLAS.....	VI
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO 1

1. ASPECTOS INTRODUCTORIOS.....	4
1.1 Aspectos relevantes del Plan de trabajo de Interagua para los siguientes cinco años.....	4
1.2 Especificaciones Técnicas de las válvulas.....	7
1.3 Despiece de válvula e identificación de procesos de manufactura.....	10
1.4 Normas de calidad para el control del producto.....	12

CAPÍTULO 2

2. ANALISIS DEL MERCADO Y APLICACIÓN DE LA INGENIERIA	13
2.1 Breve Análisis del mercado y aspectos tecnológicos en la producción de válvulas de hierro dúctil.....	13

2.2 Desarrollo del Producto.....	20
2.3 Descripción del Proceso de fabricación y Selección de la tecnología.....	22
2.4 Establecimiento de la calidad metalúrgica del producto.....	41

CAPÍTULO 3

3. EVALUACION DE COSTOS.....	46
3.1 Análisis comparativo de la válvula propuesta con la válvula importada desde un punto de vista puramente técnico.....	46
3.2 Costo de la tecnología a utilizar.....	55

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
--	----

APENDICES

BIBLIOGRAFIA

ABREVIATURAS

AFS	American Foundriment Society
ASTM	American Society Technical Materials
ASME	American Society Mechanical Engineers
AWWA	American Water Works Association
ECAPAG	Empresa Cantonal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
Gr	Grado
Inox.	Inoxidable
Kg.	Kilogramos
Kw x Hr	Kilovatio Hora
m.m.	milímetros
psi	Per Square Inch
pul.	pulgadas
SAE	Society of Automotive Engineers
UNS	United Nominal System
° C	Grados Centígrados

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Comportamiento del Hierro dúctil al Impacto comparado Con otras aleaciones ferrosas.....	9
Figura 2.1	Ilustración esquemática del proceso de modificación de estructura con campana de inmersión.....	18
Figura 2.2	Moldeo en Verde utilizando pistón neumático para compactación de la arena.....	22
Figura 2.3	Cajas de machos utilizadas para la fundición de las compuertas de las válvulas.....	24
Figura 2.4	Moldeo del Cuerpo de la Válvula.....	26
Figura 2.5	Solidificación del metal en el molde.....	27
Figura 2.6	Instante del inicio del metal líquido.....	31
Figura 2.7	Instante del proceso de vaciado del metal a la callana para transportar a las cajas de moldeo.....	32
Figura 2.8	Proceso de colado del metal.....	32
Figura 2.9	Proceso de Desmoldeo.....	35
Figura 2.10	Probeta para ensayos de tracción.....	43
Figura 2.11	Dimensiones y características del Bloque “Y” para sacar probetas (Para pruebas de tensión).....	44
Figura 3.1	Banco de Prueba de Válvula Importada.....	47
Figura 3.2	Sistema de Banco de Prueba de Válvula Importada a 3445578,23 Pa/500 psi.....	48
Figura 3.3	Sistema de Banco de Prueba de Válvula Importada a 6891156,46 Pa/1000 psi.....	49
Figura 3.4	Sistema de Banco de Prueba de Válvula Importada a 8269387,76 Pa/1200 psi.....	50
Figura 3.5	Banco de Prueba de Válvula Propuesta.....	51
Figura 3.6	Sistema de Banco de Prueba de Válvula Propuesta a 3445578,23 Pa/500 psi.....	52
Figura 3.7	Sistema de Banco de Prueba de Válvula Propuesta a 6891156,46 Pa/1000 psi.....	53
Figura 3.8	Sistema de Banco de Prueba de Válvula Propuesta a 10336734,7 Pa/1500 psi.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Válvulas existentes en la Red de agua Potable de Guayaquil.....	5
Tabla 2	Demanda Actual y Proyectada de Válvulas de 90 m.m.....	7
Tabla 3	Lista de Partes de Válvula.....	11
Tabla 4	Empresas con hornos de inducción.....	15
Tabla 5	Encuesta realizada en la Cámara de los Pequeños Industriales.....	17
Tabla 6	Matriz de Selección de Tecnología.....	40
Tabla 7	Lista de equipos requeridos por la Fábrica de Válvulas.....	55
Tabla 8	Balance de otros elementos constitutivos de la válvula.....	57
Tabla 9	Balance de Materia Prima y Materiales.....	62
Tabla 10	Consumo de energía de las maquinarias (excepto Horno de Inducción).....	64
Tabla 11	Balance de Insumos Generales.....	65
Tabla 12	Flujo de Fondos o de Caja.....	67
Tabla 13	Balance de Personal Administrativo.....	69
Tabla 14	Balance de Personal Operativo.....	69

INDICE DE PLANOS

- | | |
|---------|--|
| Plano 1 | Detalle de Válvulas con sello elastomérico Extremos Junta hidráulica (Push on joint end). |
| Plano 2 | Detalle de Válvulas con sello elastomérico Extremos bridados (Flanged ends) |

APÉNDICES

Apéndice A:	Hoja Técnica del Material Nepreno
Apéndice B:	Hoja Técnica del Material Nitrilo
Apéndice C:	Propiedades Mecánicas del Material ASTM A395
Apéndice D:	Composición Química del Material ASTM A395
Apéndice E:	Composición Química de Material SAE 304

BIBLIOGRAFIA

1. Metals Handbook Ninth Edition Tomo 1
2. Metals Handbook Ninth Edition Tomo 2
3. Metals Handbook Ninth Edition Tomo 3
4. SAE Handbook Part 1, 1979
5. Informes técnicos de Wiesner Inox.
6. FLOR DIAZ JACINTO; “ Obtención de Hierro Nodular en horno de crisol”
7. INTERAGUA, Plan de Trabajo de Interagua
8. PAGINA; www.astm.org

Apéndice A:

Hoja Técnica del Material Nepreno

Apéndice B:

Hoja Técnica del Material Nitrilo

Apéndice C:

Propiedades Mecánicas del Material ASTM A395

Apéndice D:

Composición Química del Material ASTM A395

Apéndice E:

Composición Química de Material SAE 304

PLANO 1

**Detalle de Válvulas con sello elastomérico Extremos
Junta hidráulica (Push on joint end).**

PLANO 2

Detalle de Válvulas con sello elastomérico Extremos bridados (Flanged ends)

INTRODUCCION

Guayaquil es una ciudad que se encuentra en camino de progreso, y si bien esta logrando importantes avances en el aspecto urbanístico, algunos de los servicios básicos no han tenido el mismo nivel de mejoría.

En el caso específico de su sistema de redes de distribución de agua potable, a pesar de haber sido concesionado, éste no ofrece un servicio eficiente y de calidad a los usuarios, pues el mismo se encuentra deteriorado a causa del vencimiento de la vida útil de sus elementos, tanto de tubería como de válvulas y a esto se suma el inevitable crecimiento de la Ciudad por el inevitable crecimiento poblacional.

Las consideraciones que se puntualizaron en líneas anteriores presentan una gran oportunidad para inversionistas que estén pensando en la producción de válvulas de hierro dúctil para este nicho de mercado. El sistema de distribución de agua potable de la Ciudad de Guayaquil estaba siendo manejado años atrás por la empresa ECAPAG, hoy en día, este es administrado por la compañía extranjera Interagua.

Interagua, al iniciar sus labores como concesionario de la red de agua potable de la ciudad, y al iniciar la inspección de los elementos constitutivos

tanto de la red de agua potable como de tuberías, válvulas y accesorios, pudo determinar que los mismos se encontraban con un grado de corrosión muy elevado, generando de esta manera fugas de agua en muchos puntos de la red y brindando al usuario un pésimo servicio de agua potable reflejado en bajísimas presiones de agua en sus domicilios.

La producción de válvulas para los sistemas de distribución de agua potable está regida por normas internacionales, las que exigen que las mismas deban ser fundidas en hierro dúctil, material que tiene ventajas técnicas sobre el hierro gris, este último utilizado tradicionalmente para la fundición de estos elementos de la red.

Es importante mencionar que las válvulas que adquiere Interagua no son fabricadas localmente, sino que son importadas casi en su totalidad de nuestro país vecino Colombia, por lo que se debe considerar el beneficio social que significaría construirlas localmente, con lo que se crearían nuevas plazas de trabajo, además de brindar una oportunidad para los empresarios ecuatorianos que tengan la capacidad de aprovecharla.

Una de las restricciones de producción que existe en el medio es la falta de tecnología para producir materiales bajo certificación de normas, pues para producir válvulas de hierro dúctil es necesario fundir a una temperatura de

1580°C, misma que se puede alcanzar con hornos eléctricos de inducción magnética que solo existen en la ESPOL, y que son de propiedad de la Empresa Wiesner Inox.,

Por lo anteriormente expuesto, se plantea realizar este estudio que arrojará información muy relevante para inversionistas que se interesen en la implementación de una fábrica para la producción de válvulas para el sistema de redes de Distribución de Agua potable en la Ciudad de Guayaquil.

CAPITULO 1

1. ASPECTOS INTRODUCTORIOS

1.1 Aspectos relevantes del plan de trabajo de Interagua para los siguientes cinco años

Se reitera el hecho de que en la ciudad de Guayaquil, la empresa encargada de la administración de la producción y distribución de agua potable se llama Interagua.

Según investigaciones realizadas en el departamento de planificación de Interagua, se pudo conocer lo siguiente:

La malla o red de agua potable cuenta a la fecha con 5892 válvulas en la ciudad de Guayaquil (incluyendo las ciudadelas privadas en construcción de Vía a la Costa).

En la Tabla 1, se presentan los porcentajes y cantidades de las válvulas de cada uno de los diferentes diámetros utilizados en la red:

TABLA 1

**VALVULAS EXISTENTES EN LA RED DE AGUA POTABLE DE
GUAYAQUIL**

Válvulas existentes en la Red de agua Potable de Guayaquil			
Item	Diámetro de válvula (m.m./ pul.)	Porcentaje de Uso en la red (%)	Cantidad de Válvulas en la red (Unid)
1	90 / 3,5	70	4124
2	110 / 4,5	10	589
3	160 / 6,5	10	589
4	mas de 200 / 8	10	589

Como se puede ver, las válvulas con diámetro de 90 m.m. (3,5”) representan el 70% de la totalidad de la demanda lo que motiva que este proyecto se incline a la producción mayoritaria de válvula de 90 m.m., sin perjuicio de poder fabricar válvulas de los otros diámetros y otros requerimientos de la misma empresa en el mismo material. Ejemplo: Tapas de registro.

Por las razones expuestas en líneas anteriores, el enfoque de este proyecto se dirigirá hacia la producción de válvulas con diámetro de 90 m.m., considerando la demanda actual (en el año 2006) de 4124

válvulas. De igual manera se pudo conocer del Departamento de Dirección y Control Técnico de Interagua que para las proyecciones de crecimiento de la red de distribución de agua potable de la Ciudad, se utilizaron las siguientes tasas de crecimiento anuales:

- Por crecimiento poblacional: 2 %
- Por renovación de las válvulas deterioradas: 6%

La utilización de estos índices contempla la consideración de las nuevas ciudadelas en construcción, las mismas que se desarrollan en su mayoría en la Vía a la Costa.

Para la proyección de la demanda de válvulas de 90 m.m., se utilizará una tasa de incremento igual al 8%, la misma que surge como resultado de la suma de las tasas por crecimiento poblacional y por renovación de las válvulas deterioradas, respectivamente.

La demanda mínima proyectada para los siguientes 5 años, tiempo definido como vida útil de este proyecto de tesis queda definida como se muestra en la Tabla 2.

TABLA 2
DEMANDA ACTUAL Y PROYECTADA DE VALVULAS DE 90 mm.

Valvulas de 90 m.m.	
Año	Demanda (Valvulas/año)
2005	3819
2006	4124
2007	4454
2008	4810
2009	5195
2010	5611

1.2 Especificaciones Técnicas de las válvulas

Como se determinará en el punto 1.4, Interagua utiliza una norma para la producción de este tipo de válvulas, misma que debe cumplir con dos aspectos fundamentales en los cuales radica la diferencia que existe en la válvula antiguamente utilizada por ECAPAG, y la actual utilizada por Interagua; estos son:

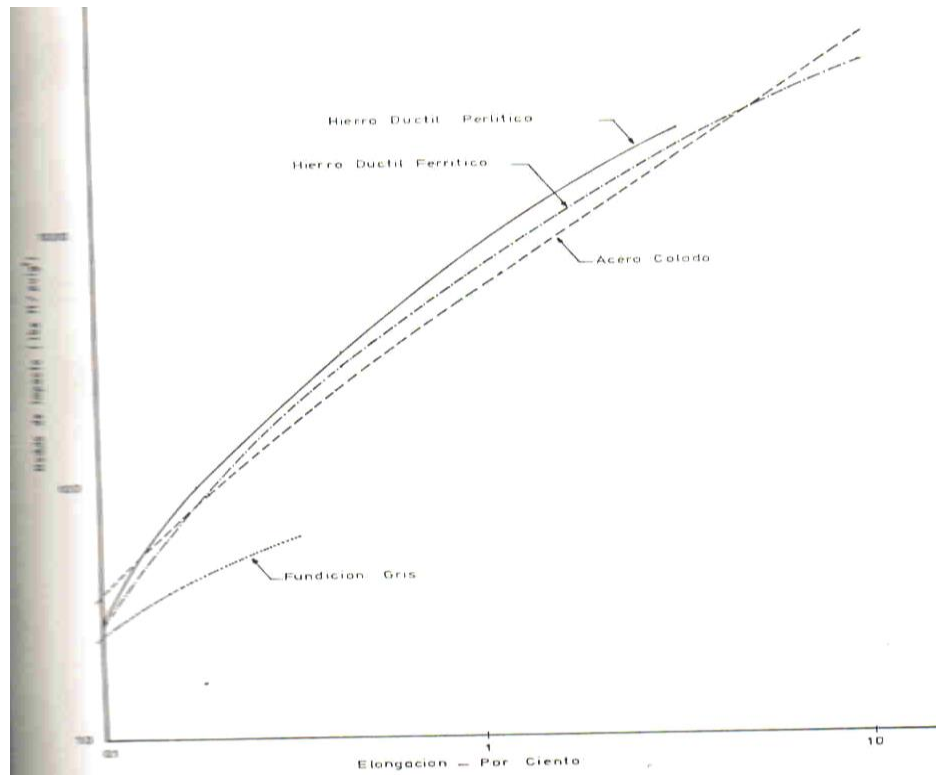
1.- Ser fundidas en hierro dúctil o fundición de grafito esferoidal, material que proporciona a las válvulas mejores propiedades mecánicas y físicas con respecto a la fundición laminar o gris (tradicionalmente utilizada para este tipo de necesidades).

Algunas propiedades comparables de hierro dúctil que en algunos casos son superiores y tienen ventajas sobre el hierro gris son:

- Excelente resistencia a la corrosión natural.
- Características mecánicas más elevadas:
- La capacidad para deformarse plásticamente antes de la rotura.
- Un modulo de elasticidad casi como el del acero.
- Una resistencia a la rotura por tracción y flexión de 2 a 3 veces superior a la fundición laminar.
- Una elevada resistencia a los choques y al desgaste (Figura 1.1).

En fin, existen varias ventajas en utilizar la fabricación de válvulas con fundición nodular sobre la laminar, asegurando de esta manera una mayor vida útil del sistema.

2.- Los sellos de las válvulas deben ser elastoméricos o de neopreno, material muy similar al tradicional caucho. Estos determinan que los elementos de cierre de válvula sean mas durables que las aleaciones de Cobre que fallan por corrosión.



