

103  
Zejan



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ASPECTOS IMPORTANTES EN LA  
FABRICACION Y SELECCION DE  
VALVULAS DE MARIPOSA**

**T E S I S**

**Que para obtener el Título de  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
( AREA MECANICA )**

**p r e s e n t a:**

**ENRIQUE JAIME JARILLO AVILEZ**



**DIRECTOR DE TESIS:**

**DR. EN ING. FRANCISCO J. SOLORIO ORDAZ**

**MEXICO, D. F.**

**1995**

**FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A MIS PADRES:

RAQUEL AVILES SOTELO  
ERASTO JARILLO CORTEZ

POR SU APOYO Y ALIENTO--  
EN LAS SITUACIONES MAS IM--  
PORTANTES COMO ESTUDIANTE.

A MIS HERMANOS:

ERASTO, JULIA, JOSE, LEONARDO.

A TODOS MIS MAESTROS:

POR SU VOCACION DE INSTRUIR-  
DE ORIENTAR Y DE ENTREGAR --  
SUS CONOCIMIENTOS PARA FORMAR  
PROFESIONISTAS UTILES A LA -  
SOCIEDAD.

AL ING. FRANCISCO SOLORIO ORDAZ  
POR SU AYUDA PARA LA ELABORACION -  
Y DIRECCION DE MI TESIS.

A LOS INGENIEROS:

ING. MARCELO LOPEZ PARRA

ING. ANDRES RUIZ MIJARES

ING. EDUARDO HERNANDEZ GARIBAR

ING. HORACIO NAJERA FRANCO

A MI ESPOSA E HIJO QUE SON EL PREMIO A -  
MIS ESFUERZOS.

A TODOS MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS.

ASPECTOS IMPORTANTES EN LA FABRICACION Y SELECCION  
DE VALVULAS DE MARIPOSA.

I N T R O D U C C I O N

C A P I T U L O I	PAGINA
ASPECTOS GENERALES	
I.1.- INTRODUCCION	1
I.2.- NORMAS QUE AMPARAN A LAS- VALVULAS DE MARIPOSA.	9
C A P I T U L O II	
DISEÑO DE LAS VALVULAS	13
II.1.- SECUENCIA DE DISEÑO	14
II.2.- REQUERIMIENTOS GENERALES DE- LAS VALVULAS.	17
II.3.- ANALISIS DE TORQUES	25
II.3.1.- CASO PRACTICO DE CALCULO - DE TORQUES.	37
II.4.- RECOMENDACIONES DE RESISTENCIA- PARA CADA COMPONENTE.	40
II.5.- EVALUACION HIDRODINAMICA DE LA - FORMA DEL DISCO.	49
II.5.1.- METODO PRACTICO PARA OBSERVAR EL - COMPORTAMIENTO HIDRODINAMICO DEL DISCO.	53

C A P I T U L O	III	PAGINA
MANUFACTURA.		69
III.1.- PROCESO DE MANUFACTURA		70
III.2.- METODOS DE PRODUCCION		71
III.3.- ADQUISICION DE MATERIALES		74
III.4.- FABRICACION		75
III.5.- CONTROL DE FABRICACION		79
III.6.- ENVIO DEL PRODUCTO		81

C A P I T U L O	IV	
LA CALIDAD EN EL PROCESO DE MANUFACTURA		83
IV.1.- CONTROL DE DISEÑO		86
IV.2.- CONTROL DE PROCESO		90
IV.3.- CONTROL DE ADQUISICIONES		97
IV.4.- CONTROL DE PRUEBAS		102
CONCLUSIONES .		104
APENDICE A.		106
APENDICE B.		114
BIBLIOGRAFIA		122

C A P I T U L O      I

A S P E C T O S      G E N E R A L E S

## I.1 INTRODUCCION

En el país la comercialización de las válvulas de uso industrial ha estado bajo el control de contadas compañías o grupos industriales, los cuales manejan tecnología adquirida en el extranjero porcentualmente en un 80%. La gran magnitud de estos grupos --- (Keystone, Walworth, Pratt, etc.) provoca que exista una gran dependencia del exterior en esta área de la ingeniería.

De acuerdo a las opiniones y balances de ingenieros que han desarrollado sus actividades dentro de este ramo, se considera -- que las válvulas absorben aproximadamente del 20 al 30% del costo-- de las instalaciones de tubería, situación que es de gran importancia para la economía del país.

Así mismo se considera que la demanda interna de válvulas -- industriales se presenta en los siguientes porcentajes:

VALVULAS DE COMPUERTA	60%
VALVULAS DE GLOBO	15%
VALVULAS DE RETENCION	10%
VALVULAS VARIAS	15% (MARIPOSA, BOLA, MACHO, ETC.)

Estos porcentajes muestran la tendencia actual del mercado de las válvulas, más de ninguna manera deben considerarse como una recomendación generalizada para su aplicación, de tal manera que cada tipo de válvula tiene características definidas que determinan su aplicación.

En este trabajo se hace una descripción de las principales características de las válvulas de mariposa, las normas que amparan su fabricación, tipos de torques, su diseño, etc. Se presenta un trabajo experimental en el que se evalúa el coeficiente de flujo para 3 diseños diferentes. Por último se discuten los principales aspectos del proceso de manufactura y control de calidad de las mismas.

A CONTINUACION SE DA UNA BREVE DESCRIPCION DE CADA UNO DE LOS TIPOS DE VALVULA DE MAYOR USO.

**VALVULAS DE COMPUERTA:**

Estas ofrecen resistencia mínima al fluido, se utiliza totalmente abierta o cerrada. Accionamiento poco frecuente. Rango de presión 25 Psi 2500 Psi. fig. 1

**VALVULAS DE GLOBO:**

Son para uso poco frecuente. El asiento del sello suele estar paralelo con el sentido del flujo. Produce resistencia y caída de presión considerables. fig. 2

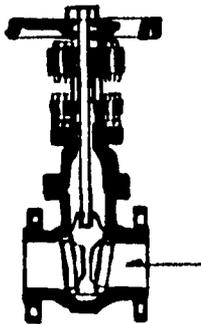
**VALVULAS DE RETENCION:**

Son válvulas de globo que permiten el paso rectilíneo y sin-obstrucción igual que las válvulas de compuerta, la ventaja es una menor caída de presión en esta válvula que en la de globo. fig. 3.

Es importante indicar que existe un grupo de válvulas consideradas como válvulas de control , las cuales son el regulador básico en cualquier proceso en que se manejen corrientes de fluidos. Por ello es conveniente conocer a fondo los diferentes tipos de -- estas válvulas y sus características de flujo. Prácticamente estas válvulas permiten satisfacer las condiciones del proceso y tener la instalación correcta en el sistema.

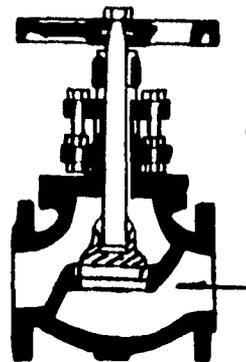
Un grupo grande de válvulas de control con macho configurado (semejante a las válvulas de globo) emplea un actuador electromecánico en lugar de un volante para mover el vástago y el macho para - abrir y cerrar la válvula fig. 4. Estas funcionan de la siguiente-

manera; en la parte superior se cuenta con un mecanismo que se des-  
plaza por medio de presión de aire y como consecuencia se abre la -  
válvula, el tamaño de la apertura depende de la intensidad de la --  
señal de control. En el caso de cierre el mecanismo utilizado se --  
basa en un resorte de recuperación.



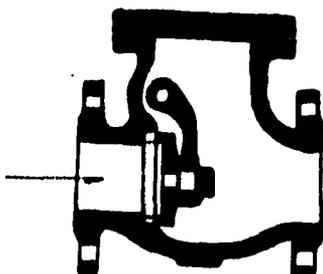
**VÁLVULA  
COMPUERTA**

FIG. 1



**VÁLVULA  
GLOBO**

FIG. 2



**VÁLVULA  
RETENCIÓN**

FIG. 3

En los últimos años, en nuestro país, las válvulas de mariposa han -  
logrado gran aceptación como un segundo grupo de válvulas de con-  
trol. En ellas el actuador hace girar una mariposa (disco) en torno  
a su eje. En igualdad de tamaño estas válvulas tienen mayores capa-  
cidades y menor resistencia al flujo que las de macho configurado.  
En general, las válvulas de control con ejes giratorios son adecua-  
dos para muchas aplicaciones de control de flujo. Las válvulas de --  
mariposa son uno de los tipos más antiguos que se conocen, sñn rela-  
tivamente sencillas, ligeras y de bajo costo. En lo referente al ---  
costo de mantenimiento también es bajo, debido a que tienen un mí--  
nimo de piezas móviles, además de que es posible moverla desde la -  
apertura total hasta el cierre total con gran rapidez. La regula---  
ción de flujo se efectua con el disco, el cual sella contra un ---  
asiento con propiedades resilentes fig. 5.

Las principales características de los servicios de las válvulas  
de mariposa incluyen; Apertura total, cierre total o estrangulación-  
apertura frecuente, cierre hemético para gases o líquidos y baja --  
caída de presión.

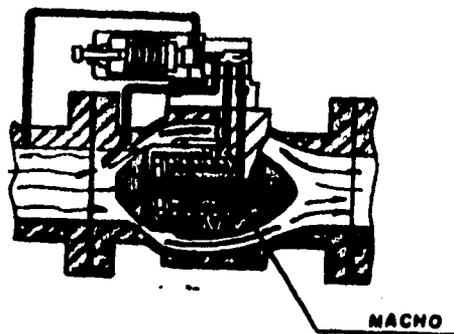


FIG. 4 VÁLVULA PARA CONTROL DE FLUJO

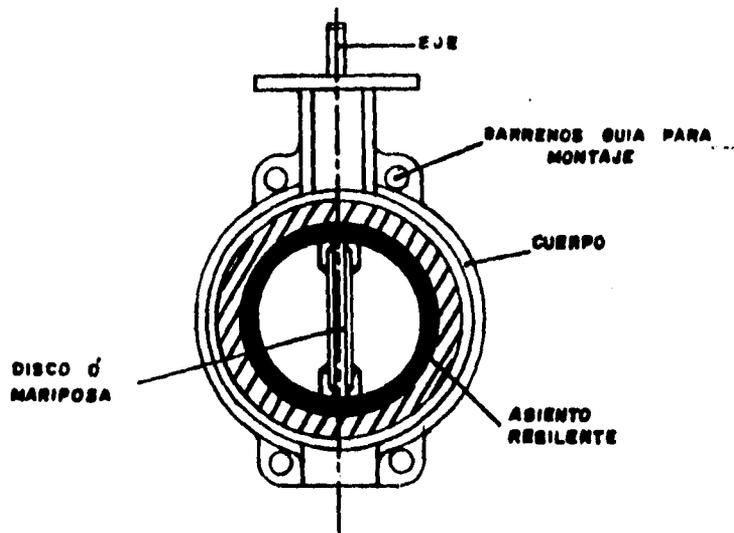


FIG. 5 VÁLVULA DE MARIPOSA CON 4 BARRENOS GUIA

Los principales elementos estructurales de las válvulas de mariposa son el eje (flecha), el disco de control de flujo y el cuerpo.

Existen tres tipos de cuerpo para válvulas de mariposa:

a).- Tipos de orejas: Esta válvula solo esta sujeta entre dos bridas para tubo por medio de los tornillos que unen las bridas y pasan por agujeros del cuerpo (fig.5) para evitar que se descentre cuando este en operación.

b).- Tipo de rosca; esta válvula se atornilla directamente con las bridas (fig 6) de la tubería por medio de orejas rosca-das.

c).- Tipo con brida; esta válvula tiene extremos de conexión con brida que se unen con las bridas de los tubos.(fig.7)

Como se puede observar en las figuras anteriores el flujo en las válvulas de mariposa se controla por medio del disco que tiene aproximadamente el mismo diámetro que los tubos que conecta, el eje pasa a travez de este disco que se apoya en ambos extremos del cuerpo y se sujeta al disco con tornillos o pasadores cónicos.

Como todos los tipos de válvula, la fabricación de las válvulas de mariposa en la actualidad se rige por normas que han sido establecidas por sociedades técnicas profesionales, gubernamentales o por asociaciones técnicas de fabricantes y/o compradores (en su totalidad extranjeros), con el fin de lograr la unificación entre los diferentes fabricantes y definir los requerimientos mínimos de ca-

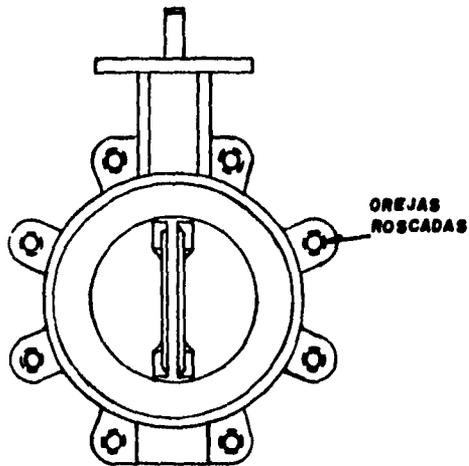


FIG. 6 VÁLVULA DE MARIPOSA CON OREJAS ROSCADAS

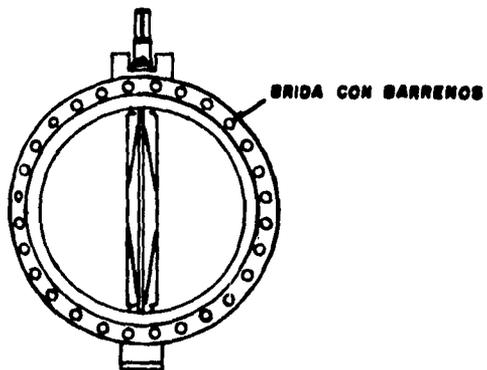


FIG. 7 VÁLVULA DE MARIPOSA CON BRIDAS DE CONEXIÓN

lidad para este tipo de equipos, las publicaciones más conocidas en México se describen en la siguiente sección.

#### I.2.- NORMAS QUE AMPARAN A LAS VALVULAS DE MARIPOSA

M S S	SP67
A P I	609
A N S I	B16.1, B16.5
A S T M	SECCIONES A, B Y C
A W W A	C504 (AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION)

La A W W A C504 rige una gran cantidad de conceptos de las válvulas de mariposa como son :

- a).- Principales partes que forman la válvula
- b).- Espesores de cuerpo y disco
- c).- Diámetro mínimo de la flecha
- d).- Conexión mínima entre disco y flecha
- e).- Materiales a emplear en las partes importantes de la válvula -
- f).- Pruebas mínimas que deben cumplir las válvulas
- g).- Especificaciones de pintura y recubrimientos
- h).- Requerimientos mínimos que deben cumplir los operadores
- i).- Distancia entre extremos

MSS SP 67 Manufacturers Standardization Society

Normativa general para válvulas de mariposa

API 609 American Petroleum Institute

Normativa general para válvulas de mariposa

ANSI American Standard Institute (normas de bridas)

B16.1

B16.5

Esta última nos determina los diámetros nominales de las válvulas, presión, temperatura y en general todas las dimensiones que se involucran en los extremos de conexión como pueden ser: formas-tipos, espesor mínimo de las bridas, número y diámetro de barrenos-etc.

ASTM American Society for Testing and Materials.

Estas normas rigen los requerimientos físicos y químicos de los materiales que se emplean en la fabricación de las válvulas.

Las válvulas de mariposa de hierro fundido o de otros materiales resistentes a la corrosión, pueden ser utilizados en una gran-cantidad de industrias y procesos, dentro de los que podemos mencionar;

INDUSTRIA PETROLERA

INDUSTRIA PETROQUIMICA

INDUSTRIA DEL PAPEL

PLANTAS TERMoeLECTRICAS

PLANTAS DE TRATAMIENTOS DE AGUA

Estas válvulas junto con las de bola, actualmente han compartido gran proporción de los esfuerzos de investigación y desarrollo para el empleo de nuevos materiales de construcción, en particular-elastomeros para cuerpos, asientos y sellos, ya que estas manejan--muchas veces fluidos corrosivos que se aplican en las industrias de procesos químicos.

Aún cuando las válvulas de mariposa son excelentes válvulas de-control su uso más común es para cierre. Produce cierre hermético a prueba de goteo en casi cualquier aplicación de proceso,incluso--

vapor, aire, gases, líquidos, pastas aguadas y sólidos.

El funcionamiento básico de una válvula de mariposa es sencillo pues solo requiere una rotación de  $90^\circ$  del disco para abrirla - por completo. La sencillez del funcionamiento ha aumentado mucho el empleo de estas válvulas con control automatizado, remoto o local.

Debido a sus características de flujo rectilíneo con apertura entre  $20^\circ$  y  $70^\circ$ , son adaptables en particular para aplicaciones-- de control muy eficientes en comparación con las válvulas de con--- trol del tipo de globo.

Practicamente se considera que la corriente de flujo no se -- pierde cuando esta en posición totalmente abierta, porque el fluido circula en forma aerodinámica alrededor del disco. Para el caso de las válvulas de globo el flujo através del asiento y alrededor del macho produce grandes caídas de presión.

En la practica se considera que la calidad del control que se obtenga con una válvula depende de la caída de presión en ella respecto a la total del sistema; como consecuencia la válvula de mariposa es recomendada para aplicaciones de control en donde se requiere mínima pérdida de presión. Algunas otras ventajas que presentan son :

- El cuerpo de la válvula es muy corto en comparación con -- otras y requiere poco espacio en la tubería.
- Estas válvulas estan diseñadas para cierre hermético.

Algunas de las desventajas son:

- La válvula de mariposa no es satisfactoria para control -- preciso de flujo.

- los sólidos entorpecen el funcionamiento del disco; las corrientes de gas o líquido tienden a producir corrosión e inutilizan pronto los asientos de la válvula.

Existen algunas otras normas de origen Europeo para regular la fabricación de las válvulas, conocidas como normas (DIN) , más -- no son de gran aplicación en México.

CAPITULO II

DISEÑO DE LAS VALVULAS

## DISEÑO DE VALVULAS

### II.1.- SECUENCIA DE DISEÑO:

El proceso creador de nuevos productos se suele manejar como proyectos o diseños. Los diseñadores tienen que ser prácticos y positivos.