**FIGURA 1.1 COMPORTAMIENTO DEL HIERRO DUCTIL AL IMPACTO
COMPARADO CON OTRAS ALEACIONES FERROSAS**

1.3 Despiece de válvula e identificación de procesos de manufactura

En el plano 1 y 2 se muestra la válvula con sus elementos constitutivos y el material con el que deben fabricarse cada uno de ellos, tal como exige la norma mencionada en el punto 1.4.

Para mostrar con mayor detalle los elementos constitutivos de la válvula se mostrarán las características intrínsecas definidas en hojas denominadas cartas tecnológicas que son producto de técnicas de trabajo desarrolladas por expertos de las Naciones Unidas para establecer el grado de complejidad de productos manufacturados que ya están en el mercado y que se podrían producir localmente.

Estas técnicas consisten en realizar el despiece de la válvula y analizar cada uno de los elementos mecánicos para conocer los procesos de fabricación aplicables y saber como hacerlos.

El resultado de este análisis de materiales y cada una de sus Cartas Tecnológicas se presentan en la Tabla No. 3:

TABLA No. 3
LISTA DE PARTES DE VALVULA

LISTA DE PARTES DE VALVULA		
Item	Descripcion	Material
20	Anillo roscado de retencion	ASTM A 395 / ASME SA 395
19	retenedor vastago	ASTM B 271/UNS C 83600/ASTM B 271
18	Sello trasero	Neopreno/Caucho Cloropreno/CR
17	Hidrosello union JH-PVC	Neopreno/Caucho Cloropreno/CR
16	Plato de Sujecion	ASTM A 395 / ASME SA 395
15	Sello elastico	Neopreno/Caucho Cloropreno/CR
14	Tornillo obturador	AISI/SAE 304
13	Obturador	ASTM A 395 / ASME SA 395
12	Tuerca Vastago	ASTM B 271/UNS C 83600/ASTM B 271
11	Cuerpo	ASTM A 395 / ASME SA 395
10	Tornillo Brida cuerpos	SAE Gr 7 Galvanizado
9	Empaque entre cuerpos	Neopreno/Caucho Cloropreno/CR
8	Tapa cuerpo superior	ASTM A 395 / ASME SA 395
7	Sello o' ring	Nitrilo/Caucho Nitrilo/Acrilonitrilo-Butadieno/NBR
6	Portasellos o'ring	ASTM A 395 / ASME SA 395
5	Sellos o' ring	Nitrilo/Caucho Nitrilo/Acrilonitrilo-Butadieno/NBR
4	Vastago	AISI/SAE 304
3	Dado de operacion triangular	ASTM A 395 / ASME SA 395
2	Arandela	AISI/SAE 304
1	Tornillo dado operaci3n	AISI/SAE 304

1.4 Normas de calidad para el control del producto.

Por investigaciones realizadas en los departamentos correspondientes, Ecapag no se preocupaba del cumplimiento de normas internacionales aplicables a sistemas de red de agua potable, en cuanto al material y al control de calidad de las válvulas. En la actualidad, Interagua exige a los proveedores de válvulas que han calificado en su base de datos, que estas cumplan con normas internacionales de Sistemas de Distribución de Agua Potable.

Existen algunas normas que aplican a los sistemas de Distribución de Agua Potable, sin embargo la norma internacional que escogió Interagua para certificar su Sistema es la AWWA C 500, misma que fue expedida por la American Water Works Association, organismo norte americano que creo estándares para los sistemas de administración y distribución de agua potable.

Algunos de las mejoras que se detectaron en el Departamento técnico de Interagua con la implementación de esta norma son las siguientes:

- Mejora en la resistencia a la corrosión.
- Mejora en las propiedades mecánicas
- Mejora de la durabilidad de las partes

CAPITULO 2

2. ANALISIS DEL MERCADO Y APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA

2.1 Breve análisis del mercado y aspectos tecnológicos en la producción de válvulas de hierro dúctil

Como se dijo antes, uno de los requisitos de la norma AWWA C 500, es que las válvulas deben ser fundidas en el material hierro dúctil o nodular, y para esto se requiere la utilización de hornos de inducción, los mismos que alcanzan temperaturas de fundición cercanas a los 1600° C.

Después de consultar a Interagua se pudo determinar que la totalidad de la oferta de válvulas de hierro nodular adecuadas para las redes de distribución de agua potable está en su totalidad

cubierta por las válvulas colombianas, pues su cumplimiento con la norma AWWA C 500, y su bajo precio crean una alternativa atractiva para los intereses económicos y técnicos de Interagua.

Realizando una investigación sobre las empresas de nuestro país, actual y potencialmente fundidoras, se pudo determinar que las que poseen hornos de inducción no aprovechan esta ventaja en tecnología, desperdiciando así una oportunidad de negocio atractiva para el mercado.

Sin embargo, existen dos empresas que teniendo hornos de inducción con capacidad suficiente para cubrir la exigencia de la demanda, no aprovecha esta oportunidad de mercado; pues su completa producción se ha enfocado a otro tipo de productos.

Estas empresas son:

- Construcciones Mejía: Su fabrica esta localizada en la Ciudad de Cuenca y enfoca su producción a las máquinas para elaboración de madera y para la construcción.
- Wiesner Inox.: Su fabrica esta localizada en La ciudad de Guayaquil, y destina su producción a las partes de acero inoxidable para refinerías

En la Tabla 4, se muestran los únicos establecimientos en el país con capacidad, que poseen hornos de inducción, y que estarían en capacidad de iniciar una producción de válvulas de hierro dúctil.

TABLA 4
EMPRESAS CON HORNOS DE INDUCCIÓN

Empresas con hornos de induccion		
Item	Lugar	Capacidad de Produccion (Kg/lote)
1	ESPOCH	80
2	Politecnica del Ejercito	120
3	Wiesner Inox.	500
4	Constructora Mejia	500
5	ESPON	120

Fuente: Ing. Ignacio Wiesner
Gerente General Wiesner Inox.

Al analizar la Tabla No. 7 se puede ver que el horno de inducción es muy costoso por lo que este proyecto de tesis sugiere evaluar la alternativa de aprovechar esta capacidad de tecnología (horno de inducción) con la que cuentan cualquiera de los cinco establecimientos de la Tabla No. 4, y así disminuir los costos de inversión.

Para efectos de interés de este proyecto se escogerá la alternativa 3, Wiesner Inox., pues se cuenta con disponibilidad de información,

además de encontrarse dentro de las instalaciones de la ESPOL en la misma Ciudad donde se encuentra Interagua, Ciudad de Guayaquil, y cuyo gerente general es un empresario ecuatoriano con una trayectoria de aproximadamente 30 años en la industria metalúrgica.

Se aprovechará la capacidad tecnológica que se encuentra instalada en esta planta ya conformada, pues se cuenta con un horno de inducción, equipo crítico por su costo de adquisición (150000 USD. aproximadamente), y con capacidad de producción de 550 Kg., suficiente para cubrir la demanda del mercado hasta mucho mas allá del año del horizonte de Planificación (5 años).

$$550 \frac{\text{Kg.}}{\text{colado}} \times 1 \frac{\text{válvula}}{15 \text{ Kg.}} \times 1 \frac{\text{colado}}{\text{día}} \times 240 \frac{\text{días laborables}}{\text{año}}$$

$$8800 \frac{\text{válvulas}}{\text{Año}}$$

Como se puede ver, la capacidad de producción del horno de inducción es mayor al tamaño de la demanda al año 2011, que es de 6060, por lo tanto el horno de inducción servirá hasta el final de la vida útil del proyecto. Así mismo, se realizó una encuesta al Ing. Renato Carlo, Presidente de la Cámara de Pequeños Industriales del

Guayas (quien cuenta con el registro de pequeños industriales del país) con el fin de encontrar empresas dedicadas a la producción de válvulas en hierro dúctil, obteniéndose como resultado que en el Ecuador no se producen este tipo de válvulas. La encuesta en mención se detalla en la Tabla No. 5:

TABLA 5
ENCUESTA REALIZADA EN LA CAMARA DE PEQUEÑOS
INDUSTRIALES

Item	Pregunta	Respuesta
1	Se cuenta en el registro de La Camara de Pequeños Industriales con empresas fundidoras de valvulas	Si
2	El material usado para las valvulas mencionadas es hierro gris	Si
3	El material usado para las valvulas mencionadas es hierro nodular	No

Aspectos tecnológicos en la producción de válvulas de hierro dúctil.- La producción de hierro dúctil de calidad normalizada es lograda a partir de lo que se denomina hierro base que, es en esencia la simiente metálica de composición bien definida y dependiente de la naturaleza de carga introducida al horno. Para la obtención de hierro dúctil es necesario calentar el metal a una temperatura de 1550 ° C., lo cual solo es posible gracias a los hornos eléctricos o de cubilotes, por lo que esto se considera una verdadera restricción para la selección de la tecnología.

Una vez que se ha obtenido el hierro base es que se debe modificar su forma de solidificación para lograr una microestructura esferoidal del grafito (propia del hierro dúctil) de lo contrario se obtendría hierro gris, tal como se muestra en la Figura 2.1.

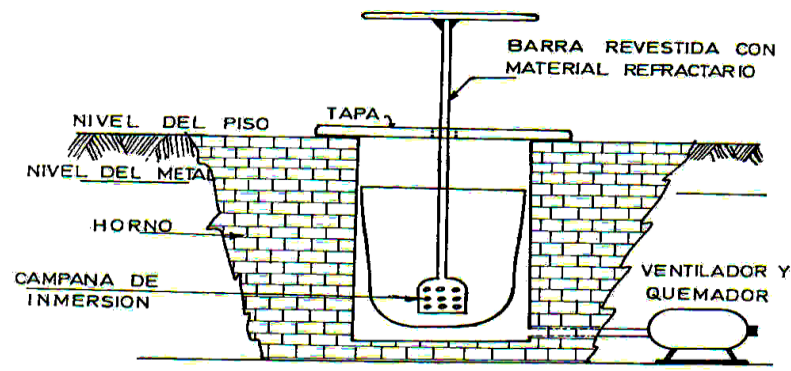


FIGURA 2.1 ILUSTRACION ESQUEMATICA DEL PROCESO DE MODIFICACION DE ESTRUCTURA CON CAMPANA DE INMERSION

Este hierro base (materia prima para el hierro dúctil) debe reunir ciertas condiciones y características esenciales para una adecuada fundición acorde con los resultados esperados, entre las que se tienen:

- Bajo contenido de azufre: Es preferible tener 0.02% de azufre o menos a fin de minimizar los requerimientos de magnesio, ya

que como se sabe, el magnesio es el elemento que promueve la formación de grafito esferoidal en la masa de líquido que va a solidificar, así como también es ávido de formar el sulfuro, pues de ocurrir esto disminuiría la capacidad de modificación de estructura; evitando de esta manera que se forme el hierro nodular o dúctil.

- Una cantidad relativamente baja de silicio(entre 1.00 % a 1.50 %) cuando se usan aleaciones de magnesio ferrosilicio como nodulizante, ya que éste ocasiona un excesivo aporte de Silicio en la operación de modificación.
- El rango de contenido de carbono debe estar entre 3.60 % y 4 %, pues a pesar de ser un alto porcentaje, éste facilita la operación de llenado de moldes.
- Una escoria limpia y libre de Hierro con un contenido lo más bajo posible de óxidos, ya que al formarse éstos disminuiría el poder modificador del magnesio.

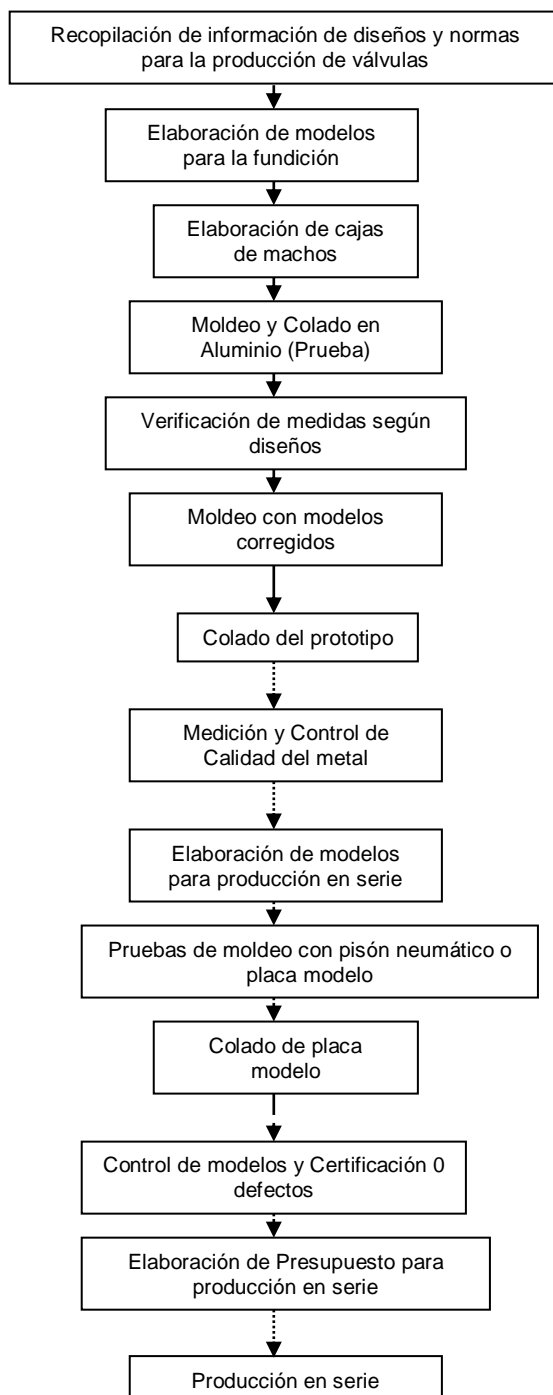
Si se compara el hierro base para elaborar hierro dúctil con el del hierro gris, en cuanto a control de composición, se sabe muy bien que el primero requiere mayor cuidado de los rangos en que los elementos entran a formar parte del material, preferentemente los porcentajes deben ser bajos para el silicio, fósforo y manganeso y

debe estar exento de titanio, plomo y antimonio y otros que son retardadores de la esferoidización (proceso en el que la concentración de carbono toma forma de esfera o nódulo cuando se esta solidificando hierro dúctil).

2.2 Desarrollo del Producto

El producto que se plantea fabricar en este proyecto es una válvula que esté en capacidad de competir con la válvula que normalmente se importa para el sistema de distribución de agua potable local, para esto se hace importante mencionar que se intenta aprovechar la capacidad de tecnología no explotada actualmente y existente en el medio. Se intenta fundir un cuerpo de válvula en hierro dúctil que ensamblado con otras elementos adquiridos por compra directa y también existentes en el medio conformen una válvula de características mencionadas en el párrafo anterior.

Cuando se crea una idea de producir un producto que podría terminar en una producción en serie, es necesario realizar un prototipo, pues una vez que este ha sido fabricado es importante realizarle pruebas como calidad de material, sondeos de mercado y otras que permitan minimizar el riesgo de la inversión.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL DESARROLLO DEL PRODUCTO

2.3 Descripción del Proceso de Fabricación y Selección de la Tecnología

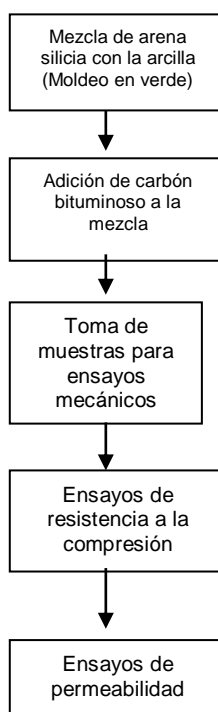
Inicialmente se realiza el moldeo en verde (Figura 2.2) en el cual se usa la arena como material refractario base. Esta operación consiste en la mezcla de arena de Sílice de tipo sub-angular con un tamaño de grano AFS-60, con arcilla fina tipo bentonita cálcica (procedente de la Península de Sta. Elena). Esta arcilla fina esta constituida por 6% de arena en seco y 6% de agua.



FIGURA 2.2 MOLDEO EN VERDE UTILIZANDO SALIDA DEL PISTÓN NEUMÁTICO PARA COMPACTACIÓN DE LA ARENA

La mezcla obtenida es una arena aglutinada a la que se le añadirá 2% de carbón bituminoso que contenga más del 30% de materiales volátiles que sirven para crear una atmósfera reductora en la interfase metal-molde. Una vez obtenida esta mezcla se obtienen probetas a las que se realizan ensayos mecánicos como resistencia a la compresión (deben tener una resistencia de 15-25 Lb./ pul.²), ensayos de permeabilidad a los vapores de agua y gases de combustión que proceden del agua de mezclado y del carbón bituminoso, y de su composición química.

DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS OPERACIONES DESCRITAS



Descripción de la Elaboración del macho o corazón de la válvula.- De similar manera que para el cuerpo de la válvula se realiza el moldeo usando una mezcla diferente a la usada en el moldeo del cuerpo.

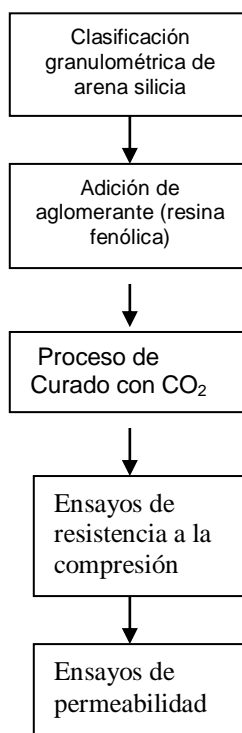
Para la mezcla intervienen: arena y el aglomerante llamado Silicato de Sodio, Después de compactado en una caja de machos (Figura 2.3) se insufla dióxido de carbono para la estabilización de la mezcla.



FIGURA 2.3 CAJAS DE MACHOS UTILIZADAS PARA LA FUNDICIÓN DE LAS COMPUERTAS DE LAS VÁLVULAS

Otro método que se puede utilizar para la fabricación de machos es con el uso de Silicato de Sodio o resina fenólica. La arena silicia de las mismas características de la usada en el moldeo del cuerpo es diferente a la que se usa con resina fenólica para la estabilización de la arena cuyo proceso demora 1 minuto a una temperatura de 250° C. En este caso la resistencia mecánica es mejor y estable por mucho tiempo. Una vez obtenida esta mezcla se obtienen probetas a las que se realizan pruebas de resistencia mecánica, la cual debe ser siempre mayor a 300 lb./ pul².

DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS OPERACIONES DESCRITAS



Al tener listos tanto el macho como el cuerpo de la válvula (Figura 2.4), se deja secar aproximadamente por 30 minutos y se procede al ensamblado de la caja, es decir la tapa y el fondo; los mismos que una vez unidos por la línea de partición de la caja quedaran sellados. Esta caja tendrá unos orificios por los que se introducirá el metal líquido procedente del horno y que son llamados bebederos cuya sección es calculada de acuerdo al tiempo de llenado del molde (Figura 2.5).

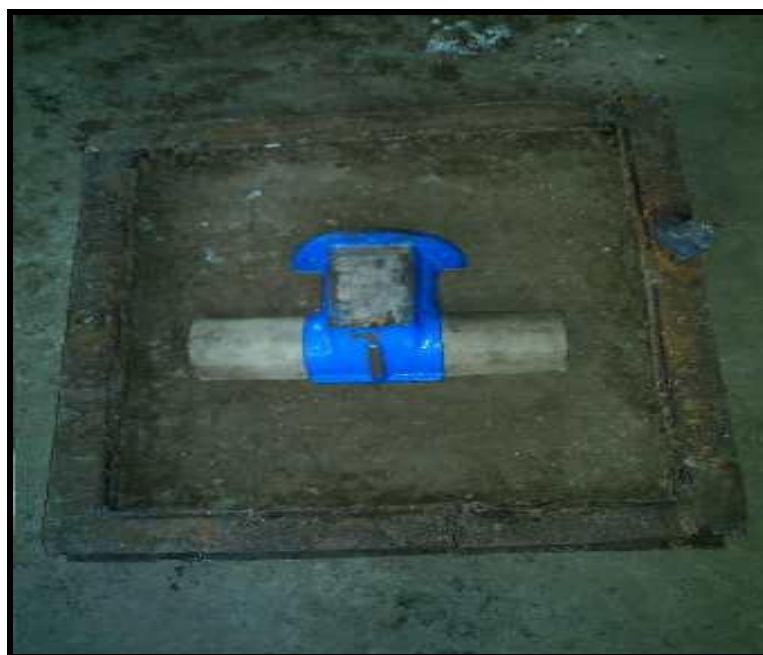
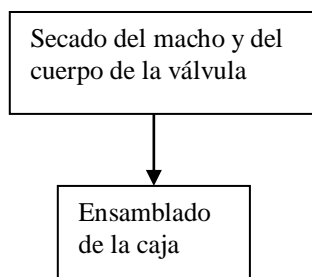


FIGURA 2.4 MOLDEO DEL CUERPO DE LA VALVULA



FIGURA 2.5 SOLIDIFICACIÓN DEL METAL EN EL MOLDE

DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS OPERACIONES DESCRITAS



Preparación del hierro base.- Como se dijo en líneas anteriores, la primera etapa del proceso de fundición de válvulas de hierro dúctil es la obtención del hierro base, para lo cual existe una exigencia en términos de control preciso y severo sobre todas las etapas del proceso.

Este control exigido se inicia en la selección de los materiales hasta el control de calidad del producto final; debe hacerse hincapié de que el control de las etapas es en definitiva el único medio para asegurar que el producto terminado posea las características que se buscan.

Básicamente, las operaciones unitarias que deben imponerse en la elaboración del hierro base son:

- Preparación y Selección de materias primas considerando el tamaño y Limpieza de las mismas para una mejor operación del horno.
- Pesado de las materias primas y aseguramiento de los porcentajes de cada elemento a intervenir en la carga.
- Cargas al horno, Fusión, Modificación y Colado.

Preparación y selección de materias primas considerando el tamaño y Limpieza de las mismas para una mejor operación del horno.- Se usa como carga del horno chatarra de acero, el mismo que viene en pacas compactadas, estos son residuos de fábricas de elaboración de envases o tapas para botellas de gaseosas, y que se pueden considerar como chatarra de primera calidad. Estas deben pasar una inspección de control de calidad, en el cual se especifican los siguientes parámetros de composición química:

- Silicio: 0.3 max.
- Carbono: 0.08 max.
- Cromo: 0.08 max.
- Níquel: 0.05-0.20

- Molibdeno: 0.01-0.10
- Cobre: 0.15-0.40
- Fósforo: 0.02 max.
- Azufre: 0.02 max.

La chatarra de acero proveniente de los enlatados que se seleccionen, cumplen estrictamente con los requerimientos arriba especificados, por lo que se consideran aptos para el desarrollo de este proyecto.

Pesado de las materias primas y aseguramiento de los porcentajes de cada elemento a intervenir en la carga.

Se procede a realizar el pesado de los siguientes elementos asegurando que el porcentaje de la suma total de participación de carbono en la aleación (3,5 % del peso de la carga del horno), sea el siguiente:

- Coke de bajo azufre: 20%
- Carbón de madera: 35%
- Electrodo de grafito: 35%
- Grafito: 10%

Estos porcentajes son considerados para una carga del horno equivalente a 500 Kg. de metal.

Cargas al Horno, Fusión, Modificación Y Colado (Figuras 2.6; 2.7; 2.8).



FIGURA 2.6 INSTANTE DEL INICIO DEL METAL LÍQUIDO



FIGURA 2.7 INSTANTE DEL PROCESO DE VACIADO DEL METAL A LA CALLANA PARA TRANSPORTAR A LAS CAJAS DE MOLDEO



FIGURA 2.8 PROCESO DE COLADO DEL METAL

Una vez insertada esta carga al horno se espera su fusión y calentamiento hasta que la temperatura del metal sea 1550°C.

Luego se procede a la modificación de la estructura, operación que se describe a continuación:

La formación de grafito esferoidal en el hierro fundido producida por la adición de pequeñas cantidades de Magnesio puro o en aleaciones con otros elementos que promueven la formación de los nódulos. El Magnesio es el elemento más usado para producir hierro nodular; la cantidad de Magnesio residual para producir los esferoides debe estar en aproximadamente un 0,003%, pero la adición se incrementa por la presencia del azufre en el hierro base.

La temperatura de tratamiento como ya se sabe, esta sobre los 1500° C., el modificador debido a su bajo punto de vaporización, reacciona violentamente, por lo que se debe tener precaución en el momento del tratamiento.

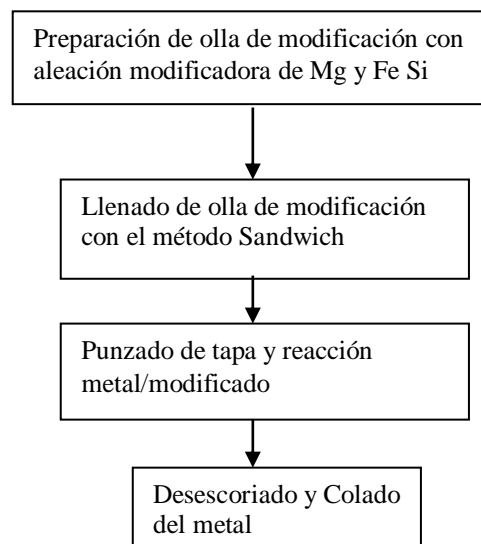
Para efectuar la modificación del hierro base de cada una de las coladas se deben sumergir trozos de liga de Mg-Fe-Si, los cuales se añaden por medio de una campana de inmersión.

La cantidad de Magnesio necesaria para la modificación del hierro base debe calcularse mediante la formula:

$$\% \text{ Adición de Mg.} = \frac{\% \text{ Mg. deseado}}{\% \text{ Eficiencia del horno}} + \% \text{ S}$$

En cuanto al inoculante, se debe utilizar Inoculante IM43 en una cantidad equivalente al 0,25% del peso total de la carga al horno.

DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS OPERACIONES DESCRITAS



Desmoldeo.- Realizado el colado y enfriado el material se procede a quitar el molde dejando al cuerpo de la válvula libre, proceso que se lo efectúa mediante golpes con combo (martillo) y barreta.



FIGURA 2.9 PROCESO DE DESMOLDEO

Acabado.- Una vez desmoldeado el cuerpo de la válvula, pasa a la operación de esmerilado y granallado, operaciones que dejan la superficie del cuerpo de la válvula completamente apta para adherírsele la pintura.

Pintado.- El cuerpo de la válvula se sumergirá a un estanque de pintura en donde se realiza la operación de pintado.

Secado.- Se espera 45 minutos hasta que la pintura de la válvula quede perfectamente adherida a la superficie recientemente fundida y acabada.

Ensamble con otros elementos constitutivos de la válvula.- En esta parte del proceso, se encuentran el cuerpo de la válvula, con las demás piezas constitutivas de las válvulas, las mismas que han llegado de proveedores externos mediante compra directa. Estas son ensambladas hasta constituirse en un solo elemento, la válvula.

Almacenamiento.- Ya ensambladas las válvulas, estas son transportadas a la bodega de producto terminado en donde se las arrima una al lado de la otra, para ser despachadas.

La selección de la tecnología.- Es un punto importante dentro del estudio realizado en este proyecto de tesis, pues esta significa una base fundamental para la posterior selección de los equipos, cantidad de mano de obra requerida, etc.

Los procesos de fundición de válvulas de hierro dúctil podrían ser llevados a cabo con varias tecnologías, entre las cuales están la automática, semiautomática y la artesanal, las mismas que serán

descritas brevemente para luego ser analizadas y evaluadas en función de las ventajas y desventajas de su implantación.

Artesanal: La producción artesanal se caracteriza por equipos manuales y gran cantidad de personal en contacto continuo con el producto en elaboración. Generalmente se la utiliza para bajos volúmenes de producción y diversidad de productos.

Las desventajas de este proceso de producción son entre otras, un bajo volumen de producción, ya que los equipos de producción manual limitan la capacidad de la planta, pues la producción es más lenta e incluso a veces de menor calidad.

Semiautomática: Esta producción se caracteriza por el uso de equipos semiautomáticos y de personal que suele estar en contacto con el producto en elaboración. Generalmente este proceso se lo utiliza para volúmenes medianos de producción y para elaborar varios productos pero con una cierta estandarización.

Esta tecnología se caracteriza por tener grandes ventajas, como por ejemplo al saber la demanda del producto, se puede seleccionar la capacidad de producción de la planta; los estándares de calidad

mejoran, ya que existe un mayor control sobre los procesos de producción.

Otra ventaja es que la cantidad de mano de obra y los tiempos de producción se reducen, por lo tanto también lo hacen los costos de producción. Sin embargo estos mismos costos de producción también aumentan, ya que las máquinas consumen energía y se les debe proporcionar un plan de mantenimiento adecuado.

También se debe considerar que a pesar de requerir un número menor de mano de obra, ésta debe ser calificada y estar altamente capacitada para que pueda manejar los equipos de una forma eficiente y productiva.

Automática: La producción automática se caracteriza por el uso de equipos completamente automatizados y muy poco personal de planta, solo el necesario para las inspecciones.

No existe contacto alguno por parte del personal con el producto en elaboración. Generalmente es utilizada para volúmenes altos de producción y para fabricar una sola clase de productos.

Entre las principales ventajas está la calidad de los productos terminados, ya que la calibración de las máquinas controla la producción y los softwares de los sistemas de programación identifican y señalan cualquier anomalía.

Otra ventaja muy importante es que la capacidad y la rapidez de producción de la planta aumentan.

Las desventajas de utilizar este tipo de tecnología son los altos costos de energía y mantenimiento que se les debe asignar a los equipos y maquinarias, puesto que son muy delicados y necesitan un mantenimiento apropiado.

También hay que tomar en cuenta que el personal debe estar totalmente capacitado para poder trabajar con todos los equipos y software de la empresa. Otra desventaja es el espacio, ya que por lo general las máquinas y equipos que conforman esta tecnología son realmente grandes y se necesita de terrenos grandes y amplios para poder implantarla.

Una vez analizadas las tres posibles tecnologías a implementar para la producción de las válvulas de hierro dúctil, debemos realizar la

selección de una de ellas; es decir, la que más se adapte a nuestros objetivos y necesidades.

Para la decisión de la mejor alternativa, se creará una matriz de decisión (Tabla 6) asignando 1 a la alternativa que sea fuerte en el factor de interés en mención, y 0 cuando no lo sea, para finalmente sumar los valores y obtener la alternativa que tenga mayor peso.