Están obligados a trabajar en el marco de dos restricciones importantes : en primer lugar, es forzoso que tomen en cuenta a los clientes, así como lo que éstos desean; en segundo lugar, siempre está latente el problema del parámetro del costo.

Es indispensable que los productos no cuesten demasiado porque de otro modo no se venderán.

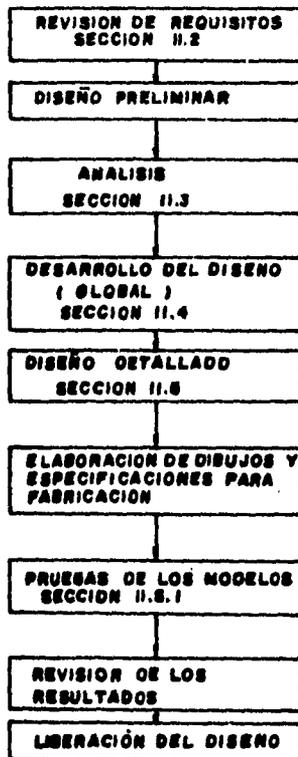
Además de estas dos limitaciones, de las que siempre han tenido que preocuparse los ingenieros, existe otra; su aplicación es más importante que otra cualquiera. Se trata de la necesidad de acatar todas las leyes y las obligaciones para proteger a los consumidores y para satisfacer los estándares de anticontaminación propios del producto.

Además de estas cortapisas operatorias, los proyectistas se interesan por cuestiones técnicas, tales como explicar sus diseños a la fábrica ( por medio de dibujos, especificaciones y tolerancias en las variaciones ), así como la estandarización y la simplificación. En la hoja contigua se describe el proceso de diseño que se requiere para la fabricación de válvulas de mariposa ( fig.8).

En él se indican las etapas que a consideración propia son las de mayor importancia, las que serán expuestas a continuación con más detalle. Este modelo puede ser modificado de acuerdo a los recursos económicos disponibles o bien de acuerdo a la capacidad y servicios que presten las diferentes empresas , las cuales pudieran

en un momento dado comprar la tecnología o bien dedicarse al ensamblaje de partes, Otro caso puede ser la compra y distribución de válvulas.

**PROCESO DE DISEÑO DE LAS VALVULAS  
DE MARIPOSA**



**FIG. 8**

## REQUERIMIENTOS GENERALES

### II.2.- REVISION DE REQUISITOS.

Las normas establecen las condiciones mínimas requeridas para aceptar la entrega de válvulas de mariposa en sus diversas modalidades y determinan que cuando sea requerido por el cliente, el fabricante o proveedor debe proporcionar los dibujos certificados mostrando las dimensiones principales, construcción y materiales utilizados para todas las partes de las válvulas y el actuador.

Los dibujos certificados junto con la orden de compra son los documentos técnicos y mercantiles que establecen las obligaciones por cada una de las partes, por lo que es conveniente que se aclaren y se tengan entendidas las condiciones del contrato, ya que la entrega de los equipos esta condicionada a la revisión y aceptación de acuerdo a los planos certificados y a las especificaciones de la orden de compra.

Los requerimientos técnicos usualmente son:

- 1.- Norma de fabricación
- 2.- Condiciones de trabajo
  - Carga nominal en caso de emergencia
  - Velocidad de flujo máxima
  - Características del fluido de trabajo
  - Rango de temperatura del fluido
  - Gasto volumétrico
- 3.- Niveles de contaminación por ruido, producido por vibraciones o cavitación.
- 4.- Características de construcción:
  - Cuerpo.- Material, revestimiento para protección de las superficies interiores, tipo de extremos para conexión.

Disco.- Tipo de material, revestimiento para protección -  
de la superficie de contacto, forma de fijar el -  
disco a las flechas.

Flechas.- Tipo de material.

Cojinetes.- Tipo de material, tipo de lubricación.

Actuador.- Mecanismo de operación, manual, mecánico y/o -  
eléctrico.

Diámetro nominal

Peso neto de la unidad.

## II.2.4 DISEÑO PRELIMINAR.

Básicamente consiste en conciliar técnicamente los requerimientos del cliente y las especificaciones indicadas por las normas , la que nos dará la estructura principal de los equipos; algunos de los requerimientos de los análisis se mencionan a continuación . El torque requerido para la operación de la válvula varia considerablemente con la presión diferencial a travez de la válvula y también con la velocidad del fluido; más las condiciones bajo las cuales opera la válvula en cualquiera de sus posiciones, cerrado, semiabierto y abierto; unicamente pueden ser evaluados por el fabricante, y tendrá la obligación el departamento técnico, de incluir en la memoria de cálculo el comportamiento de los torques que afectan a la válvula así como las características hidráulicas..

Es importante, que quede indicada la velocidad máxima con la que opera satisfactoriamente la válvula, Cuando sea aplicable -- el cálculo de los torques debe ser de la siguiente manera.

- VALVULA WAFER. LUG. El método debe ser desarrollado por -- el departamento técnico, ya que así lo indica la norma MSS SP-67 y API 609.
- VALVULA AWWA. Se debe calcular de acuerdo al apen--- dice "A" , de AWWA C 504.

En lo que se refiere a la velocidad de flujo AWWA, designa las válvula con "A" o "B", que indican la clase de la válvula -- como sea aplicable.

- Válvulas clase "A", manejan una velocidad máxima de flujo de 8 ft/s.

- Válvulas clase "B" , manejan una velocidad máxima de flujo de 16 ft/s.

En lo que se refiere a la instalación de las válvulas, los tipos Wafer, Lug, cuerpo corto AWWA diseñadas para instalarse entre bridas amparadas por la norma ANSI B16.I. clase 125, el ancho o distancia entre caras para las válvulas AWWA, esta de acuerdo a la norma AWWA C504.

En los casos de los tipos Wafer, Lug, están de acuerdo con la norma MSS SP-67, así como standar 609.

En lo referente a la presión de operación, las válvulas fabricadas del tipo Wafer, Lug, están diseñadas para trabajar a presiones de 75 Psi, y 150 Psi, según el diseño. Los operadores de las válvulas deben tener la capacidad de poder vencer el torque resistente al cierre. A su vez, en la salida del operador de engranes se debe tener un par que pueda ser vencido por la fuerza normal de un operario.

## II.2.2

### PRUEBAS DE RUIDO Y VIBRACIONES:

Como parte del mejoramiento del ambiente, ha surgido una nueva actitud hacia las válvulas de control tal que los gobiernos de muchos países han implantado reglamentos para establecer un nivel de ruido de 90 db durante determinado tiempo. Para el equipo que funciona cerca de los operarios de planta, se toma una exposición de 8 hrs.

Para garantizar una intensidad específica de ruido, los fabricantes de válvulas de control han debido estudiar a fondo el problema del ruido. El primer requisito es un método para producir el nivel de ruido esperado en las condiciones de operación.

El segundo es que hacer para reducir el nivel de ruido si es excesivo.

Hay que establecer una diferencia entre tres fenómenos de ruido distintos que surgen de una válvula de control de macho configurado.

- 1.- Ruido inducido por la vibración mecánica de las guarniciones.
- 2.- Ruido producido por un líquido que ocasiona cavitación.
- 3.- Ruido producido durante la estrangulación aerodinámica.

En el primer fenómeno por vibración mecánica, participan dos mecanismos. El primero es la vibración mecánica inducida por las pulsaciones del fluido que pasa por la válvula donde la frecuencia puede estar baja entre 50 y 500 Hz. Si ésta vibración inducida por la turbulencia se aproxima a la frecuencia natural, entonces aparece el segundo mecanismo: Resonancia. Esta resonancia ocurre a frecuencias entre 2000 y 7000 Hz, es muy perjudicial y puede ocasionar la falla por fatiga del vástago o del poste del macho.

Este fenómeno se ha vuelto menos común desde la introducción de -  
 válvulas de mariposa con guía superior y asiento sencillo porque -  
 tiene como regla general menos espacio libre en los bujes de guía.  
 Además, el menor peso de la mariposa con asiento sencillo aumenta-  
 la frecuencia natural de las guarniciones y las hace menos sucep--  
 tibles a la vibración inducida por el fluido.

Ruido de los líquidos en cavitación.

El ruido de cavitación nunca se debe de oír en una planta de -  
 proceso bien diseñada. Pocas cosas pueden destruir las guarnicio--  
 nes de las válvulas como el líquido en cavitación. Con la introduc-  
 ción de guarniciones especiales de válvulas que tienen muy poca --  
 recuperación de presión y válvulas especiales con guarnición para-  
 pérdidas múltiples de carga de velocidad, rara vez hay excusa para  
 que quizá en algunas válvulas muy grandes para las cuales puede no  
 haber guarniciones anticavitación.

Dada la disponibilidad de datos de ingeniería es posible pre-  
 decir con bastante exactitud si en la válvula seleccionada habra -  
 o no cavitación en una condición dada del proceso. Una ecuación --  
 propuesta hace algunos años permite la predicción de una caída crí-  
 tica de presión que al llegar a un valor dado producirá cavitación:

$$\Delta P_{crit.} = C_{f_c}^2 (P_1 - P_v)$$

Si la caída de presión en la planta excede  $\Delta P$  crítica, enton-  
 ces hay cavitación. En ese caso hay que encontrar el factor  $C_{f_c}$  de  
flujo crítico requerido y seleccionar una válvula del catálogo --  
 del fabricante que tenga un factor  $C_{f_c}$  igual o mayor al calculado-  
 con la siguiente ecuación:

$$C_{f_c} = \sqrt{(P_1 - P_2)(P_1 - P_v)}$$

$P_1$  .- Presión a la entrada

$P_2$  .- Presión a la salida

$P_v$  .- Presión de vapor del líquido

Aunque en casi todos los casos se puede evitar la cavitación, subsiste el interés por predecir su ruido.

#### RUIDO AERODINAMICO.

Es el más molesto en lo que toca a válvulas de control o reductoras de presión. Es el subproducto de la reconversión de energía cinética por la turbulencia en calor corriente abajo del orificio de estrangulación. Hay dos factores básicos que contribuyen a este ruido. Uno es el frente final de choque de un chorro supersónico que se genera en el chorro contraído en el orificio de la válvula con una caída de presión mayor que la crítica. El segundo es la turbulencia general en los límites del fluido y actúa por arriba y por abajo del flujo estrangulado en el orificio de la válvula.

Desafortunadamente no hay forma de evitar el ruido aerodinámico pues que se sepa, todavía no se ha inventado una válvula que pueda reducir la presión sin ocasionar turbulencia. Sin embargo, -- hay diversos parámetros que influyen en el grado de generación de ruido. La pregunta importante a que se enfrenta un ingeniero al proyectar una instalación: es que válvula de control excederá de los 90 db. que se suele considerar el límite superior ?

Se ha publicado una ecuación practica para predecir el nivel de presión de sonido (NPS o SPL ) para cualquier tipo de válvula en cualquier condición dada de presión.

$$(I) \dots NPS = 10 \log_{10} (x 10^{-10} C_v C_f P_1 P_2) - L_T + S_g$$

Donde:

$C_v$ .- Coeficiente de flujo.

$C_{F_c}$ .- Factor de flujo crítico para válvulas.

$P_1$ .- Presión a la entrada.

$P_2$ .- Presión a la salida.

$L_t$ .- Pérdida por transmisión, dB.

$\eta$  .- Eficiencia acústica.

$X$  .- Fracción de conversión de potencia mecánica ( $P_2/0.47P_1$ ; limitar a 1 )

$S_g$ .- Factor de corrección para propiedades de gases dB.

Ecuación final del nivel de presión de sonido aerodinámico a 3 ft. de la salida de la válvula y del tubo.

Un problema con la ecuación N P S es que, en las etapas de --- planeación, el ingeniero quizá no conocerá el estilo y tipo exacto de válvula para una aplicación dada. Puesto que es una etapa de filtración, es decir, para aislar las aplicaciones críticas, sería muy util una regla empírica sencilla. Esa regla es no preocuparse por - una válvula que maneje materiales compresibles con caída crítica de presión, mientras que el producto de la presión absoluta en la en--trada en Psi multiplicado por  $C_v$  sea inferior a 1000. Todas las válulas que tengan un límite mayor que ese, se deben calcular y utilizar en la forma correcta una vez que se tienen las especificaciones definitivas.

No esta contemplado dentro del presente trabajo la demostra---ción de la ecuación (I), publicado por ASME paper WA/FE-28, Dec. 1970. Baumann H.D. en the prediction of aerodynamically created sound --- pressure of control valves.

## A N A L I S I S

### II.3.- Análisis de torques.

La determinación específica de los torques en válvulas de mariposa puede ser un simple ejercicio de relación lineal basado en la información tabular que preparan los fabricantes. La discusión de los torques en válvulas de mariposa como se indica a continuación no es complicada de entender pero si requiere un mínimo de conocimientos por parte del interesado.

Las válvulas de mariposa experimentan algunos o todos los torques que se indican a continuación.

$T_s$  = Torque de asentamiento (se debe a la interferencia que existe entre el asiento del disco y el asiento del cuerpo.

$T_f$  = Torque de fricción en cojinetes (debido a la fricción entre la flecha y los bujes).

$T_p$  = Torques en los sellos (debido al apriete de los sellos alrededor de la flecha)

$T_h$  = Torque hidrostático (existe unicamente para válvulas colocadas con el eje en posición horizontal y depende de la columna de agua por arriba del eje, y se considera unicamente para la posición de cerrado total)

$T_o$  = Torque de descentramiento ( el centro de gravedad del disco esta fuera del eje de la flecha que también es el centro de giro de la mariposa)

$T_i$  = Torque de inercia (este torque es debido a la rapidez de rotación del disco tanto para el caso de aceleración y desaceleración).

$T_c$  = Torque de exentricidad ( el plano de sello del disco no coincide con el eje de la flecha).

$T_d$  = Torque dinámico ( es debido a los efectos del flujo del fluido sobre el disco)

$T_y$  = Torque de contaminación (debido a la contaminación del asiento y del disco durante su funcionamiento).

$T_x$  = Torque de sólidos ( es debido al efecto de los sólidos que se encuentran suspendidos y que deben ser movidos por medio del disco ).

Esta es una lista bastante extensa . Obviamente las válvulas no experimentan todos los torques a la vez. A continuación revisaremos con más detalle cada torque e indicaremos el modo en que se -- determina.

Ts = TORQUE DE ASENTAMIENTO.

El torque de asentamiento es causado por la acción de la fricción del asiento del disco de la válvula contra el asiento del cuerpo de la misma, Su valor depende del tamaño de la interferencia --- entre estos, del ancho del sello, y está en función directa del --- coeficiente de fricción entre las dos superficies.

El torque de asentamiento ocurre unicamente en la posición de cerrado, de tal forma que Ts=0 para todas las posiciones fuera de la posición de cierre.

En la posición de cerrado el torque de asentamiento depende -- del tipo de asiento:

Válvula sin asiento

Ts=0

Válvula con asiento elastómero u otro

asiento no ajustable donde la interferencia-

depende de la tolerancia de fabricación.

Ts= Depende de las condiciones de servicio y de la presión diferencial.

Válvula con asiento ajustable donde la -- interferencia disco-asiento es ajustable- a la presión diferencial.

$$Ts = Cs D^2 \quad (\text{ft. lb})$$

D. diámetro del disco -- (inches)Cs. coeficiente- de torque de asentamiento

Tf.- TORQUE DE FRICCIÓN EN COJINETES.

Cuando la presión diferencial ocurre a través del disco de la válvula de mariposa; esta actúa sobre el área de la superficie del disco, creando una fuerza que es soportada por la flecha de la válvula. El cuerpo de la válvula o los bujes localizados en el cuerpo de la válvula deben soportar a la flecha, como en todos los casos - donde los materiales tienen rozamiento uno contra otro, existe fricción entre los dos, lo cual depende de las propiedades de los materiales. La fuerza (par) requerida para producir la rotación de la flecha, genera la fricción. fig.9. Muestra los principales componentes. La fuerza actúa en una distancia  $d/2$  del centro de la flecha. El -- valor de este torque es calculado a partir de la siguiente ecuación.

$$T_f = 4.71 D^2 d f P \quad (\text{ft.1b})$$

Valores comunes para  $f$  :

$f = 0.4$  flecha contra acero.

$f = 0.25$  flecha contra bronce o contra hierro fundido.

$f = 0.2$  flecha contra grafito aleado con bronce.