TABLA No. 6
MATRIZ DE SELECCIÓN DE TECNOLOGIA

FACTOR	TIPO DE TECNOLOGIA		
	1	2	3
Volumen mediano de producción	0	1	0
Productos con cierta estandarización	0	1	0
Flexibilidad en la capacidad de producción	0	1	0
Control de calidad visual	1	1	0
Bajo costo y alta calidad del P/T	0	1	0
Suma Total para la Evaluación	1	5	0

Simbología del Cuadro

1	: Artesanal
2	: Semiautomática
3	: Automática

Como se puede ver, la tecnología más apropiada es la semiautomática, por ser la que más se ajusta al proceso de producción de este proyecto de tesis.

2.4 Establecimiento de la calidad metalúrgica del producto

Una vez realizada la fundición de la válvula será de suma importancia recoger ciertas muestras que sean analizadas con el fin de establecer la calidad metalúrgica del producto que se ha obtenido, estos ensayos son los siguientes:

- 1.- Ensayos mecánicos de resistencia a la tracción y de dureza Brinell.
- 2.- Ensayos metalográficos.

Obtención de muestras del hierro nodular para ensayos mecánicos.- En cuanto a los ensayos mecánicos se deben efectuar las tomas de muestras de acuerdo a las normas establecidas por la ASTM, las mismas que indican que deberá obtenerse las probeta para ensayos de resistencia a la tracción (Figura 2.10) de la parte inferior de un bloque de solidificación “Y”, el mismo que deberá ser colado cinco minutos después de haber modificado e inoculado el

material; las medidas y forma del bloque se las indica en el diagrama de la figura No.. Según la norma, se establece que en la parte recta del bloque “Y” es donde se tienen las mejores condiciones de solidificación del material; debe mencionarse que existen diferentes tipos de bloques cuyas medidas están de acuerdo con la dimensión de las piezas y espesor de las piezas a fundirse.

Las probetas tomadas de la parte inferior del bloque se las debe maquinar hasta obtener medidas tales que sigan las normas ASTM, cuyas características y dimensiones se presentan en la Figura 2.11. Las probetas para ensayos de dureza Brinell fueron obtenidas de los extremos de la barra provenientes del bloque “Y”.

Obtención de muestras del hierro nodular para ensayos metalográficos.

Así mismo, para efectuar los análisis metalográficos, se deben obtener muestras de la parte correspondientes a la zona de prueba de las probetas sometidas a ensayos de tracción. Se determina a microscopio el tipo de grafito nodular, el porcentaje de nodularización, el tamaño de los nódulos, distribución de los nódulos, y la matriz de hierro nodular.

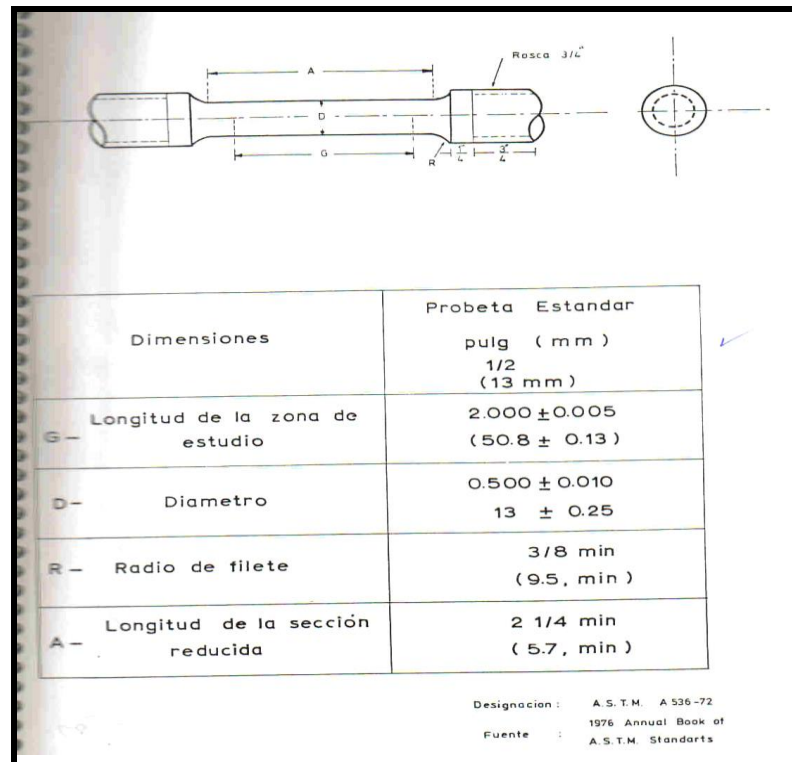
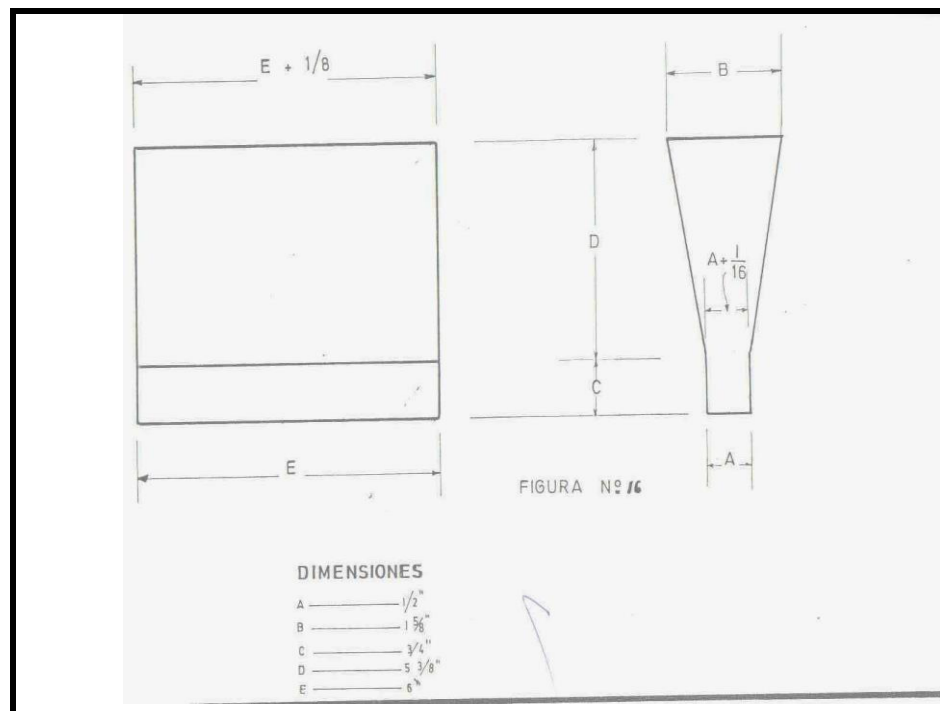


FIGURA 2.10 PROBETA PARA ENSAYOS DE TRACCION



**FIGURA 2.11 DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS DEL BLOQUE "Y"
PARA SACAR PROBETAS(PARA PRUEBAS DE TENSION)**

Los análisis metalográficos se pueden realizar de dos maneras, sin ataque químico y con ataque químico, en el primero, se debe determinar el tamaño de los nódulos, el porcentaje de nodularización, el tipo de grafito nodular y la distribución de los nódulos. En el segundo de ellos, se debe determinar la morfología, proporción y coloración de cada uno de los componentes metalográficos de las probetas.

CAPITULO 3

3. EVALUACIÓN DE COSTOS

3.1 Análisis comparativo de la válvula propuesta con la válvula importada desde un punto de vista puramente técnico.

Con el fin de realizar un análisis y evaluar técnicamente las virtudes y defectos que existen entre los dos tipos de válvulas (importada y propuesta respectivamente), se realizará el ensayo de estanqueidad o Prueba Hidrostática.

Ensayo de estanqueidad o de Prueba Hidrostática para válvula importada desde Colombia.- Este tipo de ensayo se lo realizó en un banco de prueba (Figura 3.1), el mismo que consta de una bomba manual acoplada mediante una brida, un manómetro, una válvula con extremos bridados, y una manguera de alta presión de 6,25 m.m. (¼ pul.).



FIGURA 3.1 BANCO DE PRUEBA DE VALVULA IMPORTADA

Una vez montado el banco de prueba Se inicia la presurización del sistema hasta llegar aproximadamente a 3445578,23 Pa/500 psi (Figura 3.2).



**FIGURA 3.2 SISTEMA DE BANCO DE PRUEBA A 3445578,23
Pa/500 psi**

Poco a poco se sigue incrementando la presión del sistema hasta llegar a aproximadamente 6891156,46 Pa/1000 psi, tal como se muestra en la Figura 3.3. En la misma se puede ver que a pesar de la alta presión del sistema no se detecta licueo alguno.



**FIGURA 3.3 SISTEMA DE BANCO DE PRUEBA A 6891156,46
Pa/1000 psi**

Sin embargo al seguir incrementando la presión hasta aproximadamente 8269387,76 Pa/1200 psi, se puede ver que se genera una falla en el sello de la válvula, tal como se muestra en la Figura 3.4.



FIGURA 3.4 SISTEMA DE BANCO DE PRUEBA A 8269387,76

Pa /1200 psi

Este liqueo que se ha presentado demuestra que la presión proporcionada al sistema del banco de prueba montado (8269387,76 Pa/1200 psi) es la máxima que puede soportar la válvula.

Ensayo de estanqueidad o de Prueba Hidrostática para válvula propuesta (Fundida en Wiesner Inox.)

Así como el ensayo realizado para la válvula importada se hizo para la válvula propuesta, se utilizó un banco de prueba (Figura 3.5) que consta de una bomba manual acoplada mediante una brida, un manómetro, una válvula con extremos bridados, y una manguera de alta presión de 6,25 m.m. (¼ pul.).



FIGURA 3.5 BANCO DE PRUEBA DE VALVULA PROPUESTA

Una vez montado el banco de prueba se inicia la presurización del sistema llegando hasta una presión de 3445578,23 Pa/500 psi (Figura 3.6).

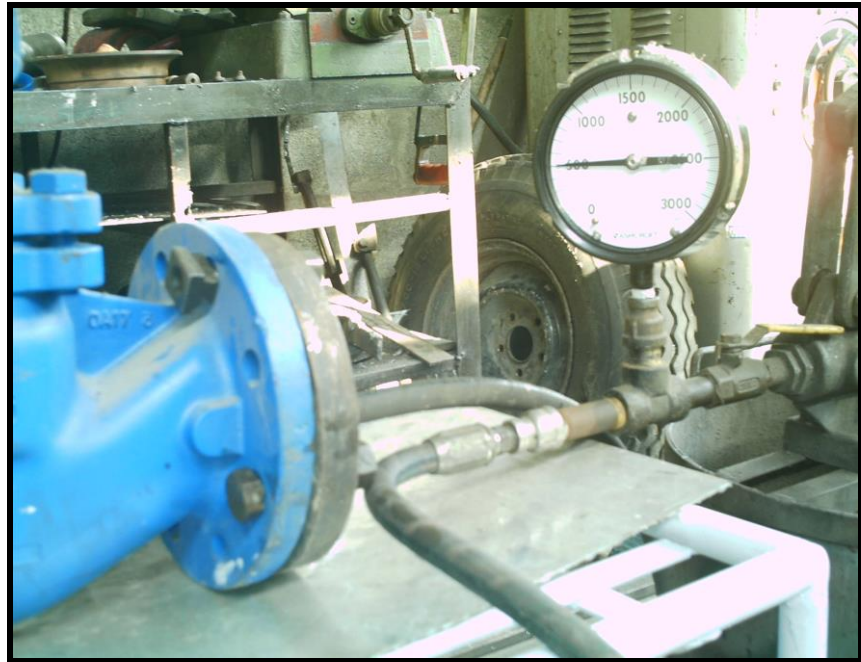
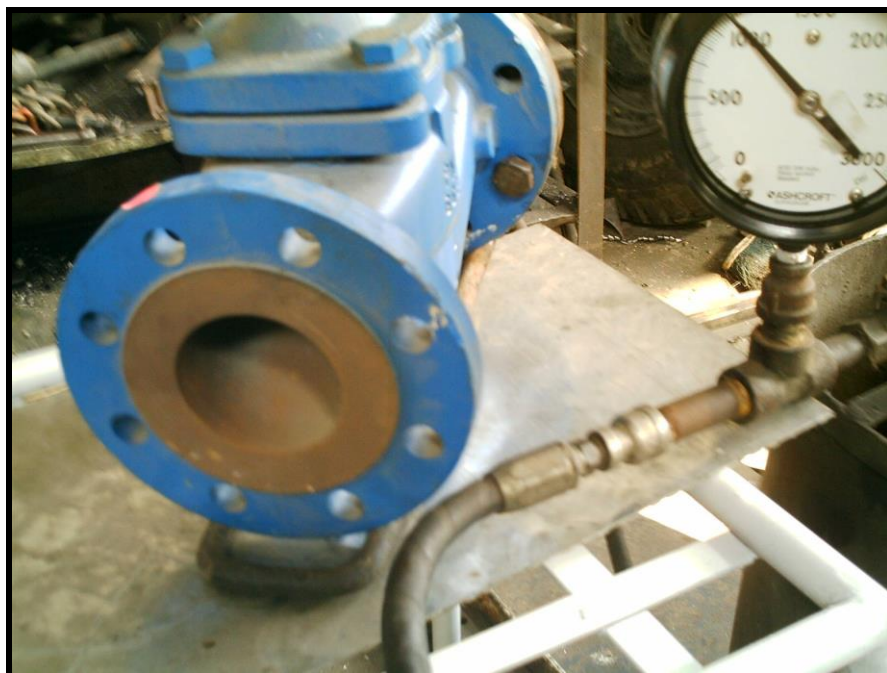


FIGURA 3.6 SISTEMA DE BANCO DE PRUEBA A 3445578,23 Pa/500 psi

Poco a poco se sigue incrementando la presión del sistema hasta llegar a los 6891156,46 Pa/1000 psi , tal como se muestra en la Figura 3.7. En la misma se puede ver que a pesar de la alta presión del sistema no se detecta liqueo alguno.



**FIGURA 3.7 SISTEMA DE BANCO DE PRUEBA A 6891156,46
Pa/1000 psi**

A medida que se sigue incrementando la presión se puede notar que existe una falla en sello de la válvula y se produce un liqueo. Esto ocurre a los 10336734,7 Pa/1500 psi (Figura No. 3.8).



**FIGURA 3.8 SISTEMA DE BANCO DE PRUEBA A 10336734,7
Pa/1500 psi**

Este liqueo que se ha presentado demuestra que la presión proporcionada al sistema del banco de prueba montado (10336734,7 Pa/1500 psi) es la máxima que puede soportar la válvula.

Realizadas las pruebas de cada una de las dos válvulas se puede concluir que localmente se puede fabricar una válvula con mayor capacidad de sellado y resistencia a la presión que la válvula que normalmente importa Interagua.