D. diámetro del disco (ft).

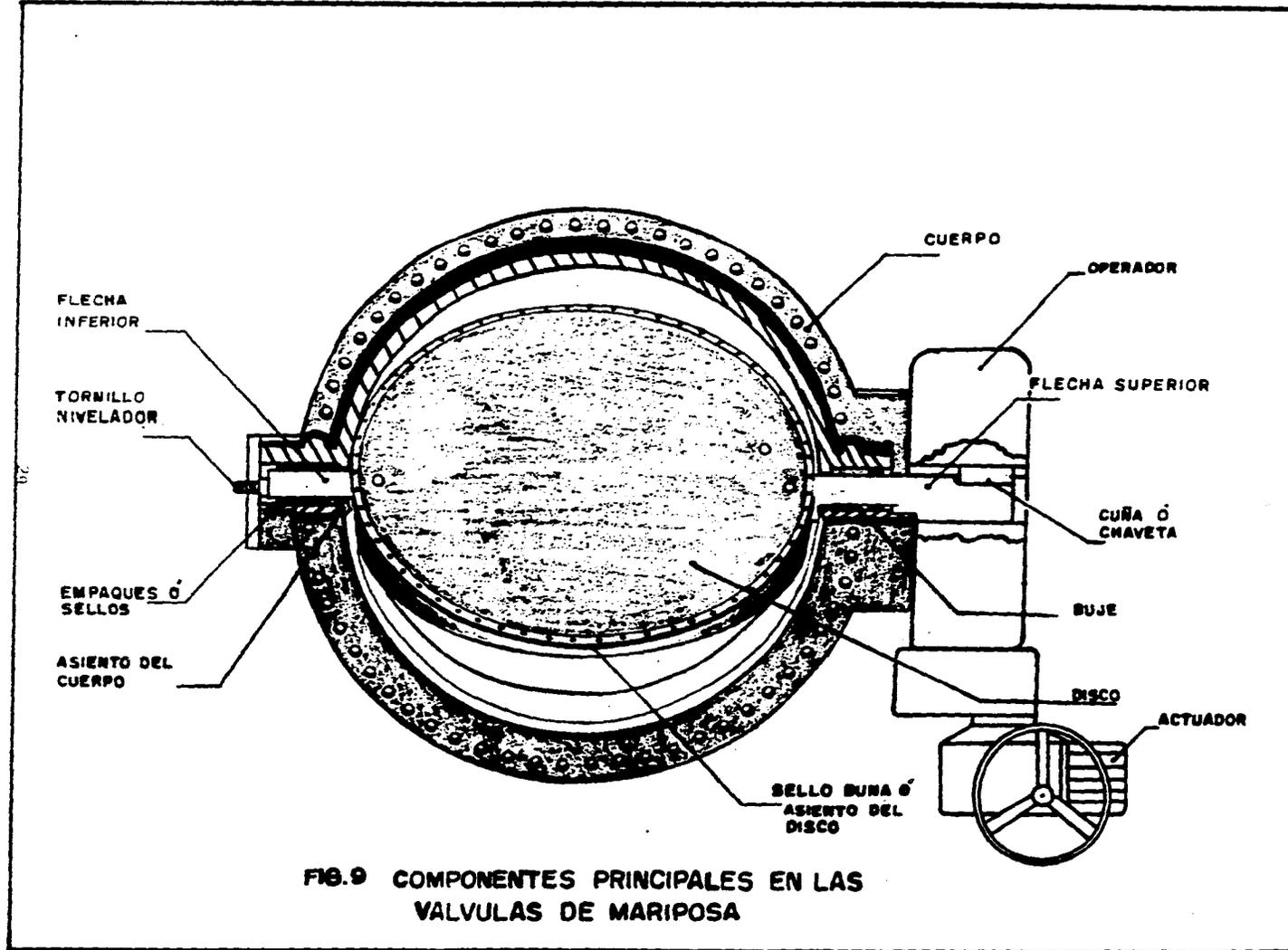
d. diámetro de flecha (in).

f. coeficiente de fricción entre flecha y cojinete.

p. presión diferencial a través del disco (Psi).

Todas las válvulas de mariposa experimentan torques de fricción en cojinetes en todas las posiciones de la válvula.

NOTA.- El torque de fricción en cojinetes depende del diámetro de flecha, de la carga y del coeficiente de fricción entre -----



**FIG.9 COMPONENTES PRINCIPALES EN LAS VALVULAS DE MARIPOSA**

los materiales. Esto es algo muy importante que debe considerar el ingeniero diseñador cuando seleccione el diámetro de flecha para cada tipo de válvula.

#### Tp. TORQUE EN SELLOS.

Muchas válvulas de mariposa utilizan sellos compresibles alrededor de la flecha, otros usan o, rín o sellos similares en la flecha. En todos los casos la fricción ocurre en diferente proporción, por lo que siempre es necesario un torque para provocar el giro de la flecha para vencer esta fricción.

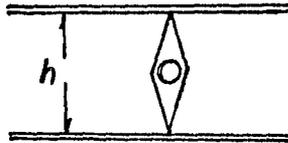
El torque en los sellos es, a excepción de válvulas especiales, bajo, comparado con los demás torques. Únicamente debe ser considerado cuando el valor de todos los demás torques sea casi cero, como consecuencia el valor de este torque depende de los materiales usados para cada fabricante.

#### Th.- TORQUE HIDROSTATICO.

Cuando un líquido es retenido en un contenedor, este ejerce una fuerza sobre las paredes del mismo, que varían de la siguiente forma, mayor en el fondo y menor en la cima.

Esto es causado por el peso del líquido y del efecto del líquido presente por arriba de cada punto de nivel en la pared del contenedor, En muchas aplicaciones, el disco de las válvulas de mariposa es usado como pared del contenedor, teniendo sobre sí una presión de líquido mayor en el fondo que en la cima. Si la flecha de la válvula de mariposa es horizontal y si la línea de la tubería es horizontal estas diferencias de la presión a través de la superficie del disco generan un torque que tiende a empujar el

fondo del disco liberando el líquido contenido, por lo mismo el líquido tiende a girar a la posición de abierto.



h.- altura hidrostática

El torque hidrostático puede ser calculado por la siguiente ecuación:

$$T_h = 3.06 D^4 \quad (\text{ft.lb})$$

D = diámetro (ft)  
del disco

El torque hidrostático es cero para todas las posiciones excepto para la posición de cerrado, si la flecha de la válvula está en posición vertical, en una tubería con flujo horizontal o si el flujo en la tubería es vertical.

Torque hidrostático es cero si el fluido es gas o vapor.

To.- TORQUE DE DESCENTRAMIENTO.

El torque de descentramiento es causado por la geometría del disco en que la posición del centro de gravedad del mismo esta fuera del eje de la flecha de la válvula. Comunmente esto se presenta en los discos de diseño descentrado donde el asiento esta en la orilla del disco localizado a un lado de la flecha, generando una superficie ininterrumpida de sello.

para el cálculo de torque de descentramiento se debe conocer el peso y el centro de gravedad y se utiliza la siguiente ecuación:

- $T_o = W \times X \times T$  :
- W.- peso del disco (lb).
  - X.- Factor, depende de la orientación de la válvula y de la posición de apertura.
  - T.- Distancia horizontal del eje de la flecha al centro de gravedad del disco, cuando el plano del disco es vertical (inch).

El torque de descentramiento es cero para discos del tipo simétrico con el centro de gravedad localizado en el eje de la flecha.

El torque de descentramiento es cero si el flujo es horizontal y el eje de la válvula es vertical.

#### Ti.- TORQUE DE INERCIA

El torque de inercia tiene significado únicamente cuando el disco de la válvula de mariposa es rotado con mucha rapidez. En estas aplicaciones los torques de aceleración y desaceleración deben ser considerados por la selección del tamaño del actuador así como para el esfuerzo de la flecha.

Generalmente los torques de inercia pueden ser significativos para tiempos de giro del disco menores que los indicados enseguida:

Tamaño de válvula	Min. tiempo de rotación para 90°
menor de 24 in.	1/3 segundo
menor de 48 in.	1 segundo
menor de 94 in.	3 segundos

Esto no debe entenderse como una especificación, más -- bien debe ser una recomendación que los fabricantes deben de pro--- veer para cada tipo de válvula, así como en el cálculo de torque de inercia en caso de que exista duda.

Tc. TORQUE DE EXENTRICIDAD.

Una tendencia reciente referente al uso de los asientos flexibles en válvulas de mariposa de alta presión, tiende a fomentar el uso de los discos con flechas excentricas. Esto provee un - cambio en la acción para prevenir la distorción de los asientos -- debido a la rotación del disco. El beneficio es una vida larga del asiento. La desventaja es el torque de excentricidad.

Cuando la flecha esta excéntrica al centro del disco, más área del disco existe en un lado que en el otro, esto provoca que en la posición de cerrado la presión diferencial tienda a ro-- tar el disco fuera del sello o más adentro del asiento dependiendo de la dirección del corte (ver la discusión del torque dinámico). El torque de excentricidad se calcula con:

$$T_c = 0.065 \quad (d^2) \quad (c) \quad (p) \quad (\text{ft.lb})$$

d = diámetro del disco (inches)

c = distancia del centro del disco a el eje de la -- flecha.

p = diferencia de presión a travez del disco.

El torque de excentricidad es cero excepto para el tipo de disco--- excentrico.

El torque de excentricidad es cero excepto para la posición de ce-- rrado.

El torque de excentricidad es independiente del fluido (gas, líqui-

do o vapor).

El torque de excentricidad es independiente de la orientación de la tubería (vertical u horizontal).

El torque de excentricidad es independiente de la orientación de la flecha de la válvula (vertical u horizontal).

#### Td.- TORQUE DINAMICO

El flujo del fluido que pasa a través de la válvula de mariposa produce un incremento de presión contra el disco debido a la variación de la velocidad del fluido en diferentes zonas del disco.

El resultado del incremento de la presión es un torque que tiende a causar la rotación del disco de la válvula, La magnitud del torque y su dirección dependen del tamaño de la válvula, geometría del disco y de la posición de apertura, para el cálculo de torque dinámico se usa la ecuación:

$$T_d = C_t \quad d^2 \quad AP \quad (\text{ft.lb})$$

$$d = \text{diámetro de la válvula (ft)}$$

$$AP = \text{presión diferencial.}$$

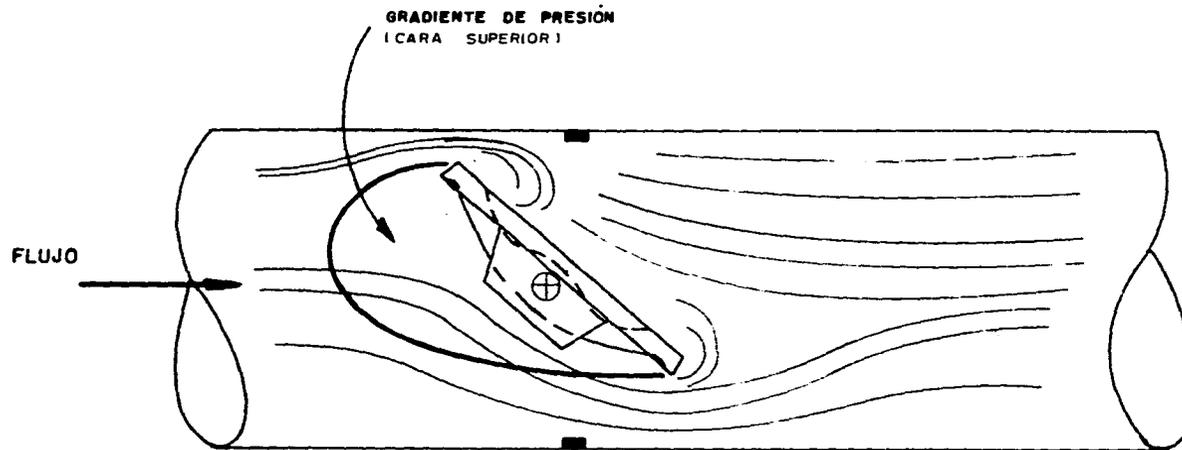
$$C_t = G \text{ coeficiente de torque dinámico.}$$

El torque dinámico es independiente de la orientación de la tubería y de la orientación de la flecha. fig. 10

#### Ty.- TORQUE DE CONTAMINACION

En unas cuantas aplicaciones, tienden a formarse sedimentaciones en la orilla del disco o del asiento, esto provoca cambios en la magnitud de la interferencia y del coeficiente de fricción entre el disco y el asiento. En válvulas sin asientos un torque de

## TORQUE DINÁMICO



LA RESULTANTE DE LA DIFERENCIA DE PRESIÓN QUE EXISTE ENTRE LAS DOS CARAS DEL DISCO COMO CONSECUENCIA DEL FLUJO, TIENDE A CAUSAR UNA ROTACIÓN EN EL DISCO DE LA VÁLVULA. LA MAGNITUD Y DIRECCIÓN DEL TORQUE DEPENDE DEL TAMAÑO DE LA VÁLVULA, LA GEOMETRÍA Y POSICIÓN DEL DISCO.

FIGURA 10

contaminación puede ser encontrado uniformemente. Aún si el torque de asentamiento fuera cero no es posible hablar de una fórmula para predecir el torque de contaminación, debido a la variedad de las -- posibles aplicaciones, pero se debe de entender que el tamaño del - actuador debe considerar un servicio severo. De tal manera que el - torque por contaminación debe ser considerado por separado.

#### Tx.- TORQUE DE SOLIDOS

Se tiene cuando las válvulas de mariposa son usadas en aplicaciones de sólidos y que deben mover los sólidos por medio de aplicación del torque. El valor alto del torque de sólidos usualmente - se presenta en tuberías verticales, donde el lado del disco sirve-- para abrir y levantar el material sólido. La determinación de este torque no se puede predecir y depende totalmente de la aplicación.

### II.3.1. CALCULO DE TORQUES. ( CASO PRACTICO).

En el formato fig. 11 se muestra un ejemplo de cálculo referente a las variaciones de velocidad, presión, coeficiente del torque dinámico en base a la presión, el torque de fricción y el torque de asentamiento. Para una válvula de 60", 250 Psi,  $V = 10.19$  PPS  $G = 200$  CFS en posición vertical, de acuerdo al método sugerido por ARTMAN VALVE, el torque total como se muestra para cada posición de apertura es igual a la suma de los torques que se presentan para cada posición, es decir el torque total es diferente para cada posición, de tal manera que para la selección del sistema de operación de la válvula se debe considerar el torque de mayor valor, que por lo regular sucede en la posición de cerrado, además por lo indicado en las páginas anteriores referente al valor no significativo del torque de descentramiento y del torque hidrostático para válvulas de mariposa en posición vertical. Una manera sencilla pero no menos importante de poder observar el comportamiento de los torques es por el método gráfico tal como se muestra en las figs.12

La evaluación experimental de los torques es propio de un estudio por separado que requiere de un financiamiento económico mucho mayor, que no está considerado dentro de los alcances del presente trabajo, limitandose unicamente a una primera evaluación de la forma del disco o lenteja tomando como base las variaciones de presión y velocidad lo que será expuesto en las páginas siguientes.

EJEMPLO

60" 250 PSI CLASE B (V=10.19 FPS, G=200 CFS)

DIAMETRO DE FLECHA  
8"

TABLA DE FACTORES PARA VARIAS POSICIONES DEL DISCO DESDE ABIERTO A CERRADO

POSICION DEL DISCO	VELOCIDAD (fps)	PRESION (Psi)	C <sub>TV</sub>	C <sub>F</sub>	C <sub>TP</sub>	T <sub>D</sub> (ft-lbs)	12T <sub>B</sub> (ft-lbs)	T <sub>DESCENTRAMIENTO</sub> (ft-lbs)	T <sub>ASENTAMIENTO</sub> (ft-lbs)	T <sub>HIDROSTATICO</sub> (ft-lbs)	T <sub>TOTAL</sub> (ft-lbs)
90	10.19	.197			28.95	-28.95	-713	15			-698
85	10.19	.23			31.17	5.95	157	18			175
80	10.19	.36			17.06	19.93	877	28			925
75	10.18	.47			19.83	23.39	1379	36			1910
70	10.18	.76			11.65	22.67	2199	58			2202
65	10.17	1.15			9.98	16.76	2909	88			2997
60	10.16	1.87			7.92	9.29	2172	193			2315
55	10.14	2.85			6.21	5.65	2013	218			2231
50	10.11	4.35			4.85	3.33	1811	333			2199
45	10.06	6.36			3.79	2.91	1916	487			2903
40	10.00	9.97			3.25	.09	107	725			832
35	9.92	12.90			2.71	.26	436	1026			1562
30	9.77	20.27			2.17	*	-	1551			1551
25	9.64	26.29			1.88	*	-	2012			2012
20	9.50	32.25			1.66	*	-	2507			2507
15	8.57	28.99			1.00	*	-	5621			5621
10	6.85	158.25			.50	*	-	11952			11957
5	3.69	217.86			.25	*	-	16679			16675
CERRADO	0	250.0			-	-	-	17139	4500		23639

138

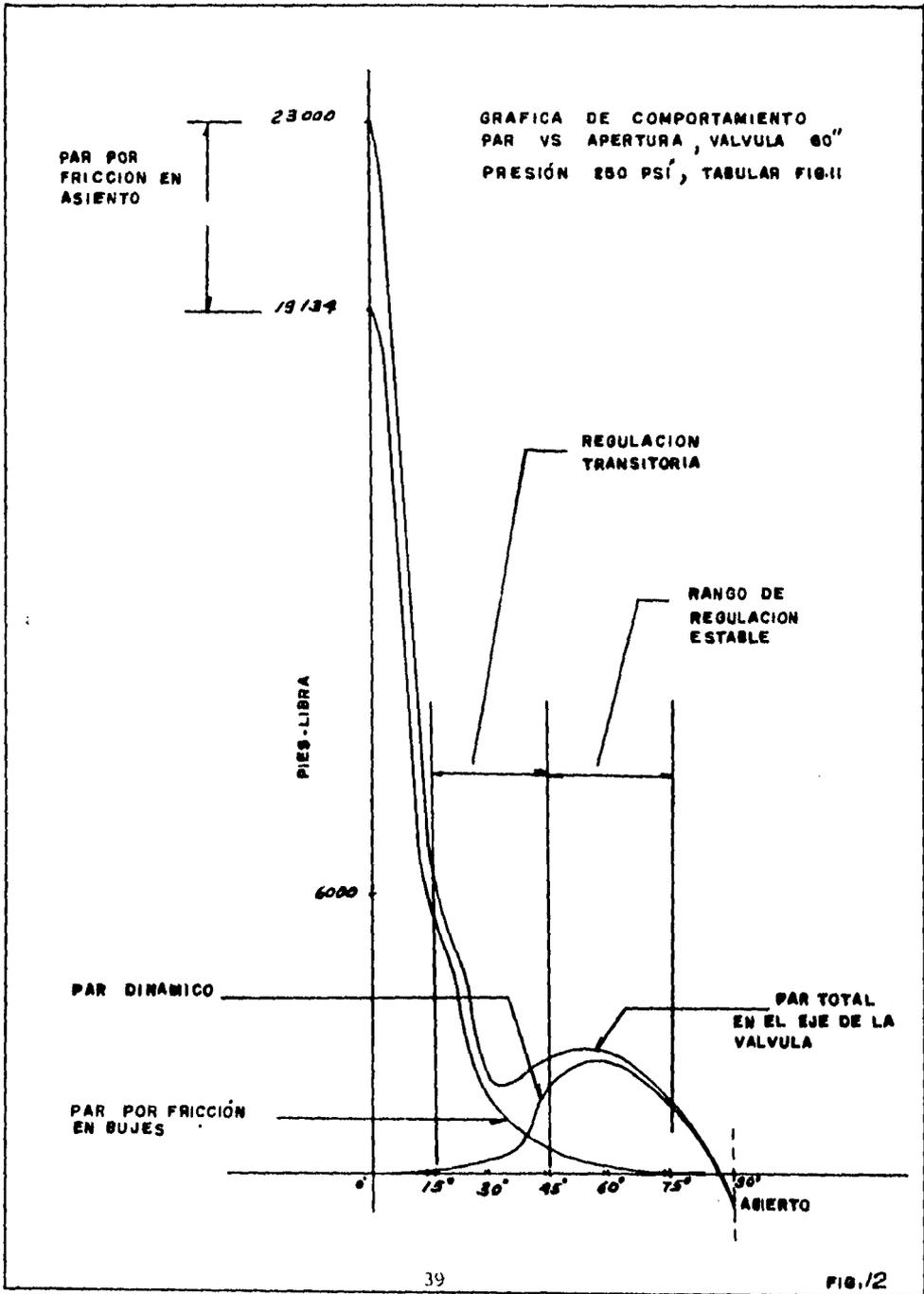
Para Posición Vertical no se aplica

Para Posición Vertical no se aplica

\* NO SON APLICABLES EN TUBOS DE VALVULAS DE 24" o MAYORES, LOS VALORES SON MUY SEGURAS

REP. ARTHUR VALVE

FIGURA 11



## D I S E Ñ O   G E N E R A L

### II.4. RECOMENDACIONES DE RESISTENCIA PARA CADA COMPONENTE.

En general las válvulas de mariposa se caracterizan por ser equipos de menor volumen respecto a otro tipo de válvulas; esta característica se logra en la medida en que se desarrolle un cálculo preciso de cada uno de los componentes teniendo presente que los materiales a usarse dependen estrictamente de las condiciones de trabajo en que deberán operar. Es necesario que los ingenieros tomen sus precauciones en cuanto al tipo de materiales que seleccionen, por tal razón debe contarse siempre con el reporte técnico del cliente, en donde se indiquen todas las condiciones en que operan las válvulas.

Partiendo de la presión diferencial máxima, la velocidad de flujo, la forma del disco y el análisis de los torques se puede iniciar el cálculo de las partes:

#### D I S C O

La forma del disco está determinada por el fabricante y toda una línea (varias medidas) puede estar determinada por la teoría de semejanza geométrica definida de la siguiente manera : modelo y prototipo de diferente medida son geoméricamente semejantes si y sólo si, todas las dimensiones especiales en las tres coordenadas tienen la misma relación de escala lineal.

En la semejanza geométrica todos los ángulos se conservan, todas las dimensiones de flujo se conservan, la orientación del modelo y del prototipo con respecto a los objetos de los alrededores debe ser idéntica.

Habr  violaci3n de la semejanza geométrica cuando el modelo - no cumple con las exigencias, si bien quizá sea posible mostrar mediante contraste experimental que el comportamiento del prototipo - no va a estar afectado por la discrepancia.

Los espesores del disco deberán ser calculados considerando-- la carga máxima. Se recomienda utilizar la técnica de análisis mecánico por elemento finito, con el que se pueden obtener los desplazamientos máximos, así como las líneas de isoesfuerzos, considerando por normas un factor de seguridad de 5, sin que el espesor llegue - a ser mayor de 2.25 veces, el diámetro mínimo de la flecha y sin -- que el diámetro tenga interferencia al girar.

#### C U E R P O .

La forma esta determinada de acuerdo a la norma ANSI B 16.1 - tabla 1 para las bridas de conexi3n. Los espesores de acuerdo a la norma AWWA C 504 así, como la longitud cara a cara tabla 2. La forma final del cuerpo debe considerar un par de masarotas una en cada extremo en las que se pueda maquinar las chumaceras las que sirven de apoyo para la flecha o flechas, estos puntos deben ser analizados por un procedimiento mecánico que asegure la resistencia a la-- carga máxima ( elemento finito).

#### F L E C H A .

Esta parte debe estar diseñada de tal forma que soporte el-- torque de operaci3n requerida y los posibles cambios en el flujo y-- presi3n de trabajo, puede ser ensamblado como una sola pieza o en-- dos partes separadas e insertada en los alojamientos del disco, cada flecha debe insertarse por lo menos 1.5 veces el diámetro de-

EXTRACTO

AMERICAN NATIONAL STANDARD  
CAST IRON PIPE FLANGES AND FLANGED FITTINGS, CLASS 25, 125, 250 AND 800

ANSI B16.1-1975

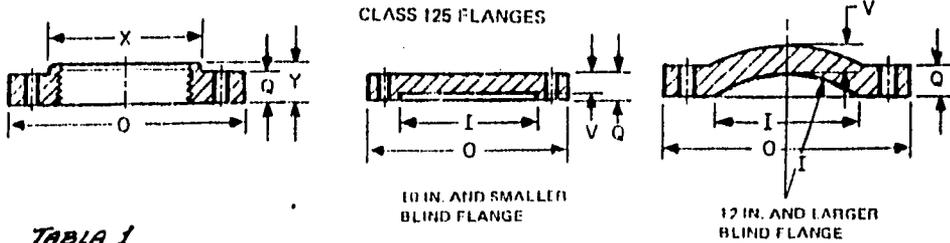


TABLE 1

Table 1 Flange, Bolt Holes and Bolting Dimensions of Class 125 Cast Iron Flanges

Nominal Pipe Size	Dimensions in Inches											
	Flanges		Hubs		Blind Flanges		Bolt Holes		Bolting			
	Dia of Flange (O)	Thickness of Flange (Min) (J)	Dia Hub (Min) (X)	Length of Hub and Threads* (Min) (Y)	Dia of Port (I)	Wall <sup>1</sup> Thick-ness (V)	Dia of Bolt Circle	Dia <sup>2,3</sup> of Bolt Holes	Number of Bolts	Dia of Bolts	Length <sup>4</sup> of Bolts <sup>5</sup>	Length <sup>6</sup> of Bolt- Stud With Two Nuts
1	4.25	0.44	1.94	0.69	1.00	0.38	3.12	0.62	4	0.50	1.75	-
1½	4.62	0.50	2.31	0.81	1.25	0.44	3.50	0.62	4	0.50	2.00	-
2	5.00	0.56	2.56	0.88	1.50	0.50	3.88	0.62	4	0.50	2.00	-
2½	6.00	0.62	3.06	1.00	2.00	0.56	4.75	0.75	4	0.62	2.25	-
3	7.00	0.69	3.56	1.12	2.50	0.63	5.50	0.75	4	0.62	2.50	-
3½	7.50	0.75	4.25	1.19	3.00	0.69	6.00	0.75	4	0.62	2.50	-
4	8.50	0.81	4.81	1.25	3.50	0.75	7.00	0.75	8	0.62	2.75	-
4½	9.00	0.94	5.31	1.31	4.00	0.88	7.50	0.75	8	0.62	3.00	-
5	10.00	0.94	6.34	1.34	5.00	0.88	8.50	0.88	8	0.75	3.00	-
6	11.00	1.00	7.56	1.56	6.00	0.94	9.50	0.88	8	0.75	3.25	-
8	13.50	1.12	9.69	1.75	8.00	1.06	11.75	0.88	8	0.75	3.50	-
10	16.00	1.19	11.91	1.94	10.00	1.12	14.25	1.00	12	0.88	3.75	-
12	19.00	1.25	14.06	2.19	12.00	0.81	17.00	1.00	12	0.88	3.75	-
14	21.00	1.38	15.18	2.25	14.00	0.88	18.75	1.12	12	1.00	4.25	-
16	23.50	1.44	17.50	2.50	16.00	1.00	21.25	1.12	16	1.00	4.50	-
18	25.00	1.56	19.62	2.69	18.00	1.06	22.75	1.25	16	1.12	4.75	-
20	27.50	1.69	21.75	2.88	20.00	1.12	25.00	1.25	20	1.12	5.00	-
24	32.00	1.88	26.00	3.25	24.00	1.25	29.50	1.38	20	1.25	5.50	-
30	38.75	2.12	-	-	30.00	1.41	36.00	1.38	28	1.25	6.75	-
36	46.00	2.38	-	-	36.00	1.62	42.75	1.62	32	1.50	7.00	8.75
42	53.00	2.62	-	-	42.00	1.81	49.50	1.62	36	1.50	7.50	9.25
48	59.50	2.75	-	-	48.00	2.00	56.00	1.62	44	1.50	7.75	9.50
54	66.25	3.00	-	-	-	-	62.75	2.00	44	1.75	8.50	10.50
60	73.00	3.12	-	-	-	-	69.25	2.00	52	1.75	8.75	10.75
72	86.50	3.50	-	-	-	-	82.50	2.00	60	1.75	9.50	11.50
84	99.75	3.88	-	-	-	-	95.50	2.25	64	2.00	10.50	12.75
96	114.25	4.25	-	-	-	-	108.50	2.50	68	2.25	11.50	14.00

- \* These sizes are included for convenience and do not carry a definite rating.
- <sup>1</sup> For Flange, see Paragraph 6.3.1.
- <sup>2</sup> For Flange Bolt Holes, see Paragraph 6.6.
- <sup>3</sup> For Steel Flange, see Paragraph 6.7.
- <sup>4</sup> For Bolts and Nuts, see Paragraph 6.1.
- <sup>5</sup> For Wall Thickness Information, see Paragraph 6.1.
- <sup>6</sup> For Hole of Threaded Flanges, see Paragraph 6.5.1 and 6.4.2.
- All blind flanges 12 in. and larger, must be drilled with inside radius equal to the port diameter.
- <sup>7</sup> Bolt lengths to be compensated for when bolting steel to cast iron flanges.

la flecha, el diámetro de la flecha se obtiene de la tabla indicada en la norma AWWA C504. Tabla 3,4.

#### PERNOS DE SUJECCION.

Estos deben ser diseñados de tal forma que deben tener la capacidad de soportar el torque máximo de cierre, y tener una forma segura de sujección. Además de soportar un par torsional equivalente, al menos del 75% de la resistencia al corte torsional, respecto al diámetro mínimo requerido de la flecha. Se recomienda un análisis mecánico por elemento finito.

#### BUJES O COJINETES.

El tipo de material y los espesores deben ser capaces de soportar la carga máxima debido a la presión en la posición de cierre total, esto implica un cálculo considerando un esfuerzo de compresión para determinar el espesor del buje y la longitud de este, todos los cojinetes ensamblados en el cuerpo de la válvula deben ser autolubrificantes que no tenga efectos dañinos al agua o al hule, y con un coeficiente de fricción que no exceda de 0.25 cuando esté trabajando a la máxima presión del cojinete.

#### E M P A Q U E S

Cuando el comprador específicamente requiere que los sellos de la flecha sean del tipo estopero y prensa estopero, el diseño de la válvula y el ensamble del estopero debe permitir ajustar y reemplazar completamente el empaque sin problema a cualquier parte del ensamble de la válvula o actuador, excepto el empaque.