3.2 Costo de la tecnología a utilizar

En la tabla 7 se definen cada uno de los equipos que son necesarios adquirir para implementar la fábrica de válvulas de hierro dúctil:

TABLA No. 7
LISTA DE EQUIPOS REQUERIDOS PARA LA FÁBRICA DE
VÁLVULAS

LISTA DE EQUIPOS			
Item	Equipo	Cantidad requerida	Costo de Inversion Total(USD)
1	Molino Mezclador 200 Kg. (Tipo chileno)	1	5244,69
2	Maquina Vibradora excentrica para desmoldeo	1	1134,14
3	Tambor Separador magnetico de metales	1	1548,65
4	Skip de carga con sist. Volteo(Incluy. Tolvas)	1	1457,51
5	Elevador de cangilones a 4 m.(Incluy. Tolvas)	1	2287,61
6	Maquina moldeadora por golpe y apriete	1	4491,75
7	Maquina granalladora Tipo Gugman por lanzamiento con imp.	1	24837,9
8	Esmeril	1	600
9	Amoladora manual	4	720
10	Horno de Induccion (Reconstruido)	1	40000
COSTO TOTAL DE INVERSION DE EQUIPOS			82322,25

NOTA: Los equipos fueron cotizados en empresas nacionales e incluyen IVA

El tamaño de la demanda para este proyecto de tesis es 4124 válvulas en el año 2006, y basado en investigaciones realizadas a personal de Wiesner Inox. se considera factible planificar la producción de la planta equivalente al tamaño de la demanda, pues se quiere aprovechar la capacidad ociosa que tiene el horno de inducción y las instalaciones que tiene esta empresa dedicada a la fundición de piezas.

Balance de los Otros elementos constitutivos de las válvulas, Materia Prima y Materiales, Insumos generales.- En esta sección del capítulo se analizan las cantidades requeridas de cada uno de los materiales, insumos generales y resto de partes necesarias para la Producción de válvulas de hierro dúctil para el año 2006:

Balance de Otros elementos constitutivos de las válvulas

Se consideran Otros elementos constitutivos de las válvulas a cada uno de las partes adquiridas por proveeduría externa que ensamblados en conjunto con el cuerpo de la válvula fundido en Wiesner Inox. conforman la válvula en si.

En la Tabla No. 8 se muestra el detalle de éstos, antes mencionados.

Balance de Materia prima y Materiales

Balance de Materia Prima

Este proyecto define como materia prima a todos los elementos que se integran al proceso de fundición para fundirse en conjunto con el metal a constituirse en la válvula que se obtendrá como producto terminado en Wiesner Inox..

TABLA 8
BALANCE DE OTROS ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE LA VALVULA

BALANCE DE MATERIALES				
Materiales	Volumen de Produccion: 4124 valvulas/año			
	Unidad de Medida	Cantidad	Costo anual	
			Unitario(USD)	Total(USD)
Anillo roscado de retencion	Uni.	4124	0,40	1649,60
retenedor vastago	Uni.	4124	0,25	1031,00
Sello trasero	Uni.	4124	1,50	6186,00
Hidrosello union JH-PVC	Uni.	4124	8,00	32992,00
Plato de Sujecion	Uni.	4124	12,00	49488,00
Sello elastico	Uni.	4124	4,00	16496,00
Tornillo obturador	Uni.	4124	2,50	10310,00
Obturador	Uni.	4124	0,60	2474,40
Tuerca Vastago	Uni.	4124	3,00	12372,00
Cuerpo	Uni.	4124	1,20	4948,80
Tornillo Brida cuerpos	Uni.	4124	0,80	3299,20
Empaque entre cuerpos	Uni.	4124	0,60	2474,40
Tapa cuerpo superior	Uni.	4124	4,25	17527,00
Sello o' ring	Uni.	4124	1,20	4948,80
Portasellos o'ring	Uni.	4124	2,50	10310,00
Sellos o' ring	Uni.	4124	1,20	4948,80
Vastago	Uni.	4124	25,00	103100,00
Dado de operacion triangular	Uni.	4124	2,00	8248,00
Arandela	Uni.	4124	0,40	1649,60
Tornillo dado operaci3n	Uni.	4124	3,20	13196,80
Costo total de Materiales en el 2006				307650,40

A continuación se muestran los cálculos realizados para determinar las cantidades requeridas anualmente para cada uno de los materiales y materias primas:

Materia Prima requerida para la carga del horno

Cantidad requerida de chatarra de acero

$$4125 \text{ válvulas/año} \times 20 \text{ Kg. de peso/cuerpo de válvula} = \\ 82500 \text{ Kg./año}$$

Sin embargo, la cantidad de peso de chatarra de acero que realmente debe fundirse en cada colada será un 25 % más, porcentaje adicional que debe considerarse por las siguientes razones:

- Peso por diseño del colado, mas las mazarotas: 20%; y
- Por fallas del colado: 5%

Es decir que la cantidad real requerida de chatarra de acero será de 103125 Kg./ año.

Cantidad requerida de Grafito: Se añade el 0,53% de la carga de acero ingresada al horno, por lo tanto:

La carga de grafito ingresada en el horno en el año 2006 debe ser:

$$103125 \text{ Kg. /año} \times 0,53 \% = 546,56 \text{ Kg. /año}$$

Cantidad requerida de Coke: Se añade el 0,7 % de la carga de acero ingresada al horno, por lo tanto:

La carga de Coke ingresada en el horno en el año 2006 debe ser:

$$103125 \text{ Kg. /año} \times 0,7 \% = 721,88 \text{ Kg. /año}$$

Cantidad requerida de Carbón de madera: Se añade el 1,23 % de la carga de acero ingresada al horno, por lo tanto:

La carga de carbón de madera ingresada en el horno en el año 2006 debe ser:

$$103125 \text{ Kg. /año} \times 1,23 \% = 1268,44 \text{ Kg. /año}$$

Cantidad requerida de electrodo de Grafito: Se añade el 1,23 % de la carga de acero ingresada al horno, por lo tanto:

La carga de Grafito de electrodo ingresada en el horno en el año 2006 debe ser:

$$103125 \text{ Kg. /año} \times 1,23 \% = 1268,44 \text{ Kg. /año}$$

Cantidad requerida de Silicio: Se añade el 2,5%, de la carga de acero ingresada al horno, por lo tanto:

La carga de Silicio ingresada en el horno en el año 2006 debe ser:

$$103125 \text{ Kg. /año} \times 2,5 \% = 2578,13 \text{ Kg. /año}$$

Cantidad requerida de Manganeso: Se añade el 0,8% de la carga de acero ingresada al horno, por lo tanto:

La carga de Manganeso ingresada en el horno en el año 2006 debe ser:

$$103125 \text{ Kg. /año} \times 0,8 \% = 825 \text{ Kg. /año}$$

Cantidad requerida de la liga de Magnesio-Hierro-Silicio: Se utiliza el 0,30 % de la cantidad de hierro dúctil producido, por lo tanto:

El consumo de liga de Mg.-Fe.-Si. en el año 2006 debe ser:

$$82500 \text{ Kg. /año} \times 0,3 \% = 247,5 \text{ Kg. /año}$$

Cantidad requerida de Inoculante IM43: Se utiliza el 0,30 % de la cantidad de hierro dúctil producido, por lo tanto:

El consumo de Inoculante IM43 en el año 2006 debe ser:

$$82500 \text{ Kg. /año} \times 0,3 \% = 247,5 \text{ Kg. /año}$$

Balance de Materiales

Así mismo se define como Material a cada elemento que sirve para obtener el producto terminado durante todo el proceso de fundición, pero no conforma parte del elemento fundido.

Cantidad requerida de Arena sintética: Se utiliza el 100% de la cantidad de hierro dúctil a producir, por lo tanto:

El consumo de Arena sintética en el año 2006 debe ser:

$$82500 \text{ Kg. /año} \times 100 \% = 82500 \text{ Kg. /año}$$

Cantidad requerida de Arcilla fina (Bentonita): Se utiliza el 10% de la cantidad consumida de arena, por lo tanto:

El consumo de Arcilla fina (Bentonita) en el año 2006 debe ser:

$$82500 \text{ Kg. /año} \times 10 \% = 8250 \text{ Kg. /año}$$

Cantidad requerida de Harina de Trigo: Se utiliza el 1% de la cantidad consumida de arena, por lo tanto:

El consumo de Harina de Trigo en el año 2006 debe ser:

$$82500 \text{ Kg. /año} \times 1 \% = 825 \text{ Kg. /año}$$

Cantidad requerida de Azúcar: Se utiliza el 1% de la cantidad consumida de arena, por lo tanto:

El consumo de Azúcar en el año 2006 debe ser:

$$82500 \text{ Kg. /año} \times 1 \% = 825 \text{ Kg. /año}$$

Como resultado de los cálculos efectuados se obtiene la Tabla 9:

TABLA 9
BALANCE DE MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES

Materia Prima	Volumen de Produccion: 4124 valvulas/año			
	Unidad de Medida	Cantidad	Costo anual	
			Unitario(USD)	Total(USD)
chatarra de acero	Ton.	103,13	40,00	4125,20
Coke	Kg.	721,88	0,30	216,56
Grafito	Kg.	546,56	2,95	1612,35
Carbon de madera	Kg.	1268,44	0,11	139,53
Electrodos de grafito	Kg.	369,00	0,11	40,59
Arena Sintetica	Kg.	82500,00	0,07	5775,00
Arcilla fina tipo Bentonita calcica	Kg.	8250,00	0,07	577,50
Harina de trigo	Kg.	825,00	1,07	882,75
Azucar	Kg.	825,00	1,00	825,00
Liga de magnesio-hierro-silicio	Kg.	247,50	2,50	618,75
Inoculante IM43	Kg.	247,50	1,50	371,25
Silicio en forma de Ferrosilicio	Kg.	2578,13	2,50	6445,33
Manganeso en forma de Ferromanganeso	Kg.	825,00	2,20	1815,00
Piedra para esmeril 16" diametro	Unid.	2,00	125	250,00
Costo total de Materia Prima en el 2006				23444,81

Balance de Insumos generales

Este proyecto considera Insumos generales a los rubros que se determinan a continuación:

Consumo de la energía eléctrica del horno de inducción

magnética: Se considera un índice de 1,3 Kw/Hr. consumido por Kg. de metal cargado del horno, y un peso de 20 Kg. / Válvula, entonces se tiene:

$$4124 \frac{\text{Valv}}{\text{Año}} \times 20 \frac{\text{Kg.}}{\text{Válvula}} \times 1,3 \frac{\text{Kw/ Hr}}{\text{Kg.}} = 107224 \text{ Kw/Hr/Año}$$

Consumo de energía eléctrica del resto de los equipos de planta:

La Tabla 10 nos define el Costo del Consumo de la energía de las maquinarias (excepto el Horno de Inducción) por día.

Como se ve el Costo del Kw/Hr. en un día de trabajo es: 36,15, entonces el Kw/Hr en un año de trabajo será:

$$36,15 \frac{\text{Kw/ Hr}}{\text{día}} \times 240 \frac{\text{día}}{\text{año}} = 8837,14 \text{ Kw/Hr/Año}$$

TABLA 10

CONSUMO DE ENERGIA DE LAS MAQUINARIAS (EXCEPTO EL HORNO DE INDUCCION)

CONSUMO DE ENERGIA DE LAS MAQUINARIAS							
Maquina	Cantidad	Potencia del motor(HP)	Potencia del Equipo(HP)	Consumo equipos de la Planta		Tiempo de Trabajo por dia(Hr.)	Energia consumida (Kw./Hr.)
				HP	Kw.		
Molino Mezclador (Tipo chileno)	1	15	15	15	11,205	1	11,21
Maquina Vibradora para desmoldeo	1	5	5	5	3,735	0,8	2,99
Tambor Separador magnetico de metales	1	1	1	1	0,747	0,5	0,37
Skip de carga con sist. Volteo	1	2	2	2	1,494	0,7	1,05
Elevador de cangilones	1	2	2	2	1,494	0,7	1,05
Maquina moldeadora por golpe y apriete	1	2	2	2	1,494	2	2,99
Maquina granalladora (Incluy. Aspirador de polvos)	1	3	3	3	2,241	0,3	0,67
Tipo Gugman por lanzamiento con impulsor							
Esmeriladora de pedestal	2	3	6	6	4,482	0,4	1,79
Amoladora manual	2	1	2	2	1,494	0,4	0,60
Bandas Transportadoras	4	3	12	12	8,964	1,5	13,45
TOTAL CONSUMO DE ENERGIA DE LAS MAQUINARIAS POR DIA							36,15

Notas: Las respectivas potencias son referidas a los motores electricos de cada uno de los equipos mencionados

2- Se asumio que el consumo es el 80% de la potencia de cada equipo

Cantidad requerida de Pintura epóxica: Se utiliza 1 galón por cada 15 válvulas, pintado con soplete, por lo tanto:

El consumo de Pintura epóxica en el año 2006 debe ser:

$$0,067 \text{ gal./Valv.} \times 4124 \text{ Valv./Año} = 274,93 \text{ Gal. /año}$$

TABLA 11
BALANCE DE INSUMOS GENERALES

BALANCE DE INSUMOS GENERALES				
Material	Volumen de Produccion: 4124 valvulas/año			
	Unidad de	Cantidad Consumida	Precio(USD/Unidad de Medida)	
	Medida	por Año	Unitario	Total
Energía eléctrica consumida por horno de inducción	Kw/Hr	107224	0,07	7505,68
Energía eléctrica consumida por resto de equipos de producción	Kw/Hr	8837,142857	0,07	618,60
Pintura epoxica	gl.	274,93	10,00	2749,30
Costo total de Insumos generales en el 2006				10873,58

Flujo de Caja o de Fondos

El Flujo de Caja recoge todas las estimaciones de Costos plasmadas en las Tablas 8, 9 y 11, así como la estimación de ingresos basados en la investigación del precio de mercado de las válvulas y la proyección de la demanda.

Esta herramienta nos arrojará índices financieros tales como la Tasa Interna de Retorno (TIR), y el Valor Actual Neto(VAN), parámetros que nos llevarán a tomar la decisión de puesta en marcha de este proyecto, tal como se muestra en la Tabla 12:

Análisis y Evaluación del Flujo de Fondos

Siendo este proyecto de una relativamente alta inversión inicial, el flujo de fondos se ha definido realizar dentro de un horizonte de planificación de cinco años. Previéndose que la recuperación de la inversión inicial se de entre el cuarto y el quinto año.

Este análisis considera como Ingresos la Venta de las válvulas, los mismos que están en función de la Proyección de la Demanda del Plan de Trabajo de Interagua, pues como se dijo en el Item 1.1.1. se tendrá un nivel de producción igual al nivel de demanda.