HORMA DE VALVULAS DE MARIPOSA  
 ANTEPROYECTO EN MEXICO

*SIMILAR A AWWA C504*

**TABLA 4**

Tabla 4 Dimensiones nominales de la Bolla para todos los materiales permitidos

Dimensiones de la Bolla						
mm (in)						
Dimension de la estrella mm (in)	Clase 25A*	Clase 25B*	Clase 25C*	Clase 25D*	Clase 150A*	Clase 150B*
76.2 ( 3)	12.7 ( 1/2)	12.7 ( 1/2)	12.7 ( 1/2)	12.7 ( 1/2)	12.7 ( 1/2)	12.7 ( 1/2)
101.6 ( 4)	15.9 ( 5/8)	15.9 ( 5/8)	15.9 ( 5/8)	15.9 ( 5/8)	15.9 ( 5/8)	15.9 ( 5/8)
152.4 ( 6)	19.0 ( 3/4)	19.0 ( 3/4)	19.0 ( 3/4)	19.0 ( 3/4)	25.4 ( 1)	25.4 ( 1)
203.2 ( 8)	22.2 ( 7/8)	22.2 ( 7/8)	22.2 ( 7/8)	22.2 ( 7/8)	28.6 ( 1 1/8)	28.6 ( 1 1/8)
254.0 ( 10)	25.4 ( 1)	25.4 ( 1)	28.6 ( 1 1/8)	28.6 ( 1 1/8)	28.6 ( 1 1/8)	34.9 ( 1 3/8)
304.8 ( 12)	28.6 ( 1 1/8)	28.6 ( 1 1/8)	31.8 ( 1 1/4)	31.8 ( 1 1/4)	31.8 ( 1 1/4)	38.1 ( 1 1/2)
355.6 ( 14)	31.8 ( 1 1/4)	31.8 ( 1 1/4)	34.9 ( 1 3/8)	34.9 ( 1 3/8)	38.1 ( 1 1/2)	44.4 ( 1 3/4)
406.4 ( 16)	34.9 ( 1 3/8)	38.1 ( 1 1/2)	38.1 ( 1 1/2)	41.3 ( 1 5/8)	44.4 ( 1 3/4)	50.8 ( 2)
457.2 ( 18)	38.1 ( 1 1/2)	41.3 ( 1 5/8)	41.3 ( 1 5/8)	44.4 ( 1 3/4)	50.8 ( 2)	57.2 ( 2 1/4)
508.0 ( 20)	41.3 ( 1 5/8)	44.4 ( 1 3/4)	44.4 ( 1 3/4)	47.6 ( 1 7/8)	57.2 ( 2 1/4)	63.5 ( 2 1/2)
558.8 ( 22)	44.4 ( 1 3/4)	47.6 ( 1 7/8)	50.8 ( 2)	50.8 ( 2)	63.5 ( 2 1/2)	69.8 ( 2 3/4)
609.6 ( 24)	47.6 ( 1 7/8)	50.8 ( 2)	54.0 ( 2 1/4)	54.0 ( 2 1/4)	69.8 ( 2 3/4)	76.2 ( 3)
660.4 ( 26)	50.8 ( 2)	54.0 ( 2 1/4)	57.2 ( 2 1/4)	57.2 ( 2 1/4)	76.2 ( 3)	82.6 ( 3 1/4)
711.2 ( 28)	54.0 ( 2 1/4)	57.2 ( 2 1/4)	60.4 ( 2 3/8)	60.4 ( 2 3/8)	82.6 ( 3 1/4)	89.0 ( 3 1/2)
762.0 ( 30)	57.2 ( 2 1/4)	60.4 ( 2 3/8)	63.5 ( 2 1/2)	63.5 ( 2 1/2)	89.0 ( 3 1/2)	95.4 ( 3 3/4)
812.8 ( 32)	60.4 ( 2 3/8)	63.5 ( 2 1/2)	66.7 ( 2 5/8)	66.7 ( 2 5/8)	95.4 ( 3 3/4)	101.8 ( 4)
863.6 ( 34)	63.5 ( 2 1/2)	66.7 ( 2 5/8)	69.9 ( 2 7/8)	69.9 ( 2 7/8)	101.8 ( 4)	108.2 ( 4 1/4)
914.4 ( 36)	66.7 ( 2 5/8)	69.9 ( 2 7/8)	73.1 ( 3)	73.1 ( 3)	108.2 ( 4 1/4)	114.6 ( 4 1/2)
965.2 ( 38)	69.9 ( 2 7/8)	73.1 ( 3)	76.2 ( 3 1/4)	76.2 ( 3 1/4)	114.6 ( 4 1/2)	121.0 ( 4 3/4)
1016.0 ( 40)	73.1 ( 3)	76.2 ( 3 1/4)	79.4 ( 3 1/2)	79.4 ( 3 1/2)	121.0 ( 4 3/4)	127.4 ( 5)
1066.8 ( 42)	76.2 ( 3 1/4)	79.4 ( 3 1/2)	82.6 ( 3 1/4)	82.6 ( 3 1/4)	127.4 ( 5)	133.8 ( 5 1/4)
1117.6 ( 44)	79.4 ( 3 1/2)	82.6 ( 3 1/4)	85.7 ( 3 3/8)	85.7 ( 3 3/8)	133.8 ( 5 1/4)	140.2 ( 5 1/2)
1168.4 ( 46)	82.6 ( 3 1/4)	85.7 ( 3 3/8)	88.9 ( 3 4/8)	88.9 ( 3 4/8)	140.2 ( 5 1/2)	146.6 ( 5 3/4)
1219.2 ( 48)	85.7 ( 3 3/8)	88.9 ( 3 4/8)	92.1 ( 3 5/8)	92.1 ( 3 5/8)	146.6 ( 5 3/4)	153.0 ( 6)
1270.0 ( 50)	88.9 ( 3 4/8)	92.1 ( 3 5/8)	95.2 ( 3 7/8)	95.2 ( 3 7/8)	153.0 ( 6)	159.4 ( 6 1/4)
1320.8 ( 52)	92.1 ( 3 5/8)	95.2 ( 3 7/8)	98.4 ( 4)	98.4 ( 4)	159.4 ( 6 1/4)	165.8 ( 6 1/2)
1371.6 ( 54)	95.2 ( 3 7/8)	98.4 ( 4)	101.5 ( 4 1/8)	101.5 ( 4 1/8)	165.8 ( 6 1/2)	172.2 ( 6 3/4)
1422.4 ( 56)	98.4 ( 4)	101.5 ( 4 1/8)	104.7 ( 4 1/4)	104.7 ( 4 1/4)	172.2 ( 6 3/4)	178.6 ( 7)
1473.2 ( 58)	101.5 ( 4 1/8)	104.7 ( 4 1/4)	107.9 ( 4 1/4)	107.9 ( 4 1/4)	178.6 ( 7)	185.0 ( 7 1/4)
1524.0 ( 60)	104.7 ( 4 1/4)	107.9 ( 4 1/4)	111.0 ( 4 3/8)	111.0 ( 4 3/8)	185.0 ( 7 1/4)	191.4 ( 7 1/2)
1574.8 ( 62)	107.9 ( 4 1/4)	111.0 ( 4 3/8)	114.2 ( 4 3/4)	114.2 ( 4 3/4)	191.4 ( 7 1/2)	197.8 ( 7 3/4)
1625.6 ( 64)	111.0 ( 4 3/8)	114.2 ( 4 3/4)	117.3 ( 4 5/8)	117.3 ( 4 5/8)	197.8 ( 7 3/4)	204.2 ( 8)
1676.4 ( 66)	114.2 ( 4 3/4)	117.3 ( 4 5/8)	120.5 ( 4 7/8)	120.5 ( 4 7/8)	204.2 ( 8)	210.6 ( 8 1/4)
1727.2 ( 68)	117.3 ( 4 5/8)	120.5 ( 4 7/8)	123.7 ( 5)	123.7 ( 5)	210.6 ( 8 1/4)	217.0 ( 8 1/2)
1778.0 ( 70)	120.5 ( 4 7/8)	123.7 ( 5)	126.9 ( 5 1/8)	126.9 ( 5 1/8)	217.0 ( 8 1/2)	223.4 ( 8 3/4)
1828.8 ( 72)	123.7 ( 5)	126.9 ( 5 1/8)	130.0 ( 5 1/4)	130.0 ( 5 1/4)	223.4 ( 8 3/4)	229.8 ( 9)
1879.6 ( 74)	126.9 ( 5 1/8)	130.0 ( 5 1/4)	133.2 ( 5 1/4)	133.2 ( 5 1/4)	229.8 ( 9)	236.2 ( 9 1/4)
1930.4 ( 76)	130.0 ( 5 1/4)	133.2 ( 5 1/4)	136.4 ( 5 3/8)	136.4 ( 5 3/8)	236.2 ( 9 1/4)	242.6 ( 9 1/2)
1981.2 ( 78)	133.2 ( 5 1/4)	136.4 ( 5 3/8)	139.6 ( 5 3/4)	139.6 ( 5 3/4)	242.6 ( 9 1/2)	249.0 ( 9 3/4)
2032.0 ( 80)	136.4 ( 5 3/8)	139.6 ( 5 3/4)	142.8 ( 5 3/4)	142.8 ( 5 3/4)	249.0 ( 9 3/4)	255.4 ( 10)
2082.8 ( 82)	139.6 ( 5 3/4)	142.8 ( 5 3/4)	146.0 ( 5 3/4)	146.0 ( 5 3/4)	255.4 ( 10)	261.8 ( 10 1/4)
2133.6 ( 84)	142.8 ( 5 3/4)	146.0 ( 5 3/4)	149.2 ( 5 3/4)	149.2 ( 5 3/4)	261.8 ( 10 1/4)	268.2 ( 10 1/2)
2184.4 ( 86)	146.0 ( 5 3/4)	149.2 ( 5 3/4)	152.4 ( 5 7/8)	152.4 ( 5 7/8)	268.2 ( 10 1/2)	274.6 ( 10 3/4)
2235.2 ( 88)	149.2 ( 5 7/8)	152.4 ( 5 7/8)	155.6 ( 6)	155.6 ( 6)	274.6 ( 10 3/4)	281.0 ( 11)
2286.0 ( 90)	152.4 ( 6)	155.6 ( 6)	158.8 ( 6 1/8)	158.8 ( 6 1/8)	281.0 ( 11)	287.4 ( 11 1/4)
2336.8 ( 92)	155.6 ( 6)	158.8 ( 6 1/8)	162.0 ( 6 1/4)	162.0 ( 6 1/4)	287.4 ( 11 1/4)	293.8 ( 11 1/2)
2387.6 ( 94)	158.8 ( 6 1/8)	162.0 ( 6 1/4)	165.2 ( 6 1/4)	165.2 ( 6 1/4)	293.8 ( 11 1/2)	300.2 ( 11 3/4)
2438.4 ( 96)	162.0 ( 6 1/4)	165.2 ( 6 1/4)	168.4 ( 6 3/8)	168.4 ( 6 3/8)	300.2 ( 11 3/4)	306.6 ( 12)
2489.2 ( 98)	165.2 ( 6 1/4)	168.4 ( 6 3/8)	171.6 ( 6 3/4)	171.6 ( 6 3/4)	306.6 ( 12)	313.0 ( 12 1/4)
2540.0 ( 100)	168.4 ( 6 3/8)	171.6 ( 6 3/4)	174.8 ( 6 3/4)	174.8 ( 6 3/4)	313.0 ( 12 1/4)	319.4 ( 12 1/2)
2590.8 ( 102)	171.6 ( 6 3/4)	174.8 ( 6 3/4)	178.0 ( 6 3/4)	178.0 ( 6 3/4)	319.4 ( 12 1/2)	325.8 ( 12 3/4)
2641.6 ( 104)	174.8 ( 6 3/4)	178.0 ( 6 3/4)	181.2 ( 6 3/4)	181.2 ( 6 3/4)	325.8 ( 12 3/4)	332.2 ( 13)
2692.4 ( 106)	178.0 ( 6 3/4)	181.2 ( 6 3/4)	184.4 ( 6 3/4)	184.4 ( 6 3/4)	332.2 ( 13)	338.6 ( 13 1/4)
2743.2 ( 108)	181.2 ( 6 3/4)	184.4 ( 6 3/4)	187.6 ( 6 3/4)	187.6 ( 6 3/4)	338.6 ( 13 1/4)	345.0 ( 13 1/2)
2794.0 ( 110)	184.4 ( 6 3/4)	187.6 ( 6 3/4)	190.8 ( 6 3/4)	190.8 ( 6 3/4)	345.0 ( 13 1/2)	351.4 ( 13 3/4)
2844.8 ( 112)	187.6 ( 6 3/4)	190.8 ( 6 3/4)	194.0 ( 6 3/4)	194.0 ( 6 3/4)	351.4 ( 13 3/4)	357.8 ( 14)
2895.6 ( 114)	190.8 ( 6 3/4)	194.0 ( 6 3/4)	197.2 ( 6 3/4)	197.2 ( 6 3/4)	357.8 ( 14)	364.2 ( 14 1/4)
2946.4 ( 116)	194.0 ( 6 3/4)	197.2 ( 6 3/4)	200.4 ( 6 3/4)	200.4 ( 6 3/4)	364.2 ( 14 1/4)	370.6 ( 14 1/2)
2997.2 ( 118)	197.2 ( 6 3/4)	200.4 ( 6 3/4)	203.6 ( 6 3/4)	203.6 ( 6 3/4)	370.6 ( 14 1/2)	377.0 ( 14 3/4)
3048.0 ( 120)	200.4 ( 6 3/4)	203.6 ( 6 3/4)	206.8 ( 6 3/4)	206.8 ( 6 3/4)	377.0 ( 14 3/4)	383.4 ( 15)
3098.8 ( 122)	203.6 ( 6 3/4)	206.8 ( 6 3/4)	210.0 ( 6 3/4)	210.0 ( 6 3/4)	383.4 ( 15)	389.8 ( 15 1/4)
3149.6 ( 124)	206.8 ( 6 3/4)	210.0 ( 6 3/4)	213.2 ( 6 3/4)	213.2 ( 6 3/4)	389.8 ( 15 1/4)	396.2 ( 15 1/2)
3200.4 ( 126)	210.0 ( 6 3/4)	213.2 ( 6 3/4)	216.4 ( 6 3/4)	216.4 ( 6 3/4)	396.2 ( 15 1/2)	402.6 ( 15 3/4)
3251.2 ( 128)	213.2 ( 6 3/4)	216.4 ( 6 3/4)	219.6 ( 6 3/4)	219.6 ( 6 3/4)	402.6 ( 15 3/4)	409.0 ( 16)
3302.0 ( 130)	216.4 ( 6 3/4)	219.6 ( 6 3/4)	222.8 ( 6 3/4)	222.8 ( 6 3/4)	409.0 ( 16)	415.4 ( 16 1/4)
3352.8 ( 132)	219.6 ( 6 3/4)	222.8 ( 6 3/4)	226.0 ( 6 3/4)	226.0 ( 6 3/4)	415.4 ( 16 1/4)	421.8 ( 16 1/2)
3403.6 ( 134)	222.8 ( 6 3/4)	226.0 ( 6 3/4)	229.2 ( 6 3/4)	229.2 ( 6 3/4)	421.8 ( 16 1/2)	428.2 ( 16 3/4)
3454.4 ( 136)	226.0 ( 6 3/4)	229.2 ( 6 3/4)	232.4 ( 6 3/4)	232.4 ( 6 3/4)	428.2 ( 16 3/4)	434.6 ( 17)
3505.2 ( 138)	229.2 ( 6 3/4)	232.4 ( 6 3/4)	235.6 ( 6 3/4)	235.6 ( 6 3/4)	434.6 ( 17)	441.0 ( 17 1/4)
3556.0 ( 140)	232.4 ( 6 3/4)	235.6 ( 6 3/4)	238.8 ( 6 3/4)	238.8 ( 6 3/4)	441.0 ( 17 1/4)	447.4 ( 17 1/2)
3606.8 ( 142)	235.6 ( 6 3/4)	238.8 ( 6 3/4)	242.0 ( 6 3/4)	242.0 ( 6 3/4)	447.4 ( 17 1/2)	453.8 ( 17 3/4)
3657.6 ( 144)	238.8 ( 6 3/4)	242.0 ( 6 3/4)	245.2 ( 6 3/4)	245.2 ( 6 3/4)	453.8 ( 17 3/4)	460.2 ( 18)
3708.4 ( 146)	242.0 ( 6 3/4)	245.2 ( 6 3/4)	248.4 ( 6 3/4)	248.4 ( 6 3/4)	460.2 ( 18)	466.6 ( 18 1/4)
3759.2 ( 148)	245.2 ( 6 3/4)	248.4 ( 6 3/4)	251.6 ( 6 3/4)	251.6 ( 6 3/4)	466.6 ( 18 1/4)	473.0 ( 18 1/2)
3810.0 ( 150)	248.4 ( 6 3/4)	251.6 ( 6 3/4)	254.8 ( 6 3/4)	254.8 ( 6 3/4)	473.0 ( 18 1/2)	479.4 ( 18 3/4)
3860.8 ( 152)	251.6 ( 6 3/4)	254.8 ( 6 3/4)	258.0 ( 6 3/4)	258.0 ( 6 3/4)	479.4 ( 18 3/4)	485.8 ( 19)
3911.6 ( 154)	254.8 ( 6 3/4)	258.0 ( 6 3/4)	261.2 ( 6 3/4)	261.2 ( 6 3/4)	485.8 ( 19)	492.2 ( 19 1/4)
3962.4 ( 156)	258.0 ( 6 3/4)	261.2 ( 6 3/4)	264.4 ( 6 3/4)	264.4 ( 6 3/4)	492.2 ( 19 1/4)	498.6 ( 19 1/2)
4013.2 ( 158)	261.2 ( 6 3/4)	264.4 ( 6 3/4)	267.6 ( 6 3/4)	267.6 ( 6 3/4)	498.6 ( 19 1/2)	505.0 ( 19 3/4)
4064.0 ( 160)	264.4 ( 6 3/4)	267.6 ( 6 3/4)	270.8 ( 6 3/4)	270.8 ( 6 3/4)	505.0 ( 19 3/4)	511.4 ( 20)
4114.8 ( 162)	267.6 ( 6 3/4)	270.8 ( 6 3/4)	274.0 ( 6 3/4)	274.0 ( 6 3/4)	511.4 ( 20)	517.8 ( 20 1/4)
4165.6 ( 164)	270.8 ( 6 3/4)	274.0 ( 6 3/4)	277.2 ( 6 3/4)	277.2 ( 6 3/4)	517.8 ( 20 1/4)	524.2 ( 20 1/2)
4216.4 ( 166)	274.0 ( 6 3/4)	277.2 ( 6 3/4)	280.4 ( 6 3/4)	280.4 ( 6 3/4)	524.2 ( 20 1/2)	530.6 ( 20 3/4)
4267.2 ( 168)	277.2 ( 6 3/4)	280.4 ( 6 3/4)	283.6 ( 6 3/4)	283.6 ( 6 3/4)	530.6 ( 20 3/4)	537.0 ( 21)
4318.0 ( 170)	280.4 ( 6 3/4)	283.6 ( 6 3/4)	286.8 ( 6 3/4)	286.8 ( 6 3/4)	537.0 ( 21)	543.4 ( 21 1/4)
4368.8 ( 172)	283.6 ( 6 3/4)	286.8 ( 6 3/4)	290.0 ( 6 3/4)	290.0 ( 6 3/4)	543.4 ( 21 1/4)	549.8 ( 21 1/2)
4419.6 ( 174)	286.8 ( 6 3/4)	290.0 ( 6 3/4)	293.2 ( 6 3/4)	293.2 ( 6 3/4)	549.8 ( 21 1/2)	556.2 ( 21 3/4)
4470.4 ( 176)	290.0 ( 6 3/4)	293.2 ( 6 3/4)	296.4 ( 6 3/4)	296.4 ( 6 3/4)	556.2 ( 21 3/4)	562.6 ( 22)
4521.2 ( 178)	293.2 ( 6 3/4)	296.4 ( 6 3/4)	299.6 ( 6 3/4)	299.6 ( 6 3/4)	562.6 ( 22)	569.0 ( 22 1/4)
4572.0 ( 180)	296.4 ( 6 3/4)	299.6 ( 6 3/4)	302.8 ( 6 3/4)	302.8 ( 6 3/4)	569.0 ( 22 1/4)	575.4 ( 22 1/2)
4622.8 ( 182)	299.6 ( 6 3/4)	302.8 ( 6 3/4)	306.0 ( 6 3/4)	306.0 ( 6 3/4)	575.4 ( 22 1/2)	581.8 ( 22 3/4)
4673.6 ( 184)	302.8 ( 6 3/4)	306.0 ( 6 3/4)	309.2 ( 6 3/4)	309.2 ( 6 3/4)	581.8 ( 22 3/4)	588.2 ( 23)
4724.4 ( 186)	306.0 ( 6 3/4)	309.2 ( 6 3/4)	312.4 ( 6 3/4)	312.4 ( 6 3/4)	588.2 ( 23)	594.6 ( 23 1/4)
4775.2 ( 188)	309.2 ( 6 3/4)	312.4 ( 6 3/4)	315.6 ( 6 3/4)	315.6 ( 6 3/4)	594.6 ( 23 1/4)	601.0 ( 23 1/2)
4826.0 ( 190)	312.4 ( 6 3/4)	315.6 ( 6 3/4)	318.8 ( 6 3/4)	318.8 ( 6 3/4)	601.0 ( 23 1/2)	607.4 ( 23 3/4)
4876.8 ( 192)	315.6 ( 6 3/4)	318.8 ( 6 3/4)	322.0 ( 6 3/4)	322.0 ( 6 3/4)	607.4 ( 23 3/4)	613.8 ( 24)
4927.6 ( 194)	318.8 ( 6 3/4)	322.0 ( 6 3/4)	325.2 ( 6 3/4)	325.2 ( 6 3/4)	613.8 ( 24)	620.2 ( 24 1/4)
4978.4 ( 196)	322.0 ( 6 3/4)	325.2 ( 6 3/4)	328.4 ( 6 3/4)	328.4 ( 6 3/4)	620.2 ( 24 1/4)	626.6 ( 24 1/2)
5029.2 ( 198)	325.2 ( 6 3/4)	328.4 ( 6 3/4)	331.6 ( 6 3/4)	331.6 ( 6 3/4)	626.6 ( 24 1/2)	633.0 ( 24 3/4)
5080.0 ( 200)	328.4 ( 6 3/4)	331.6 ( 6 3/4)	334.8 ( 6 3/4)	334.8 ( 6 3/4)	633.0 ( 24 3/4)	639.4 ( 25)
5130.8 ( 202)	331.6 ( 6 3/4)	334.8 ( 6 3/4)	338.0 ( 6 3/4)	338.0 ( 6 3/4)	639.4 ( 25)	

#### ASIENTOS DE HULE.

Los asientos de hule pueden aplicarse al disco o al cuerpo de la válvula y estos deberán ser de hule sintético o natural, nuevo y reforzado, deberán ser sujetados mecánicamente, pegados o vulcanizados al disco o al cuerpo de la válvula.

#### SUJETADORES Y ANILLOS DE RETENCION.

Todos los sujetadores y anillos de retención para los asientos de hule, deben ser de un material resistente a la corrosión --- como acero inoxidable o cuproniquel (monel) y todos los tornillos y tuercas deben ser de acero inoxidable.

#### TORNILLO NIVELADOR.

La función que realiza es básicamente un cojinete de empuje - con el cual se logra sostener firmemente el disco en el centro del asiento. Es necesario en válvulas mayores de 20" por el peso del -- disco.

Como una recomendación se sugiere que para tener una referencia importante en el cálculo de cada componente se tome primero en cuenta los materiales permitidos por normas con menor resistencia - mecánica con lo que se obtendrán los espesores mayores. Ejem. Tabla 5. ACTUADOR MECANICO-ELECTRICO.

El actuador es una parte integral esencial de una válvula de mariposa. El par torsional nominal de cada actuador debe ser sufi-- ciente para asentar desacoplar y mantener rígido en cualquier posi-- ción intermedia. El disco de la válvula. Este debe estar equipado-- con dispositivos mecánicos limitantes de paro ajustables, para pre-- venir el corrimiento del disco de la válvula en las posiciones ---- abierto -cerrado, la cubierta del actuador, los soportes y las co--

nexiones a la válvula deben diseñarse con un factor de seguridad - mínimo de 5, basado en la resistencia última o un factor de seguridad de 3, basado en la resistencia a la cedencia de los materiales usados. Los actuadores deben diseñarse para ser operados por una -- persona con una fuerza máxima de entrada de 36kg. (80 lb) sobre el -- volante manual, los actuadores de engranes o de tuerca corrediza -- deben ser de autocierre y diseñador para transmitir dos veces el -- par requerido sin dañar las caras del diente de engrane o las ca-- ras de contacto del tornillo o de la tuerca de transmisión.

Los actuadores compuestos de engranes sin fin deben estar --- totalmente encerrados en una carcasa sellada para que tanto el -- sin fin de acero endurecido como la corona de bronce operen sumer-- gidos en un lubricante.