**TABLA 12
FLUJO DE FONDOS O DE CAJA**

AÑOS	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ingresos						
Venta de Valvulas		\$ 435.494,40	\$ 484.452,67	\$ 538.981,33	\$ 599.576,68	\$ 667.007,13
Precio de Venta		\$ 105,60	\$ 108,77	\$ 112,03	\$ 115,39	\$ 118,85
Unidades		4124	4454	4811	5196	5612
TOTAL INGRESOS		\$ 435.600,00	\$ 484.561,44	\$ 539.093,36	\$ 599.692,07	\$ 667.125,99
Costos Variables						
Materiales/Accesorios		\$ 307.650,40	\$ 338.913,77	\$ 373.400,18	\$ 411.347,14	\$ 453.165,85
Costo Unitario por Materiales		\$ 74,60	\$ 76,09	\$ 77,61	\$ 79,17	\$ 80,75
Materia Prima		\$ 23.444,81	\$ 25.827,27	\$ 28.455,34	\$ 31.347,13	\$ 34.533,96
Costo Unitario Materia Prima		\$ 5,68	\$ 5,80	\$ 5,91	\$ 6,03	\$ 6,15
Consumo Energia Electrica Horno Induccion		\$ 7.505,68	\$ 8.268,41	\$ 9.109,76	\$ 10.035,55	\$ 11.055,79
Costo Unitario de Energia Electrica Horno Induccion		\$ 1,82	\$ 1,86	\$ 1,89	\$ 1,93	\$ 1,97
Consumo Energia Electrica Otras Maquinas		\$ 618,60	\$ 681,46	\$ 750,80	\$ 827,11	\$ 911,19
Costo Unitario Energia Electrica Otras Maquinas		\$ 0,150	\$ 0,153	\$ 0,156	\$ 0,159	\$ 0,162
Pintura Epoxica		\$ 2.749,30	\$ 3.028,68	\$ 3.336,87	\$ 3.675,98	\$ 4.049,69
Costo Unitario Pintura Epoxica		\$ 0,67	\$ 0,68	\$ 0,69	\$ 0,71	\$ 0,72
Gastos de Mantenimiento		\$ 3.296,00	\$ 3.394,88	\$ 3.496,73	\$ 3.601,63	\$ 3.709,68
TOTAL COSTOS VARIABLES		\$ 345.264,79	\$ 380.117,15	\$ 418.552,43	\$ 460.837,33	\$ 507.429,02
Costos Fijos						
Gastos de Personal		\$ 33.840,00	\$ 35.532,00	\$ 37.308,60	\$ 39.174,03	\$ 41.132,73
Beneficios Sociales		\$ 11.844,00	\$ 12.436,20	\$ 13.058,01	\$ 13.710,91	\$ 14.396,46
Arriendo de Oficinas		\$ 3.600,00	\$ 3.960,00	\$ 4.356,00	\$ 4.791,60	\$ 5.270,76
Insumos de Oficina		\$ 360,00	\$ 360,00	\$ 360,00	\$ 360,00	\$ 360,00
Otros		\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00	\$ 1.000,00
Depreciacion/Amortizacion		\$ 16.480,00	\$ 16.480,00	\$ 16.480,00	\$ 16.480,00	\$ 16.480,00
TOTAL COSTOS FIJOS		\$ 67.124,00	\$ 69.768,20	\$ 72.562,61	\$ 75.516,54	\$ 78.639,95
MARGEN BRUTO		\$ 23.211,21	\$ 34.676,09	\$ 47.978,32	\$ 63.338,21	\$ 81.057,02
IMPUESTO A LA RENTA (25%)		\$ 5.802,80	\$ 8.669,02	\$ 11.994,58	\$ 15.834,55	\$ 20.264,26
PARTICIP TRABAJADORES (15%)		\$ 2.611,26	\$ 3.901,06	\$ 5.397,56	\$ 7.125,55	\$ 9.118,92
TOTAL IMPUESTOS		\$ 8.414,06	\$ 12.570,08	\$ 17.392,14	\$ 22.960,10	\$ 29.383,17
MARGEN NETO		\$ 14.797,15	\$ 22.106,00	\$ 30.586,18	\$ 40.378,11	\$ 51.673,85
CAPEX (INVERSIONES DE CAPITAL)	(\$82.400,00)	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
FLUJO DE FONDOS	(\$82.400,00)	\$ 14.797,15	\$ 22.106,00	\$ 30.586,18	\$ 40.378,11	\$ 51.673,85
FLUJO DE FONDOS ACUMULADO	(\$82.400,00)	(\$67.602,85)	(\$45.496,85)	(\$14.910,67)	\$ 25.467,44	\$ 77.141,29
TIR		21,43%				
VAN (AL 15%)		\$98.470,66				

Los Costos Variables de fabricación de la válvula son en concepto todo costo que dependa de la cantidad de unidades producidas. En este caso particular tenemos como costos variables de producción a los siguientes: Costo de materiales y accesorios, costo de materia prima, costos de energía eléctrica de todos los equipos a instalarse en la planta, costos de pintura epóxica y costos de mantenimiento de equipos.

La diferencia entre Ingresos y Costos variables de producción es la Utilidad Operativa, la cual es un criterio de vital importancia para establecer si el negocio es rentable. Esta diferencia debe ser estrictamente positiva durante cualquier periodo de análisis. En el caso de este proyecto, la utilidad operativa siempre es positiva.

Los costos fijos se refieren a los costos del proyecto no dependientes de las unidades producidas, es decir los costos que siempre están presentes incluso si no se produce nada.

Para este proyecto se tienen costos fijos como:

- **Pagos a personal.-** Se tienen Costos Fijos Administrativos y Operativos, los mismos que se muestran en las Tablas No. 13 y 14, respectivamente.

TABLA 13
BALANCE DEL PERSONAL ADMINISTRATIVO

BALANCE DE PERSONAL ADMINISTRATIVO			
Cargo	Volumen de producción: 4124 válvulas/año		
	Numero de Puestos	Remuneración anual	
		Unitario(USD)	Total(USD)
Gerente General	1	8400	8400
Vendedor	1	5400	5400
Secretaria	1	1740	1740
	3	Costo total del Personal	15540

TABLA 14
BALANCE DEL PERSONAL OPERATIVO

BALANCE DE PERSONAL OPERATIVO			
Cargo	Volumen de producción: 4124 válvulas/año		
	Numero de Puestos	Remuneración anual	
		Unitario(USD)	Total(USD)
Supervisor de Planta/Control de Calidad	1	4800	4800
Moldeador/Esmerilador	2	1800	3600
Ayudante de Moldeador/Esmerilador	2	1560	3120
Desmoldeador/Ensamblador	2	1800	3600
Operario del Granallado	1	1800	1800
Ayudante de Granallado	1	1560	1560
	9	Costo total del Personal	18480

Así mismo se tienen otros Costos fijos, tales como:

- Beneficios sociales
- Arriendo de oficinas
- Depreciación/ amortización de la inversión
- Insumos de oficina y
- Otros.

La diferencia entre los Ingresos menos los costos variables y menos los costos fijos, se denomina Margen Bruto, del cual deben descontarse los rubros de Impuesto a la renta y Participación de trabajadores, lo cual resulta en el Margen Neto del proyecto.

El flujo de fondos del proyecto esta compuesto de toda la inversión en activos hecha en el año cero (2005) y de las realizadas en cualquiera de los años subsiguientes dentro del horizonte de planificación de cinco años (2006 – 2010).

También se incluyen los márgenes netos de cada uno de los años del mismo periodo. Todas las inversiones se presentan como valores negativos, en cualquier año que se realizaren.

Con estos valores se procede a efectuar la evaluación económica final del proyecto, la cual se realiza en base a los criterios de Tasa

interna de retorno (TIR) y Valor Actual Neto (VAN), tal como se muestra a continuación:

TIR	21,43%
VAN (AL 15%)	\$98.470,66

Tanto la Tasa Interna de Retorno (TIR) como el Valor Actual Neto (VAN) son valores altamente atractivos haciendo de este estudio un proyecto financieramente factible.

Asunciones del Flujo de Fondos o de Caja

- La competencia colombiana tiene un precio de venta de 120 USD, por lo que se introducirá la válvula al mercado con un precio del 12 % más bajo que la válvula de la competencia y tendrá un incremento anual del 3%.
- Tanto los materiales como la materia prima tendrán un incremento en el costo del 2% cada año.
- Se considera un costo de los insumos de oficina de 360 USD / año.

- A pesar de que el costo del alquiler de las Oficinas es de 8400 USD/año, Este proyecto absorberá un costo anual por alquiler de oficinas igual al 3600 USD / año, lo cual significa mas de un 42 % del Costo total del alquiler de las oficinas.
- Se tendrá un costo de mantenimiento igual al 4% del valor de la inversión inicial en maquinarias y habrá un incremento anual del 3 % por este rubro.
- Los beneficios sociales serán iguales al 35% de los sueldos, los cuales incluyen Fondos de Reserva, Décimo Tercero, Décimo Cuarto, Bonificación Complementaria, Transporte.
- Para el cálculo del Consumo de la energía eléctrica, tanto del horno de inducción como del resto de los equipos de planta se considera un incremento del 2% por año.
- Para el cálculo del consumo de la pintura se considera un incremento anual del 2%.

CAPITULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se ha demostrado que el proyecto es factible por tener altos índices financieros deducidos del Flujo de Caja.
- Se ha demostrado que el proyecto técnicamente es viable por que además de existir tecnología en el medio, se puede producir válvulas de mejor calidad que las actualmente importadas.
- El poner en marcha este proyecto crearía fuentes de trabajo tanto para el Sector de la Construcción, como el de la Comercialización.

Recomendación

- Impulsar la actividad de la fundición como proceso de manufactura es altamente recomendable, pues generaría un producto de alta competitividad a nivel internacional, en términos de costos y de calidad del material.

APÉNDICES

Apéndice A:	Hoja Técnica del Material Nepreno
Apéndice B:	Hoja Técnica del Material Nitrilo
Apéndice C:	Propiedades Mecánicas del Material ASTM A395
Apéndice D:	Composición Química del Material ASTM A395
Apéndice E:	Composición Química de Material SAE 304
Apéndice F:	Hoja Técnica de Voluta Importada



CIB-ESPOL

Apéndice A:

Hoja Técnica del Material Nepreno

Polychloroprene

VASSILIOS GALIATSATOS

ALTERNATIVE NAMES, ACRONYMS, TRADE NAMES Poly(1-chloro-1-butenylene), poly(2-chloro-1,3-butadiene), chloroprene rubber (CR), GR-M, Baypren, Butaclor[®], Neoprene, Perbunan C, Skyprene

CLASS Diene elastomers

STRUCTURE $-\text{CH}_2-\text{Cl}-\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-$

MAJOR APPLICATIONS Aerospace industry (gaskets, seals, deicers); automotive industry (timing belts, window gaskets, fuel-hose covers, cable jacketing, sparkplug boots, hoses, and joint seals); industrial applications (pipeline pigs, gaskets, hoses, power transmission belts, conveyor belts, escalator handrails); and electronics (wire and cable jacketing). Also for sponge shoe soles and foam cushions.

PROPERTY	UNITS	CONDITIONS	VALUE	REFERENCE
Type of polymerization	—	—	Emulsion polymerization	—
Typical initiator	—	—	$\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$	—
Typical regulator	—	—	<i>n</i> -Dodecyl mercaptan	—
Typical comonomer	—	—	Sulfur	—
Molecular weight (of repeat unit)	g mol^{-1}	—	88.54	—
Typical molecular weight range of polymer	g mol^{-1}	—	1×10^5 to $>1 \times 10^6$	—
Tacticity	Major isomeric form is the <i>trans</i> -1,4 unit, which varies between 70 and 90% depending on temperature of polymerization. Remaining units are <i>cis</i> -1,4 and -1,2 types.			—
Head-to-head content	%	—	10–15	—
Mark-Houwink parameters	$K = \text{dL g}^{-1}$ $a = \text{None}$	Polychloroprene, toluene at 25°C Linear polychloroprene, THF at 30°C Neoprene CG, benzene Neoprene GN, benzene Neoprene W, benzene	$K \times 10^5$ 50 4.18 2.02 14.6 15.5	a 0.615 0.83 0.89 0.73 0.71



Polychloroprene

PROPERTY	UNITS	CONDITIONS	VALUE	REFERENCE
Glass transition temperature	K	—	228-234	(5)
		Cooling rate = 0.3°C min ⁻¹ for the all <i>trans</i> polymer	228.5	
		1,4- <i>cis</i> polymer	253	
Melting temperature	K	Polymerization temperature range = -40 to 40°C	318-348	(6)
		1,4- <i>cis</i> polymer	343	
		All <i>trans</i> form	388, 380, and 353	
		Polymer prepared at -150°C	651	
Heat of fusion	kJ mol ⁻¹	—	8.37	—
Unit cell dimensions	nm	Orthorhombic	<i>a</i> = 0.884, <i>b</i> = 1.024, <i>c</i> = 0.48	(7)
Unit cell content (number of repeat units)	—	—	4	—

¹³C-NMR analysis of polychloroprenes^(8,9)

Polymerization temp. (°C)	Total (%) (1,4- <i>trans</i>)	Inverted (%) (1,4- <i>trans</i>)	1,2	1,2 isomerized	3,4	<i>Cis</i> -1,4
90	85.4	10.3	2.3	0.6	4.1	7.8
40	90.8	9.2	1.7	0.8	1.4	5.2
20	92.7	8.0	1.5	0.9	1.4	3.3
0	95.9	5.5	1.2	1.0	1.1	1.8
(20	97.1	4.3	0.9	0.6	0.5	0.8
(40	97.4	4.2	0.8	0.6	0.5	0.7
10	—	—	—	—	—	—

*Resulting structure depends on polymerization temperature.

PROPERTY	UNITS	CONDITIONS	VALUE	REFERENCE
Mooney viscosity	°ML	—	47	—
Specific gravity	—	Neoprene WM1 (DuPont)	1.23	—
Thermal conductivity	W m ⁻¹ K ⁻¹	20°C	0.19	—
Specific heat capacity	J K ⁻¹ kg ⁻¹	—	2,175	—
Relative gas permeability and selectivity	—	Polychloroprene film at 23-25°C	—	—
		Helium vs. methane	5.0	—
		Oxygen vs. nitrogen	3.64	—
		Hydrogen vs. methane	7.69	—
		Carbon dioxide vs. methane	8.5	—

Polychloroprene

PROPERTY	UNITS	CONDITIONS		VALUE	REFERENCE
Dose required to reduce the elongation at break to 50% of original	Gy	Low dose-rate conditions in air		3×10^5	(10)
		High dose rate or inert atmospheric conditions		5×10^5	
Flow behavior index n'	—	80°C		0.15	(11)
		100°C		0.11	
		120°C		0.07	
Consistency of flow K'	—	80°C		225.1	(11)
		100°C		257.6	
		120°C		279.6	
Shear viscosity	kPa s	Temp. (°C)	Shear rate (s ⁻¹)		(11)
		80	122.6	1.6	
		80	245.2	0.9	
		80	490.4	0.48	
		80	735.6	0.035	
		100	122.6	1.10	
		100	245.2	0.06	
		100	490.4	0.032	
		100	735.6	0.02	
		120	122.6	0.075	
		120	245.2	0.042	
		120	490.4	0.022	
		120	735.6	0.015	
Dynamic extensional viscosity	MPa s	Temp. (°C)	Shear rate (Hz)		(11)
		80.5	110	0.004	
		80.5	35	0.003	
		80	11	0.027	
		80	3.5	0.046	
		100	110	0.005	
		100	35	0.0025	
		100	11	0.038	
		100	3.5	0.042	
		120	110	0.002	
		120	35	0.004	
		120	11	0.03	
		120	3.5	0.025	
Scorch time	min	Mooney viscosity measured at 140°C, Δ5°ML		30	(12)
Minimum plasticity	°ML	—		43	(12)
Shrinkage on calendering	%	50°C		331	(12)



Polychloroprene

PROPERTY	UNITS	CONDITIONS	VALUE	REFERENCE
Tensile strength	kg cm ⁻²	Vulcanization time		(12)
		5 min	179	
		10 min	210	
		15 min	190	
Elongation at break	%	Vulcanization time		(12)
		5 min	1,020	
		10 min	930	
		15 min	830	
300% modulus	kg cm ⁻²	Vulcanization time		(12)
		5 min	10	
		10 min	14	
		15 min	16	
500% modulus	kg cm ⁻²	Vulcanization time		(12)
		5 min	21	
		10 min	26	
		15 min	32	
Permanent set	%	Vulcanization time		(12)
		5 min	13	
		10 min	8	
		15 min	6	
Dielectric loss peaks	K	300 Hz		(12)
		α-relaxation	200 (in the glassy state)	
		β-relaxation	251 (above T _g)	
Extension dependence	K	Of the glass transition temperature in the dilatometric time scale	1.05-1.25	—
Anisotropy of segments and monomer units	(α ₁ - α ₂) cm ³	α-Bromonaphthalene	+110	(13)
		Carbon tetrachloride	+33	
		Chlorobenzene	+64	
		Dichloroethane	+39	
		α-Methylnaphthalene	+99	
		Tetrachloroethylene	+46	
		Toluene	+67	
		p-Xylene	+88	