## OPCIONES EN MATERIALES

**TABLA 5**

DESCRIPCION	MATERIALES	ASTM
ASIEN TO DEL CUERPO	HIERRO ACERO INOXIDABLE	A-126B A-167-304
ASIEN TO DEL DISCO	NEOPRENO EPDM BUNA N.	..... ..... .....
CUERPO	HIERRO NI-RESIST ACERO INOXIDABLE	A-126B A-436 A-351-CF8M
DISCO	HIERRO NI-RESIST BRONCE ACERO INOXIDABLE	A-448-40 A-436 B-62 A-351-CF8M
FLECHA INFERIOR FLECHA SUPERIOR	ACERO AL CARBON ACERO INOXIDABLE ACERO INOXIDABLE ACERO INOXIDABLE MONEL	A-108-1030 A-276-304 A-276-316 A-276-410 .....

Nota: El tipo del disco, el tipo de asiento, tamaño del rebba y tamaño del perno, según del mismo material del que se selecciona para la flecha.

**VER APENDICE B**

## II.5.- EVALUACION HIDRODINAMICA DE LA FORMA DEL DISCO.

En el presente trabajo se efectuaron mediciones para una -- válvula prototipo de 10 ". Se utilizó la instalación experimental -- mostrada en las figs. 13, 14 en donde se ilustra claramente la distancia de las tomas para medir la presión local aguas arriba y abajo de la válvula de acuerdo a las recomendaciones de la ASME (American Society of machanical Engineers ). Como puede observarse, la distancia de la toma aguas abajo es mucho mayor y tiene como fina-- lidad evitar la zona de transición debido a la presencia de la ma-- rriposa.

Casi todas las válvulas experimentan grandes velocidades -- de flujo interno, este es debido a que el área de flujo de la válvula es menor que el de la tubería.

Cuando se habla de velocidad de flujo, practicamente se -- considera a la velocidad de trabajo que existe en la tubería cercana a la válvula y no a la que atravieza la válvula. Esto se define en base a la facilidad para determinar el área de flujo en la tubería en lugar del área de flujo en la válvula, especialmente cuando se tiene que evaluar varias posiciones de apertura. En adelante, al referirnos a la velocidad de flujo estaremos haciendo mención a la velocidad de flujo que pasa por la tubería.

Es oportuno indicar que los aspectos que influyen directa-- mente en la obstrucción en mayor o menor proporción son :

AREA DE PASO DE FLUJO.- Se puede observar que a menor espesor del disco necesariamente se tiene una mayor -- área libre y el flujo sufrirá menos cam-- bios.

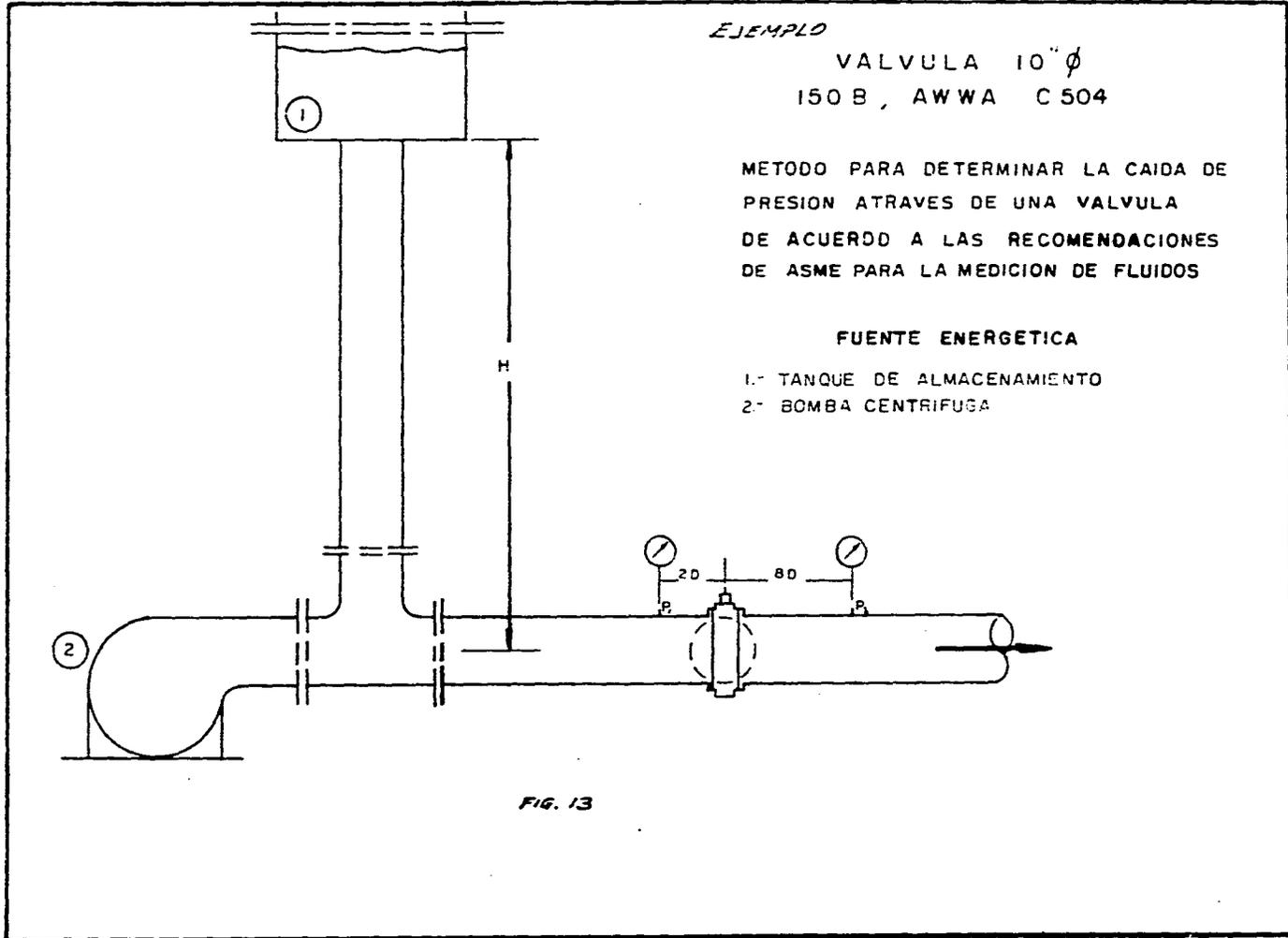
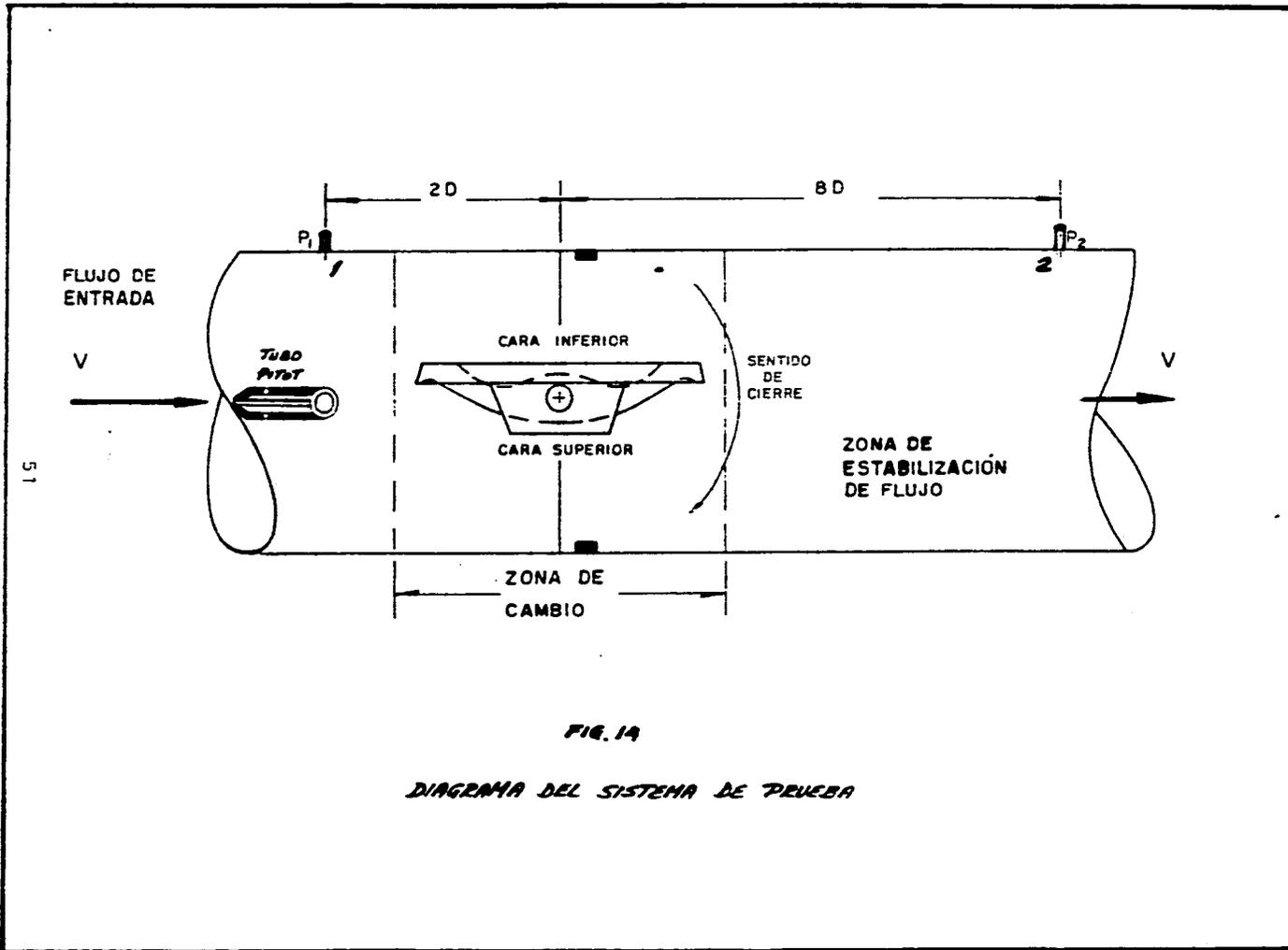


FIG. 13



FORMA SUPERFICIAL.- Al igual que en los problemas de aerodinámica-  
la forma del perfil del disco debe ser deter--  
minado para producir un mínimo de pérdidas y -  
turbulencias de tal manera que el flujo unica--  
mente deslize sobre la superficie del disco.

RESISTENCIA ESTRUCTURAL.- Este tercer aspecto podriamos considerar-  
lo como regulador de los anteriores; es decir--  
para fines hidrodinámicos es determinante el -  
área de flujo libre y la forma aerodinámica --  
del disco. Más en la forma última del disco-  
debe estar considerada la resistencia necesa--  
ria para soportar la carga máxima de funcio---  
namiento.

### II.5.1.- METODO PRACTICO PARA OBSERVAR EL COMPORTAMIENTO HIDRODINAMICO DEL DISCO.

El ensayo experimental mostrado se justifica en base a la necesidad de tener un conocimiento preciso del funcionamiento de las --válvulas de mariposa, las que una vez instaladas como componentes-- de control en los sistemas de tubería puede tener un efecto positivo o negativo en el costo del bombeo, que se traduce en pérdidas o ganancias para el usuario.

Esta condición fué la razón para encauzar los trabajos hacia la elaboración de estos tres modelos de disco que son similares a los que existen en el mercado de válvulas de mariposa y que son representativos de tres marcas diferentes (Pratt, Mcnelly y Artman Co)-- con los que vamos a obtener valores experimentales directos, de presión y velocidad, utilizando las técnicas de medición normalmente-- aceptadas para la medición de estos parámetros y que se explican en el Apendice A del presente trabajo.

Las variaciones de la presión y velocidad en función del ángulo de apertura, teóricamente deben ser diferentes para cada modelo, condición que experimentalmente debe ser comprobada.

La variable experimental que nos da la comprobación de ésta tesis es el coeficiente de flujo  $C_f$ , el que se deduce de la aplicación de la ecuación general de la energía para un sistema de tubería, conocido también como el teorema de Bernoulli, que se define-- de la siguiente manera:

$$\frac{P}{\rho} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 - h_v = \frac{P_2}{\rho} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2$$

Para una misma altura y velocidad constante.

$$h_v = \frac{P_1 - P_2}{\gamma} = \frac{\Delta P}{\gamma} \quad \text{Perdidas en la Valvula}$$

$$h_v = \frac{\Delta P}{\gamma} = K \frac{V^2}{2g} \quad K: \text{Coeficiente de resistencia}$$

$$K = \frac{2g \Delta P}{\gamma V^2}$$

La ecuación anterior se puede representar de la forma siguiente:

$$\frac{1}{2} P K = \frac{\Delta P}{V^2} = \frac{1}{C_f^2} \quad \text{donde } C_f: \text{Coeficiente de flujo usado por AWWA}$$

$$\sqrt{\frac{1}{2} P K} = \frac{\sqrt{\Delta P}}{V} = \frac{1}{C_f}$$

Los productores de válvulas consideran un segundo coeficiente que se define con la siguiente ecuación:

$$\frac{1}{2} P K = K \quad \text{donde } K$$

Coeficiente de flujo en terminos-  
de la velocidad.

De tal manera que la igualdad entre ambos coeficiente se reduce --  
como sigue:

$$\sqrt{K} = \frac{1}{C_f}$$

$$K = \frac{1}{C_f^2}$$

Más por conveniencia, se utilizará la relación :

$$C_f = \frac{V}{\sqrt{\Delta P}}$$

Enseguida se muestran tres discos con diferente perfil fig. 20, 21, 22 y los cuales fueron seleccionados cuidadosamente para ser -- utilizados en las mediciones, y poder evaluar por comparación la -- influencia de cada uno de los tres aspectos mencionados.

A continuación se da una breve descripción de cada uno. El primero fig. 20 presenta en la posición de abierto total una sección-- demasiado robusta que garantiza la resistencia mecánica, pero disminuye el área de flujo en gran medida, el segundo fig. 21 como -- se puede observar en una estructura que considera soportes en donde se concentra la carga, obteniendo así mayor resistencia junto-- con menor peso del disco y, a su vez una mayor área de flujo. El -- tercero fig. 22 , muestra una forma en donde se da una mayor importancia a las cuestiones aerodinámicas. El objetivo es determinar-- por contraste experimental la diferencia del comportamiento hidrodinámico en válvulas de mariposa con discos de diferente perfil de ataque. Para esto, y considerando las limitaciones de financiamiento, las mediciones experimentales están limitadas únicamente a la evaluación de la presión y velocidad para 10 posiciones interme--- dias entre la apertura total y la posición de cierre. Se utilizan un total de 3 discos diferentes, totalmente intercambiables con el cuerpo.

Las variables hidráulicas indicadas y que serán gráficas -- son: caída de presión y velocidad de flujo, de acuerdo a la hoja -- de registro de datos anexa. El modelo experimental montado tiene-- las características y medidas que se encuentran en el diagrama.

Dentro del cálculo mostrado en la sección del cálculo de torques es de gran importancia el coeficiente de flujo definido algebraicamente como:

$$Cf = \frac{V_2}{\Delta P}$$

Parámetro normalmente usado por los fabricantes de válvulas (AWWA). y que teóricamente se define como:

Caudal de agua por minuto que produce una pérdida de presión de una libra por pulgada cuadrada.

REGISTRO DE LECTURAS

VALVULA: 10"  $\phi$ , CLASE 150 LB/PLG<sup>2</sup>, AWWA

PRIMER DISCO DE PRUEBA

CARACTERISTICA - PARTE CENTRAL ROBUSTA (MAYOR RESISTENCIA MECANICA)

SEMEJANTE A LA MARCA MC NELLY

OBJETIVO: DETERMINAR LAS VARIACIONES DE LA VELOCIDAD.

EL CALCULO DE LA VELOCIDAD DE FLUJO SE OBTIENE CON LA EC.

$$V = \sqrt{\frac{2 P_{\text{PITOT}} - P_{\text{EST.}}}{\rho}} = \sqrt{2gh}$$

h SE OBTIENE CON EL TUBO DE PITOT, COLOCADO AL CENTRO DE LA TUBERIA. EL FLUIDO DE TRABAJO ES AGUA

h: ALTURA MANOMETRICA CM, FT.

V: VELOCIDAD DEL FLUJO FT/SEG.

g: FUERZA DE LA GRAVEDAD 32.2 PMS/SEG<sup>2</sup>, FT/SEG<sup>2</sup>

P<sub>PITOT</sub>: PRESION DE ESTANCAMIENTO, P<sub>EST.</sub>: PRESION ESTATICA

APERTURA DISCO	h <sub>cm</sub> <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	h <sub>ft</sub> <sub>H<sub>2</sub>O</sub>	V <sub>ft/seg</sub>
90°	20cm	0.656	6.5
80°	18	0.590	6.164
70°	16	0.525	5.814
60°	12	0.393	5.030
50°	8	0.262	4.107
40°	5.6	0.183	3.433
30°	4	0.131	2.909
20°	3.2	0.105	2.600
10°	3	0.098	2.512
0°	0	0	0

LOS VALORES QUE SE MUESTRAN SON EL PROMEDIO DE VARIAS LECTURAS EXPERIMENTALES.

LABORATORIO DE HIDRAULICA  
FAC. ING. UNAH.

VALVULA 10", CLASE 150 16/plg<sup>2</sup>, AWWA C504

1<sup>er</sup> PERFIL.- ROBUSTO, CON MAYOR RESISTENCIA MECANICA, Mc NELLY  
 CALCULO DE LA  
 CAIDA DE PRESION ΔP

APERTURA DISCO	P <sub>1</sub> 16/plg <sup>2</sup>	P <sub>1</sub> 16/ft <sup>2</sup>	P <sub>2</sub> 16/plg <sup>2</sup>	P <sub>2</sub> 16/ft <sup>2</sup>	ΔP 16/ft <sup>2</sup>
90°	4	576	3.0	432	144
80°	4.2	604.8	2.8	403.2	201.6
70°	4.8	691.2	2.4	345.6	345.6
60°	5.3	763.2	1.8	259.2	504
50°	5.35	770.4	1.2	172.8	597.6
40°	5.4	777.6	0.5	72	705.6
30°	5.6	806.4	0.2	28.2	778.2
20°	5.7	820.8	0.181	26.06	794.74
10°	5.8	835.2	0	0	835.2
0°	5.8	835.2	0	0	835.2

CALCULO  $C_f = \frac{V}{\sqrt{\Delta P}}$  ; COEFICIENTE DE FLUJO  $\frac{ft^2}{16^{1/2} \cdot S}$

APERTURA	C <sub>f</sub>
90°	0.541
80°	0.434
70°	0.312
60°	0.224
50°	0.168
40°	0.129
30°	0.104
20°	0.092
10°	0.087
0°	0

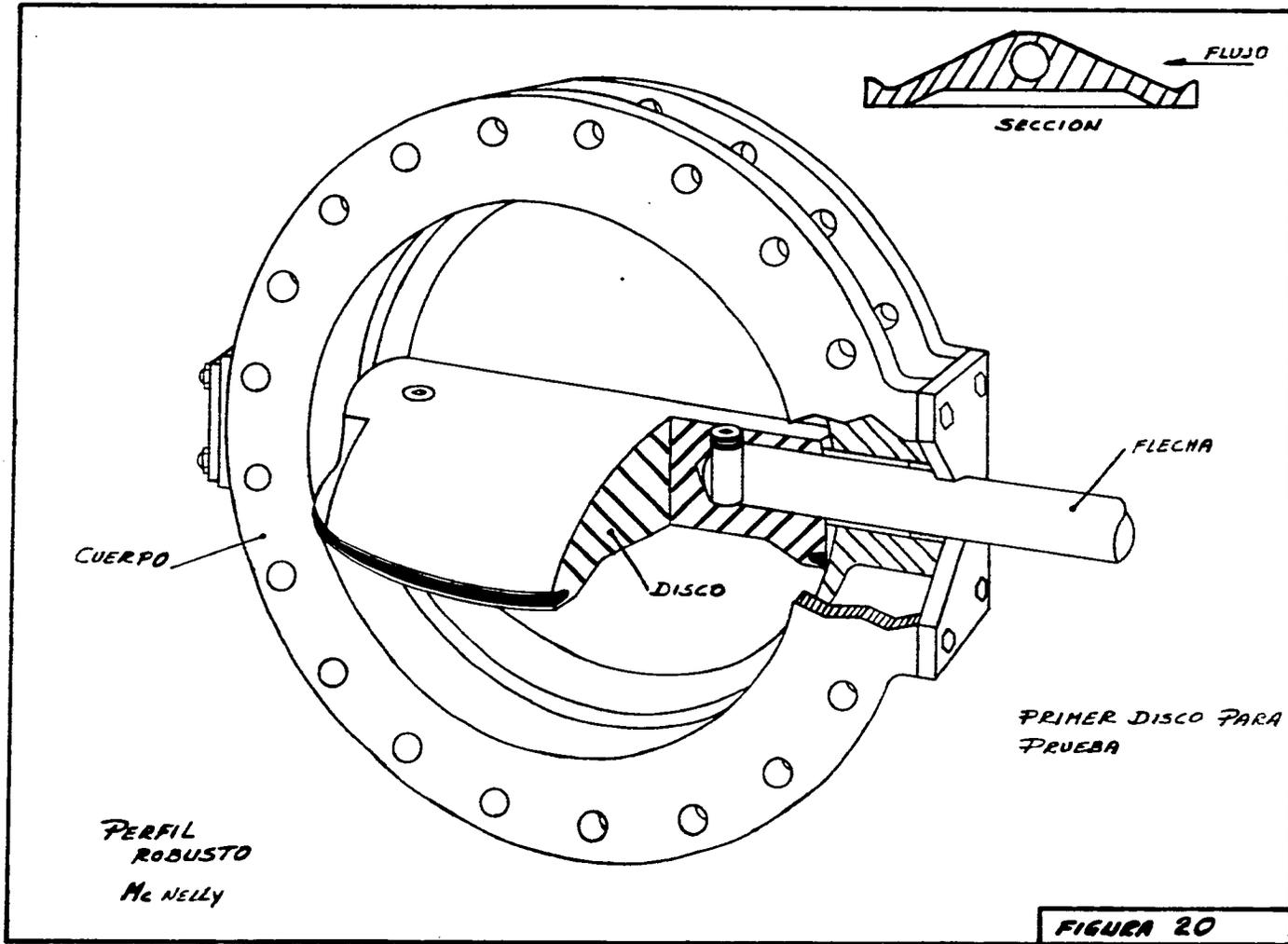
P<sub>1</sub>.- PRESION EN EL PUNTO 1  
 (MANOMETRO 1)

P<sub>2</sub>.- PRESION EN EL PUNTO 2  
 (MANOMETRO 2)

ΔP.- CAIDA DE PRESION

V.- VELOCIDAD DE FLUJO

LOS VALORES DE C<sub>f</sub> PARA CADA POSICION  
 ESTAN GRAFICADOS EN LA FIG. 23



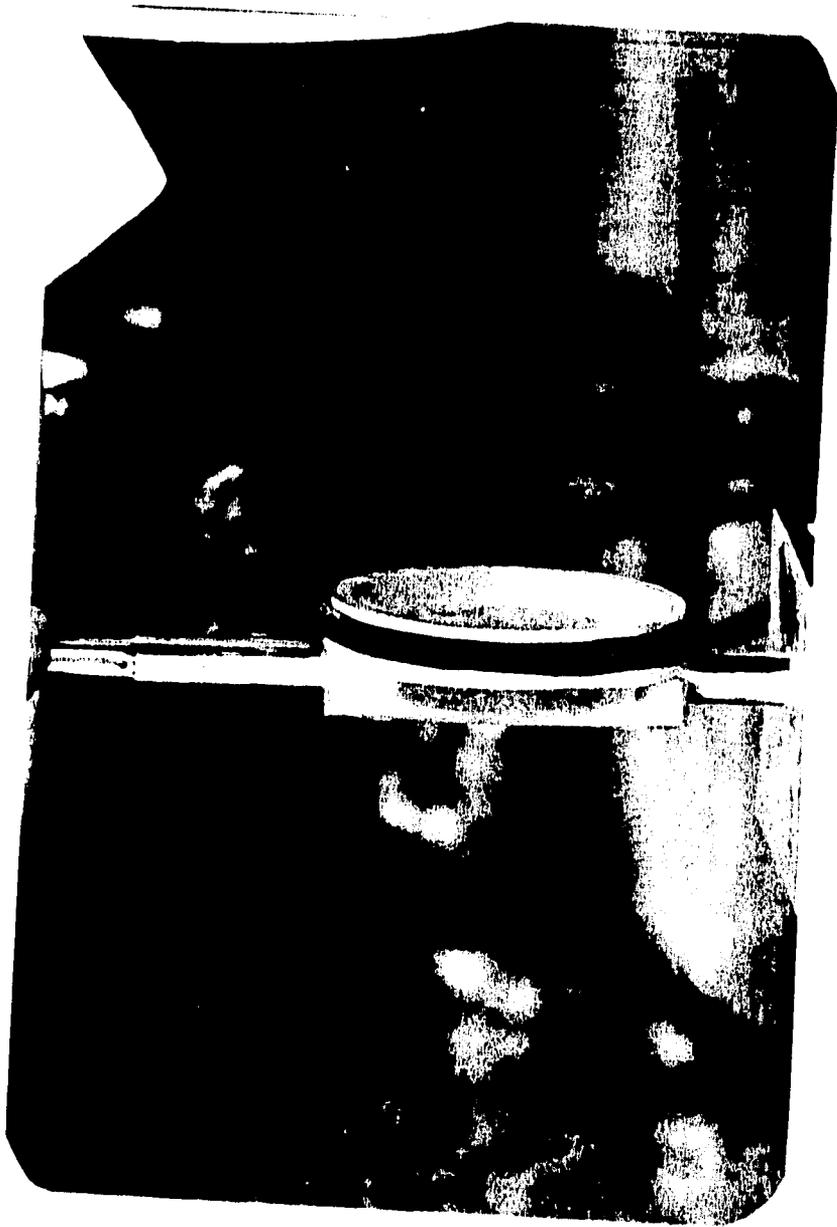


Figura. 20

## REGISTRO DE LECTURAS

VALVULA : 10"  $\phi$  , CLASE 150 LB/PG<sup>2</sup> , AWWA

SEGUNDO DISCO DE PRUEBA

CARACTERISTICA.- FORMA ESTRUCTURAL CON ABERTURAS

SEMEJANTE A LA MARCA PRATT

OBJETIVO : DETERMINAR LAS VARIACIONES DE LA VELOCIDAD.  
EL CALCULO DE LA VELOCIDAD DE FLUJO SE OBTIENE CON LA EC.

$$V = \sqrt{\frac{2 P_{ETA} - P_{EST}}{\rho}} = \sqrt{2gh}$$

h SE OBTIENE CON EL TUBO DE PITOT, COLOCADO AL CENTRO DE LA TUBERIA. EL FLUIDO DE TRABAJO ES AGUA.

h.- ALTURA MANOMETRICA Cm, ft.

V.- VELOCIDAD DEL FLUJO ft/seg.

g.- FUERZA DE LA GRAVEDAD. 32.2 PIES/SEG<sup>2</sup> , ft/seg<sup>2</sup>

PETA.- PRESION DE ESTANCAMIENTO , PEST.- PRESION ESTATICA

APERTURA DISCO	h <sub>cm H<sub>2</sub>O</sub>	h <sub>ft H<sub>2</sub>O</sub>	V <sub>ft/seg</sub>
90°	56	1.82	10.82
80°	50	1.64	10.27
70°	43.5	1.43	9.59
60°	39	1.28	9.08
50°	28	0.92	7.69
40°	18	0.59	6.16
30°	8.5	0.28	4.24
20°	3.5	0.11	2.66
10°	0.5	0.02	1.13
0°	0	0	0

LOS VALORES QUE SE MUESTRAN SON EL PROMEDIO DE VARIAS LECTURAS EXPERIMENTALES.  
LABORATORIO DE HIDRAULICA FAC. ING. UNAH.

VALVULA 10" , CLASE 150  $\frac{16}{PIG^2}$  , AWWA C504

2º PERFIL.- ESTRUCTURAL CON ABERTURAS , PRATT

CALCULO DE LA CAIDA DE PRESION  $\Delta P$

APERTURA DISCO	$P_1$ $\frac{16}{PIG^2}$	$P_1$ $\frac{16}{FE^2}$	$P_2$ $\frac{16}{PIG^2}$	$P_2$ $\frac{16}{FE^2}$	$\Delta P$ $\frac{16}{FE^2}$
90°	4.0	576	3.6	525.6	50.4
80°	4.0	576	3.6	518.4	57.6
70°	4.25	612	3.5	504	108
60°	4.75	684	3.1	446.4	237.6
50°	5.46	786	2.85	324	462
40°	6.22	895	1.95	209	686
30°	6.72	967	0.75	108	859
20°	7.05	1015.2	0.25	36	979
10°	7.22	1039	0	0	1039
0°	7.25	1044	0	0	1044

CALCULO  $C_f = \frac{V}{\sqrt{\Delta P}}$  , COEFICIENTE DE FLUJO  $\frac{FE^2}{16f^{1.5}}$

APERTURA	$C_f$
90°	1.524
80°	1.353
70°	0.922
60°	0.589
50°	0.357
40°	0.235
30°	0.144
20°	0.085
10°	0.035
0°	0

$P_1$ .- PRESION EN EL PUNTO 1 (MANOMETRO 1)

$P_2$ .- PRESION EN EL PUNTO 2 (MANOMETRO 2)

$\Delta P$ .- CAIDA DE PRESION

$V$ .- VELOCIDAD DE FLUJO

LOS VALORES DE  $C_f$  PARA CADA POSICION ESTAN GRAFICADOS EN LA FIG. 23

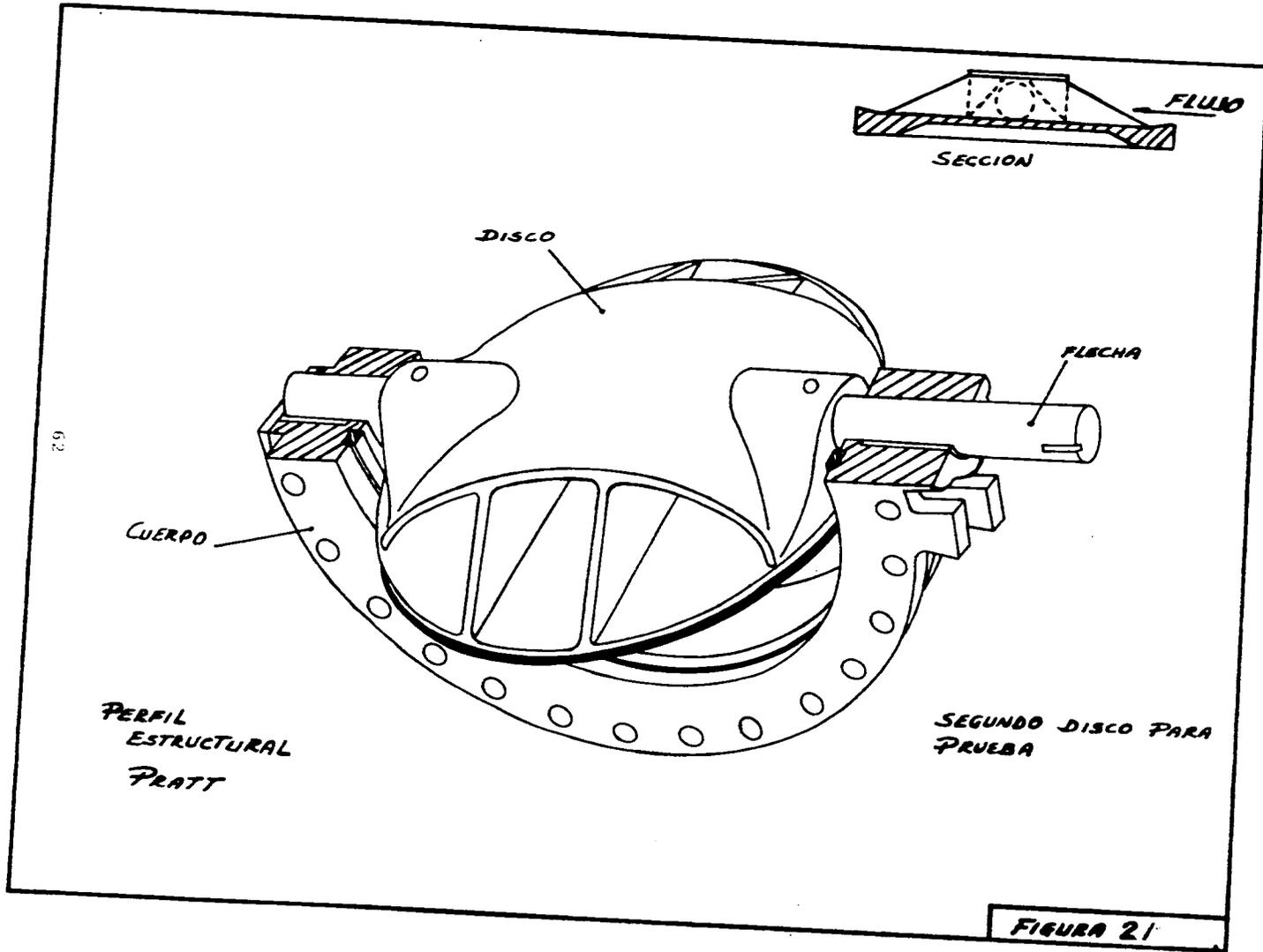


FIGURA 21

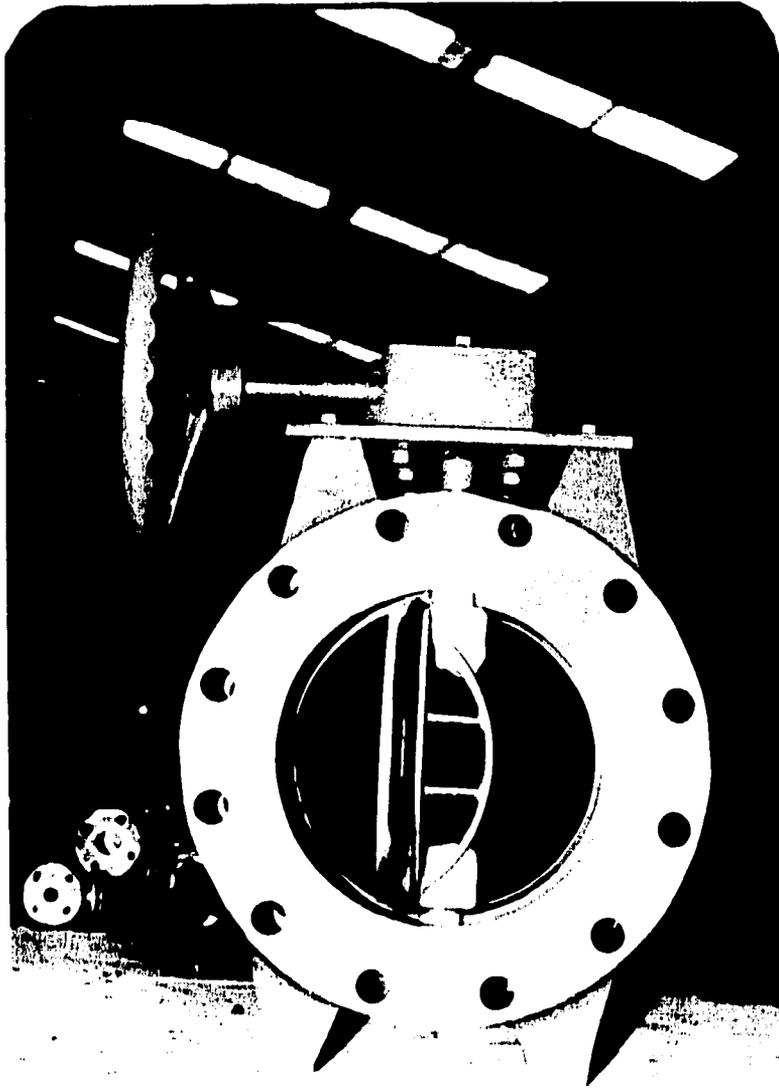


Figura 21

REGISTRO DE LECTURAS

VALVULA: 10"  $\phi$ , CLASE 150  $lb/ptq^2$ , AWWA

TERCER DISCO DE PRUEBA

CARACTERISTICA: PERFIL AERODINAMICO

SEMEJANTE A LA MARCA ARTHAN CO.