Suppliers

Trade name	Supplier
Baypren	Bayer AG, Leverkusen, Germany Miles, Inc., Polymer Division, Pittsburg, Pennsylvania, USA
Butacor	A. Schulman, Akron, Ohio, USA
Neoprene	DuPont, Wilmington, Delaware, USA DuPont UK, Herts, United Kingdom
Perbunan C	Bayer AG, Leverkusen, Germany Miles, Inc., Polymer Division, Pittsburg, Pennsylvania, USA
Skyprene	Tosoh Corporation, Tokyo, Japan Tosoh USA, Inc., Atlanta, Georgia, USA

REFERENCES

1. Coleman, M. M., and R. E. Fuller. *J. Macromol. Sci. Phys.* 11(3) (1975): 419.
2. Mochel, W. E., and J. B. Nichols. *J. Am. Chem. Soc.* 71 (1949): 3,425.
3. Mochel, W. E., J. B. Nichols, and C. J. Mighton. *J. Am. Chem. Soc.* 70: (1948) 2,185.
4. Mochel, W. E., and J. B. Nichols. *Ind. Eng. Chem.* 43 (1951): 154.
5. Aufdermarsh, C. A., and R. Pariser. *J. Polym. Sci., Part A, 2* (1964): 4,727.
6. Garrett, R. R., C. A. Hargreaves II, and D. N. Robinson. *J. Macromol. Sci. Chem.* 4(8) (1970): 1,679.
7. Bunn, C. W. *Proc. R.S. London Ser. A* 180 (1942): 40.
8. Coleman, M. M., and E. G. Brame. *Rubber Chem. Technol.* 51 (1978): 668.
9. Coleman, M. M., D. L. Tabb, and E. G. Brame, Jr. *Rubber Chem. Technol.* 50 (1977): 49; Ebdon, J. R. *Polymer* 19 (1978): 1,232.
10. Gillen, K. T., and R. L. Clough. *Radiat. Phys. Chem.* 18 (1981): 679.
11. Kundu, P. P., A. K. Bhattacharya, and D. K. Tripathy. *J. Appl. Polym. Sci.* 66 (1997): 1,759.
12. Nakajima, K., M. Naoki, and T. Nose. *Polym. J.* 10(3) (1978): 307.
13. Brandrup, J., and E. H. Immergut, eds. In *Polymer Handbook*, 3rd ed., edited by John Wiley and Sons, New York, 1989.



CIB-ESPOL

Apéndice B:

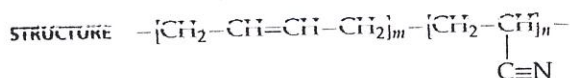
Hoja Técnica del Material Nitrilo

Acrylonitrile-butadiene elastomers

SHUHONG WANG

ACRONYM, TRADE NAMES NBR, Chemigum[®] (The Goodyear Tire & Rubber Co.), Hycar[®] (BF Goodrich Specialty Chemicals), JSR (Japan Synthetic Rubber Co.), Krynac[™] (Bayer AG), NIPOL (Nippon Zeon Co.), Nysyn[™] (DSM Copolymer Rubber and Chemical Co.), Paracril[®] (Uniroyal Chemical Co.)

CLASS Chemical copolymers



MAJOR APPLICATIONS Hoses where oil, fuel, chemicals, and solutions are transported. Oil-drilling industry. Powder and particulate forms in cements and adhesives. Modification of PVC and ABS to improve impact resistance.

PROPERTIES OF SPECIAL INTEREST Special-purpose, oil-resistant rubbers. Balance of low-temperature, oil, fuel, and solvent resistance. Good abrasion resistance, gas permeability, and thermal stability. Good strength.

PROPERTY	UNITS	CONDITIONS	VALUE	REFERENCE
Density	g cm^{-3}	26-27% ACN	0.92	(1)
Glass transition temperature T_g	K	~20% ACN	213	(2)
		~30% ACN	231	
		~34% ACN	238	
		~40% ACN	255	
		~48% ACN	263	
Service temperature (max)	K	9% N	373	(3)
Solubility parameter	$(\text{MPa})^{1/2}$	25% ACN, 25°C, calc.	18.93	(4)
Theta temperature θ	K	26% ACN, cyclohexane/MEK (64/36)	293.2	(5)
		40% ACN, cyclohexane/MEK (52.5/47.5)	295.2	



Acrylonitrile-butadiene elastomers

Volume swell (%) (Black loaded vulcanizate, 72 h at room temperature, or 100°C with *)⁽²⁾

Solvent	17% ACN	34% ACN	37% ACN
Lard*	18	-2	-3
Butter fat*	29	-3	-3
Lanolin*	20	0	-1.5
Margarine*	24	-5	-5
Stearic acid*	26	23	-2
Oleic acid	20	3	0
Cod liver oil	5	0	0
Dehydrogenated corn oil	3	0	0
Automobile lube oil (SAE-20)	0	0	0
Automobile hydraulic fluid	8	8	6
Jet aircraft fuel			
18% aromatic, 28% olefin	60	14	11
21% aromatic, 0.1% olefin	38	9	5
Ethylene glycol	0	0	0
Automobile gasoline	39	8	6
Skydrol hydraulic fluid	112	59	41
Diethyl phthalate	52	6	2
Dibutyl phthalate	119	76	52
Tricresyl phosphate	50	21	16
Butyl carbitol formal (polyether)	92	32	21
Bis(dimethyl benzyl)ether	147	45	29
Liquid polyester	-2	0	-3
Triglycol dioctylate	83	12	5
Tributoxy ethyl phosphate	67	29	17

PROPERTY	UNITS	CONDITIONS	VALUE	REFERENCE
Tensile strength	MPa	Unfilled, vulcanizate (26 ~ 27% ACN)	4 ~ 7	(1)
Ultimate elongation	%	—	350 ~ 800	(1)

PROPERTY	UNITS	VALUES							REFERENCE
		40	33	33	33	33	27	20	
	ACN %	40	33	33	33	33	27	20	
	Polymer Mooney	60	30	50	70	85	50	40	
Tensile strength	MPa	17.9	15.8	16.0	17.6	19.5	14.2	13.4	(6)
Ultimate elongation	%	466	478	433	357	439	334	387	(6)
Modulus, 100%	MPa	3.6	3.1	3.2	3.9	3.5	3.7	2.9	(6)
Modulus, 200%	MPa	8.6	7.0	7.7	9.5	8.9	8.5	7.0	(6)
Modulus, 300%	MPa	13.0	10.5	11.7	14.8	14.1	12.8	10.5	(6)
Hardness	Shore A values	68	67	66	67	66	67	64	(6)

Acrylonitrile-butadiene elastomers

PROPERTY	UNITS	VALUES							REFERENCE
		ACN %	40	33	33	33	33	27	
	Polymer Mooney	60	30	50	70	85	50	40	
Oven aging at 100°C, 70 h									
Tensile change	%	3	5	5	1	-9	8	-1	(6)
Elongation change	%	-12	-17	-15	-10	-25	-10	-21	(6)
Hardness change	%	4	4	4	4	4	4	3	(6)
Oven aging at 121°C, 70 h									
Tensile change	%	3	9	6	8	1	16	4	(6)
Elongation change	%	-24	-21	-21	-8	-21	-10	-24	(6)
Hardness change	%	6	6	6	5	5	5	5	(6)
Fluid aging at 121°C in ASTM oil No. 1									
Tensile change	%	6	12	15	9	8	6	13	(6)
Elongation change	%	-24	-26	-11	-13	-18	-18	-17	(6)
Hardness change	%	9	9	9	7	8	5	-2	(6)
Volume swell	%	-6.5	-5.9	-5.2	-5.2	-4.6	-2.6	0.9	(6)
Fluid aging at 121°C in ASTM oil No. 3									
Tensile change	%	1	11	8	8	-1	0	-27	(6)
Elongation change	%	-20	-11	-4	1	-16	-11	-35	(6)
Hardness change	%	3	0	0	0	1	-6	-9	(6)
Volume swell	%	1.8	5.6	7.8	8.2	6.6	18	35	(6)
Fluid aging at 23°C in ASTM Fuel B									
Tensile change	%	-43	-43	-42	-43	-46	-43	-54	(6)
Elongation change	%	-42	-40	-40	-41	-45	-44	-59	(6)
Hardness change	%	-9	-12	-10	-9	-9	-13	-14	(6)
Volume swell	%	18	26	28	28	28	38	53	(6)
Fluid aging at 23°C in ASTM Fuel C									
Tensile change	%	-54	-51	-57	-55	-58	-58	-66	(6)
Elongation change	%	-58	-52	-58	-54	-59	-61	-72	(6)
Hardness change	%	-11	-15	-12	-10	-10	-13	-13	(6)
Volume swell	%	37	45	50	48	46	68	94	(6)
Fluid aging at 100°C in distilled water									
Tensile change	%	-5	-8	-2	8	-8	-3	5	(6)
Elongation change	%	-18	-26	-18	-1	-23	-16	-8	(6)
Hardness change	%	0	-1	0	0	0	0	0	(6)
Volume swell	%	3.6	3.6	4.4	3.2	3.9	2.4	2.1	(6)



Acrylonitrile-butadiene elastomers

PROPERTY	UNITS	VALUES							REFERENCE
	ACN %	40	33	33	33	33	27	20	
	Polymer Mooney	60	30	50	70	85	50	40	
Compression set	%	100 C, 70 h (ASTM D395, method B)							
		10.1	12.5	10.8	8.4	13.2	10.1	11.2	(6)
		121 C, 70 h (ASTM D395, method B)							
		14.0	26.0	23.0	20.1	23.9	24.0	25.3	(6)
Rebound	%	Goodyear-Healey method, 23 C							
		42	57	58	59	57	61	64	(6)
		Goodyear-Healey method, 100 C							
		60	74	76	77	76	78	79	(6)
Brittle temperature	K	245.5	236.5	234.7	234.1	234.1	222.1	218.5	(6)
Gelman temperature		Torsion							
T(2)	K	269	258	257	256	257	252	246	(6)
T(5)	K	262	253	251	251	252	248	241	(6)
T(10)	K	259	251	249	249	250	245	239	(6)
T(100)	K	255	245	242	244	244	240	232	(6)
Low temperature retraction, TR-10	K	50% elongation							
		252	246	244	244	246	241	231	(6)

* NBR compound formulation—Polymer: 100 phr, N774: 60 phr, ZnO: 4 phr, Wingstay 100: 2 phr, Paraplex G: 25.5 phr, TP 95 Plasticizer: 7 phr, METHYL TUADS: 2 phr, AMAX: 2 phr, Stearic Acid: 0.5 phr, Sulfur: 0.4 phr.

REFERENCES

1. Mark, J. E., ed. *Physical Properties of Polymers Handbook*. American Institute of Physics Press, Woodbury, N.Y., 1976.
2. *Bayer Nitrile Handbook*.
3. Ohm, R. F. In *The Vanderbilt Rubber Handbook*, 3d ed. R. T. Vanderbilt Co., Norwalk, Conn., 1990.
4. Smalt, P. A. *J. Appl. Chem.* 3 (1953): 71.
5. Poddubnyi, I. Ya., V. A. Grechanovskii, and A. V. Podalinskii. *J. Polym. Sci., Part C*, 16 (1968): 3,109.
6. Purdon, J. R. In *The Vanderbilt Rubber Handbook*, 3d ed. R. T. Vanderbilt Co., Norwalk, Conn., 1990.

Apéndice C:

Propiedades Mecánicas del Material ASTM A395

Ductile Irons

Table 1. Compositions and general uses for standard grades of ductile iron(s)

Specification No.	Grade or class	Use	Typical composition, %				Description	General uses
			C	Mn	P	S		
ASTM A246/A246M (Class A)	Class A	F42181 1.5 min	2.50 max		0.08 max	...	Ferritic annealed	General shipboard service
	Class B	F42182 1.45-1.55	1.90-2.25	0.07-1.50 max	0.10 max	...	Austenitic	Shipboard service requiring non-magnetic properties
	Class C	F42183 1.45-1.55	1.90-2.25	1.20-2.00 max	0.12 max	...	Austenitic	

(a) The mechanical properties and typical applications, see Table 2. (b) Total carbon. (c) The silicon limit may be increased by 0.01% for each 0.01% reduction in phosphorus content, up to 0.03%. (d) Carbon equivalent: $CE = C + \frac{Mn}{16} + \frac{Cr}{5} + \frac{Cu}{16} + \frac{Ni}{16} + \frac{Nb}{5} + \frac{V}{16} + \frac{Co}{16} + \frac{P}{16} + \frac{S}{16}$. (e) General composition subordinate to mechanical properties; composition may be specified by agreement between supplier and purchaser. (f) General composition given under grade D4018 for reference only. (g) For castings with ferritic matrix, the silicon may have 2.75 max % with 0.25 max P, or 3.00 max % with 0.20 max P, or castings with sections 80 mm (3 in.) and greater, CE may have 2.75 max % with 0.25 max P, or 3.00 max % with 0.20 max P, for castings with sections 80 mm (3 in.) and greater, CE may have 2.75 max % with 0.25 max P, or 3.00 max % with 0.20 max P. (h) Stress relieved at 650 °C (1200 °F) for solution treated at 900 °C (1650 °F) previously to ductile structure.



CIB-ESPOL

Table 2. Mechanical properties and typical applications for standard grades of ductile iron (a)

Specification No.	Grade or class	Hardness HB	Tensile strength, MPa (ksi)		Yield strength, MPa (ksi)		Elongation in 50 mm, or 2 in., min. (%)	Typical applications
			MPa	ksi	MPa	ksi		
ASTM A246/A246M (Class A)	80 40-18	143-187	414	80	278	40	18	Valves and fittings for steam and chemical-plant equipment
ASTM A246/A246M (Class B)	80 80-38	201 min	552	80	414	80	5	Paper mill dryer rolls
ASTM A246/A246M (Class C)	80 40-18		414	80	278	40	18	Pressure-containing parts such as valve and pump bodies
	80 45-12		448	85	310	45	12	Machine components subject to shock and fatigue loads
SAE 660	80 55-16		552	80	378	55	8	Crankshafts, gears and rollers
	100 70-03		689	100	483	70	3	High strength gears and machine components
	100 80-02		827	100	621	80	2	Pistons, gears, rollers and slides
	110 10-10	170 max	414	80	278	40	18	Shafting, brackets
SAE 600	110 10-10	136-212	448	85	310	45	12	Use: truck cutlery
	100 10-10	147-233	552	80	378	55	8	Crankshafts
	115 00-0	241-302	689	100	483	70	3	Gears
	100 & P	100	50	17	17	17	17	Huber type
	110 10-10 (Class A)	180 max	414	80	310	45	15	Electric equipment, engine blocks, pumps, impellers, gears, valve bodies, clamps and cylinders
Class B	180 max	378	55	207	50	7	Pressure parts, machine components and propellers	
	175 max	344	50	172	55	80	Pressure parts, machine components and propellers	

(a) Measured at a predetermined location on the casting. (b) Determined on a standard specimen taken from the casting. (c) As measured in the applicable specification. (d) Determined in 1910. (e) High strength by mutual agreement between producer and purchaser. (f) Values may be compatible with minimum hardness specified for production castings.

When ductile iron castings are used in high speed or high pressure applications, they should be treated before being shipped. The treatment varies according to the application. Many of the ductile iron castings are given a nitriding or are furnished to the user with a nitriding treatment.

Other castings are given hardening treatments that produce bainite or martensitic matrices. The relative effect of the matrix structure on properties can be considered analogous to the effect of microstructure on properties of steel. As the matrix structure in various grades progresses from ferrite to ferrite plus

bainite to pearlite to bainite and finally to martensite, hardness, strength and wear resistance increase, but the ductility and machinability decrease. Ductile iron can be alloyed with small amounts of nickel, molybdenum or copper to improve its strength and hardness.

Apéndice D:

Composición Química del Material ASTM A395



CIB-ESPOL

SAE 4140

Table 1. Composition and general uses for standard grades of ductile iron

Standard No.	Grade or class	UNS	TC (N)	Typical composition, %				Description	General uses	
				Si	Mn	P	S			
SAE 4140	60-40-18	F32800	3.00 min	2.50 max(e)			0.04 max	Ferritic, annealed	Pressure-containing parts for use at elevated temperatures	
SAE 4140	60-60-03	F34100	3.00 min(d)	3.0 max			0.08 max 0.04 max	As cast	Paper mill dryer rolls, at temperatures up to 250 °C (475 °F)	
SAE 4140 UNS F11440(MP)	60-40-18(e)	F32800						Ferritic, may be annealed	Shock-resistant parts, low-temperature service	
	65-45-12(e)	F33100						Mostly ferritic, as cast or annealed	General service	
	80-85-06(e)	F33800						Ferritic pearlitic, as cast	General service	
	100-70-03(e)	F34900						Mostly pearlitic, may be normalized	Best combination of strength, wear resistance and response to surface hardening	
	120-90-02(e)	F36200						Martensitic, oil quenched and tempered	Highest strength and wear resistance	
SAE 4140	D4018(f)	F32800	3.20-4.10	1.80-3.00	0.10-1.00		0.013-0.10	0.0005-0.0035	Ferritic	Moderately stressed parts requiring good ductility and machinability
	D4512(f)	F33100							Ferritic pearlitic	Moderately stressed parts requiring moderate machinability
	D5506(f)	F33800							Ferritic pearlitic	Highly stressed parts requiring good toughness
	D7003(f)	F34800							Pearlitic	Highly stressed parts requiring very good wear resistance and good response to selective hardening
	DQ & T(f)	F30000							Martensitic	Highly stressed parts requiring uniformity of microstructure and close control of properties

Apéndice E:

Composición Química de Material SAE 304



CIB-ESPOL

Wrought Stainless Steels

Table 2 Composition of standard stainless steels

Type	UNS number	C	Mn	Ni	Composition, %				Notes
					Cr	Pb	S	N	
301	S30100	0.14	2.0	10.0	16.5-18.5	0.045	0.03	0.005	
302	S30200	0.14	2.0	10.0	17.0-19.0	0.045	0.03	0.005	
304	S30400	0.08	2.0	10.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
304L	S30403	0.03	2.0	10.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
309	S30900	0.14	2.0	22.0	23.0-25.0	0.045	0.03	0.005	
310	S31000	0.14	2.0	25.0	23.0-25.0	0.045	0.03	0.005	
316	S31600	0.08	2.0	10.0	16.0-18.0	0.045	0.03	0.005	
316L	S31603	0.03	2.0	10.0	16.0-18.0	0.045	0.03	0.005	
321	S32100	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
347	S34700	0.08	2.0	9.5	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
348	S34800	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
349	S34900	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
350	S35000	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
351	S35100	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
352	S35200	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
353	S35300	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
354	S35400	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
355	S35500	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
356	S35600	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
357	S35700	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
358	S35800	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
359	S35900	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
360	S36000	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
361	S36100	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
362	S36200	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
363	S36300	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
364	S36400	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
365	S36500	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
366	S36600	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
367	S36700	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
368	S36800	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
369	S36900	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
370	S37000	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
371	S37100	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
372	S37200	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
373	S37300	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
374	S37400	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
375	S37500	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
376	S37600	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
377	S37700	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
378	S37800	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
379	S37900	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
380	S38000	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
381	S38100	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
382	S38200	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
383	S38300	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
384	S38400	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
385	S38500	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
386	S38600	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
387	S38700	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
388	S38800	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
389	S38900	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
390	S39000	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
391	S39100	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
392	S39200	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
393	S39300	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
394	S39400	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
395	S39500	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
396	S39600	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
397	S39700	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
398	S39800	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
399	S39900	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	
400	S40000	0.08	2.0	11.0	18.0-20.0	0.045	0.03	0.005	

(a) Single values are maximum values unless otherwise indicated. (b) For some manufacturing processes, the actual content of certain elements may vary slightly from those shown. (c) Optional. (d) 0.10% max. (e) 0.14% max. (f) 0.14% maximum. (g) 0.10% maximum.

Apéndice F:

Hoja Técnica de Voluta Importada



CIB-ESPOL

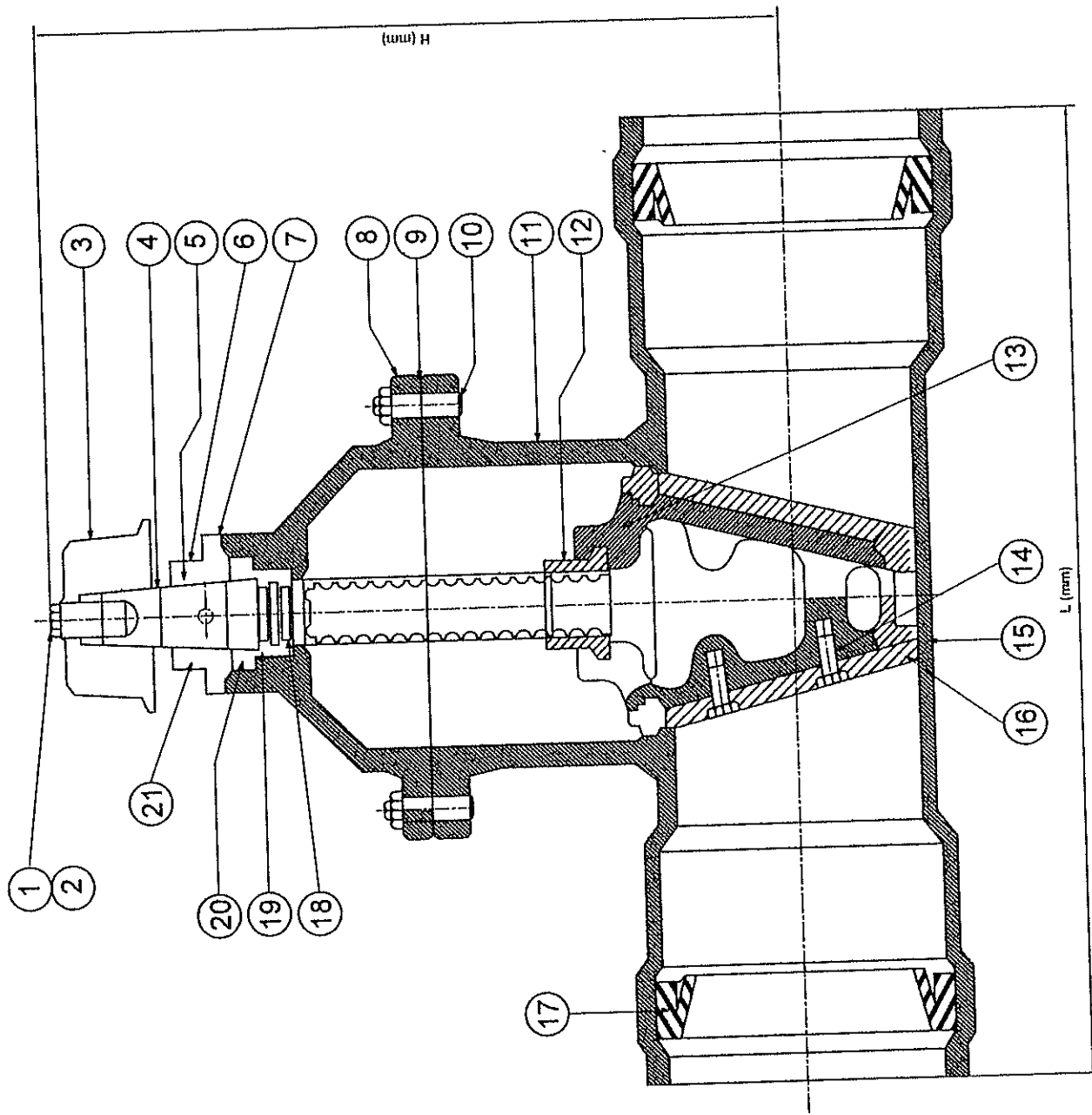


CIB-ESPOL

PLANO 1

**Detalle de Válvulas con sello elastomérico Extremos
Junta hidráulica (Push on joint end).**

EXTREMOS JUNTA HIDRAULICA (PUSH ON JOINT ENDS)



LISTA DE PARTES Y MATERIALES

21	TORNILLO PORTA-SELLOS HEX	SAE Gr 2 GALV
20	ANILLO ROSCADO DE RETENCION	ASTM A 536
19	RETENEDOR VASTAGO	ASTM B 148
18	SELLO TRASERO	NEOPRENO
17	HIDROSELLO UNION JH - PVC	NEOPRENO
16	PLATO DE SUJECION	ASTM A 536
15	SELLO ELASTICO	NEOPRENO
14	TORN. OBTURADOR. HEXAG	AISI 304
13	OBTURADOR	ASTM A 536
12	TUERCA VASTAGA	ASTM B 148
11	CUERPO	ASTM A 128 B/A 536
10	TORN. BRIDA CUERPOS HEX	SAE Gr. 5 GALV
9	EMPAQUE ENTRE CUERPOS	NEOPRENO
8	TAPA CUERPO SUPERIOR	ASTM A 128 B/A 536
7	SELLO O'RING REF. USA	BUNA N (NITRIL)O
6	PORTA SELLOS O'RING	ASTM A 536
5	SELLOS O'RING REF. USA	BUNA N (NITRIL)O
4	VASTAGO	AISI 304 / 410
3	DADO DE OPERACION TRIANGULAR	ASTM A 128 /A 536
2	ARANDELA	SAE J 480
1	TORN. DADO OPERC. HEX	SAE Gr 2 GALV
No	DENOMINACION	MATERIAL

ESUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

TESIS DE GRADO:

Estudio de Factibilidad para la fabricación de válvulas para la red de distribución de Agua Potable de la Ciudad de Guayaquil

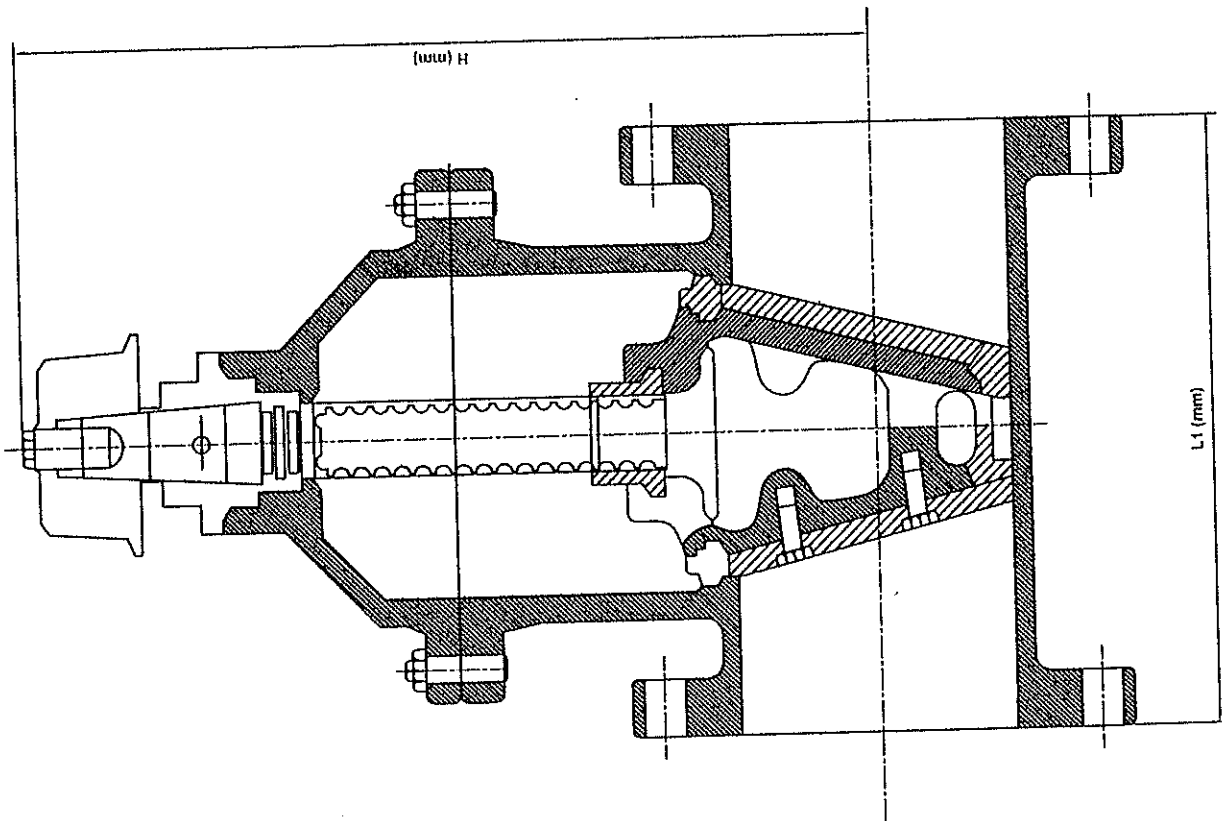


CIB-ESPOL

PLANO 2

**Detalle de Válvulas con sello elastomérico Extremos
bridados (Flanged ends)**

EXTREMOS BRIDA (FLANGED ENDS)



DN	H		L		L1		L2		E
	Pulg	mm	PVC	ASBESTO CEMENTO	PVC	ASBESTO CEMENTO	PVC	ASBESTO CEMENTO	
2	50	284	275	177.8	208	360	90		
3	75	341	342	203.2	401	425	106		
4	100	377	395	228.6	453	465	114		
6	150	471	445	266.7	530	490	140		
8	200	580	495	292.1	553	475	150		
10	250	863	500	330.2	603	475	184		
12	300	986	561	355.6	660	480	210		

DIMENSIONES GENERALES

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

TESIS DE GRADO:

Estudio de Factibilidad para la fabricación de válvulas para la red de distribución de Agua Potable de la Ciudad de Guayaquil



NOTA: LA CONTRAPESA ES OPCIONAL

NORMAS INTERNACIONAL STANDARDS
 LAS QUE RIGEN EL DISEÑO Y FABRICACION DE LAS VALVULAS DE RETENCION

VALVULAS
 AC550

Desarrollado por: Ing. Marco Taha

BIBLIOGRAFIA

1. Metals Handbook Ninth Edition Tomo 1
2. Metals Handbook Ninth Edition Tomo 2
3. Metals Handbook Ninth Edition Tomo 3
4. SAE Handbook Part 1, 1979
5. Informes técnicos de Wiesner Inox.
6. FLOR DIAZ JACINTO; " Obtención de Hierro Nodular en horno de crisol"
7. INTERAGUA, Plan de Trabajo de Interagua
8. PAGINA; www.astm.org