OBJETIVO: DETERMINAR LAS VARIACIONES DE LA VELOCIDAD.

EL CALCULO DE LA VELOCIDAD DE FLUJO SE OBTIENE CON LA EC.

$$V = \sqrt{\frac{2 P_{ETA} - P_{EST}}{\rho}} = \sqrt{2gh}$$

h SE OBTIENE CON EL TUBO DE PITOT, COLOCADO AL CENTRO DE LA TUBERIA. EL FLUIDO DE TRABAJO ES AGUA.

h.- ALTURA MANOMETRICA CM, ft.

V.- VELOCIDAD DE FLUJO ft/seg.

g.- FUERZA DE LA GRAVEDAD 32.2  $ft/seg^2$ ,  $ft/seg^2$

P<sub>ETA</sub>.- PRESION DE ESTANCAMIENTO, P<sub>EST</sub>.- PRESION ESTATICA

APERTURA DISCO	h <sub>cm</sub> H <sub>2</sub> O	h <sub>ft</sub>	V <sub>ft/seg</sub>
90°	21.5	0.705	6.738
80°	19.25	0.631	6.374
70°	18.	0.59	6.169
60°	15.75	0.516	5.769
50°	9.5	0.311	4.975
40°	5.5	0.180	3.409
30°	1.75	0.057	1.915
20°	1.5	0.049	1.776
10°	1	0.032	1.435
0°	0	0	0

LOS VALORES QUE SE MUESTRAN, SON EL PROMEDIO DE VARIAS LECTURAS EXPERIMENTALES.

LABORATORIO DE HIDRAULICA FAC. ING. UNAH

VALVULA 10" , CLASE 150 lb/plg<sup>2</sup>

PERFIL.- AERODINAMICO, ARTHAN CO.

CALCULO DE LA  
CAIDA DE PRESION ΔP

APERTURA DISCO	P <sub>1</sub> lb/plg <sup>2</sup>	P <sub>1</sub> lb/ft <sup>2</sup>	P <sub>2</sub> lb/plg <sup>2</sup>	P <sub>2</sub> lb/ft <sup>2</sup>	ΔP lb/ft <sup>2</sup>
90°	4	576	3.7	532.8	43.2
80°	4.25	612	3.5	509	108
70°	4.9	705	3	432	273
60°	5.9	777.6	2.25	324	453.6
50°	6.2	892.8	1.375	198	694.8
40°	6.8	979.2	0.6	86.4	892.8
30°	7	1008	0.35	50.4	957.6
20°	7.1	1022.4	0.125	18	1004.4
10°	7.2	1036.8	0.1	14.4	1022.4
0°	7.2	1044	0	0	1044

CALCULO  $C_f = \frac{V}{\sqrt{\Delta P}}$  , COEFICIENTE DE FLUJO  $\frac{ft^2}{lb^{1/2}.S}$

APERTURA	C <sub>f</sub>
90°	1.025
80°	0.613
70°	0.373
60°	0.270
50°	0.169
40°	0.119
30°	0.062
20°	0.056
10°	0.049
0°	0

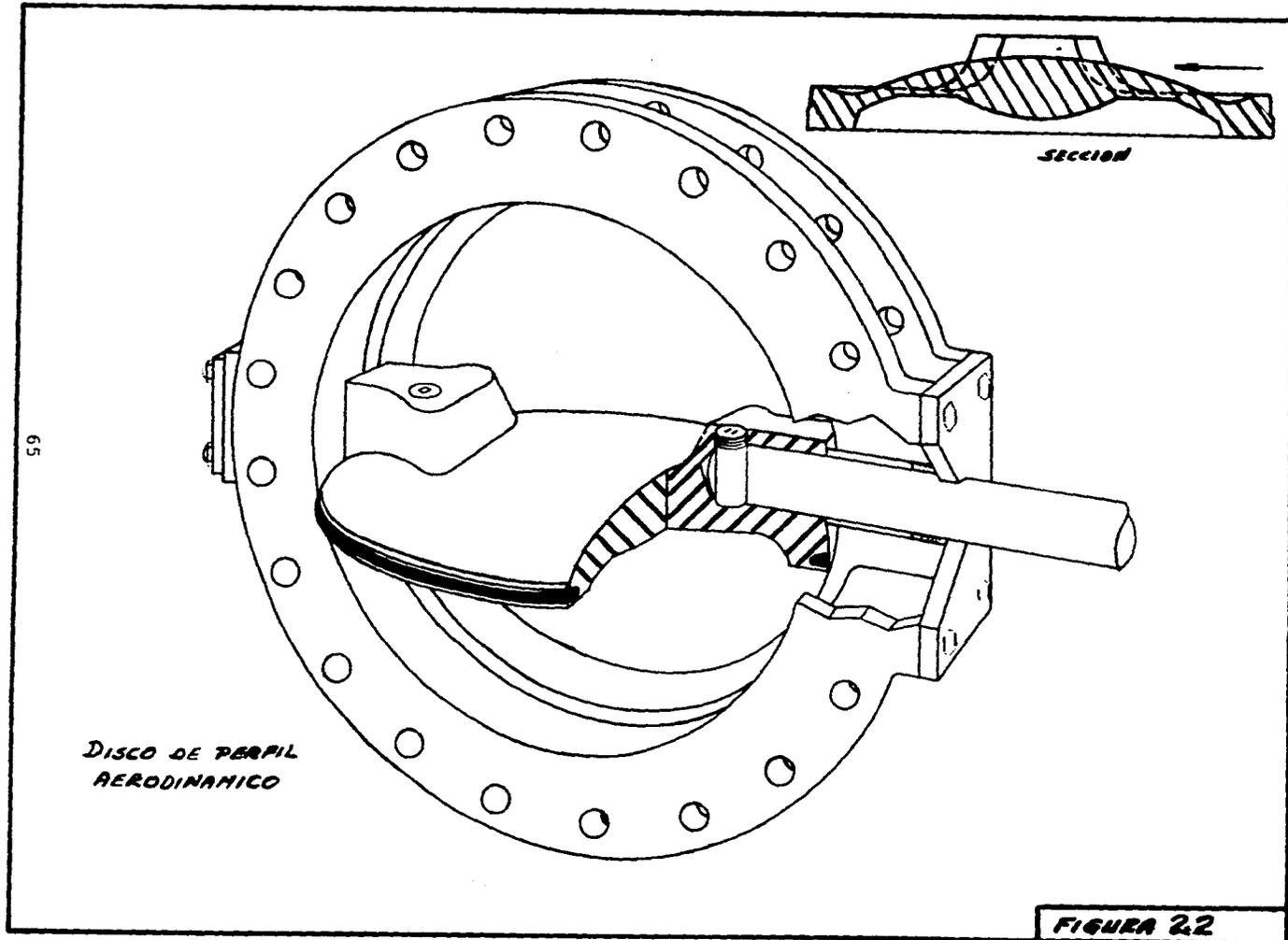
P<sub>1</sub>.- PRESION EN EL PUNTO 1  
(MANOMETRO 1)

P<sub>2</sub>.- PRESION EN EL PUNTO 2  
(MANOMETRO 2)

ΔP.- CAIDA DE PRESION

V.- VELOCIDAD DE FLUJO

LOS VALORES DE C<sub>f</sub> PARA CADA  
POSICION ESTAN GRAFICADOS  
EN LA FIG. 23



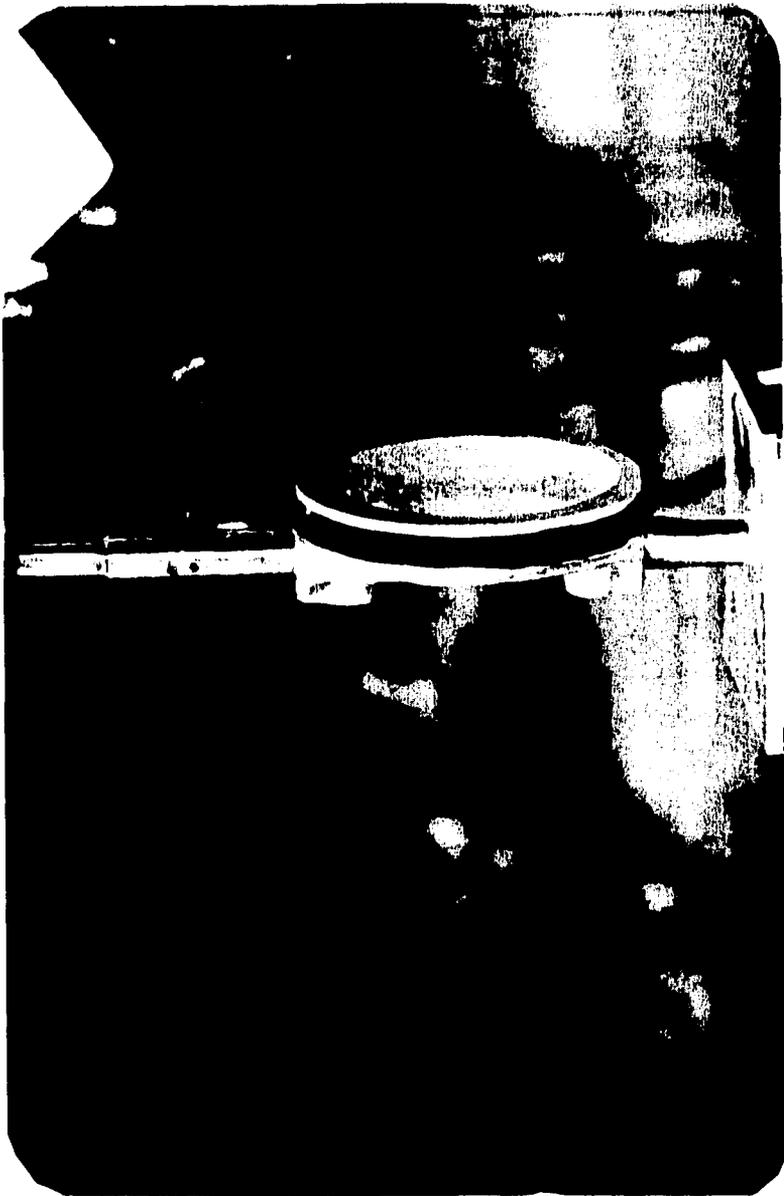


Figura 22

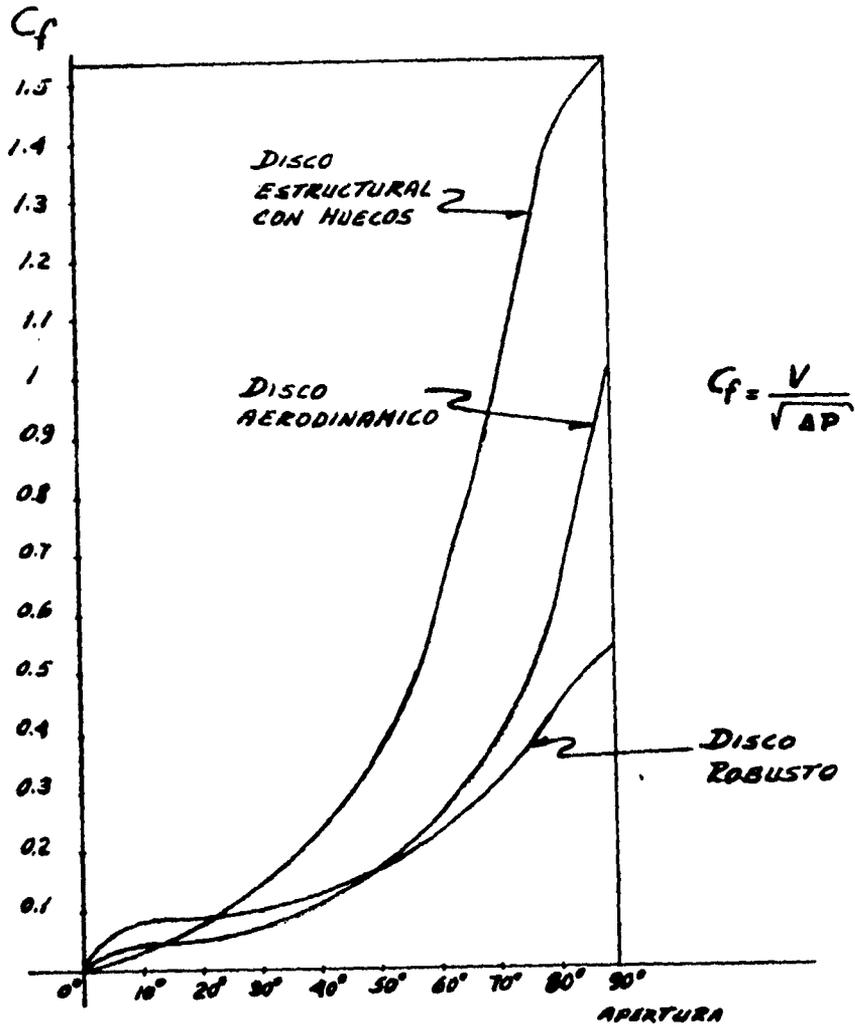


FIG. 23

GRAFICA DEL COEFICIENTE  $C_f$ , EN BASE A LAS LECTURAS EXPERIMENTALES

En la grafica anterior fig. 23, se pueden observar las variaciones del  $C_f$  para los 3 diferentes perfiles, se puede concluir que a menor obstrucción el comportamiento del flujo es más uniforme y sufre pocas pérdidas de presión.

El perfil aerodinámico muestra claras ventajas, ya que las variaciones de la velocidad y presión son uniformes y por lo tanto, más controlables. EL perfil robusto presenta una obstrucción mucho mayor que los otros dos casos y las variaciones no son controlables.

La siguiente gráfica que se presenta fig. 24 se considera como el concentrado de las características de funcionamiento hidrodinámico de las válvulas de mariposa, se conoce como monograma el cual proporciona una forma rápida y muy proxima a los valores que se pueden obtener con métodos matemáticos.

La parte (A) del nomograma relaciona las variaciones de la velocidad de flujo con la apertura del disco y la consecuente caída de presión. El comportamiento que se presenta de la apertura del disco es valido para todos los tamaños de las válvulas de mariposa (12-72") válvulas pesadas.

LA parte (B) del nomograma muestra la relación que existe entre las variaciones de velocidad de flujo y el diámetro de la válvula, con el subsecuente gasto volumétrico a través de la misma.

NOTA.- La gráfica de comportamiento (nomograma) es exclusiva para cada fabricante. El número de lecturas efectuadas en el experimento no permite obtener esta gráfica para la válvula de prueba, lo que sería propio de otro estudio.

# NOMOGRAMA DE FLUJO

Este nomograma muestra la relación que existe entre el diámetro de la válvula, velocidad de flujo, ángulo de apertura del disco, gasto y presión diferencial de agua a 20° C (68° F), a través de una válvula de manopasa.

El siguiente ejemplo ilustra la manera de utilizar el nomograma para seleccionar una válvula.

Determinar la caída de presión a través de una válvula de manopasa de 1100 mm. (42") por la cual circula un caudal de 132500 litros (35000 galones) por minuto con el disco en una posición de 60°

- 1.- Trazar una línea horizontal desde 132500 litros/min. (35000 galones/min) en el lado derecho del nomograma, hasta intersectar la diagonal de 1100 mm. (42").
- 2.- Proyectar la intersección anterior verticalmente hacia abajo, hasta encontrar la diagonal de 60°.
- 3.- Trazar otra línea horizontal desde el punto anterior hasta el extremo izquierdo del nomograma, para encontrar la caída de presión correspondiente.

La caída de presión es 0.07 kg/cm<sup>2</sup> (1 PSI) y la velocidad del flujo 0.305 m/seg (8 pies/seg).

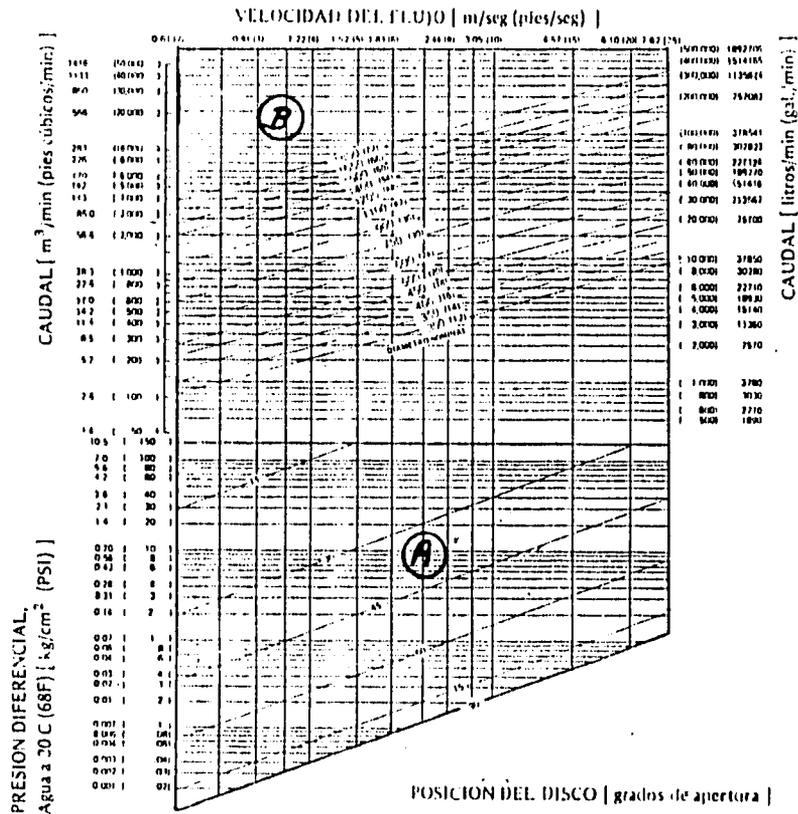


FIG. 24

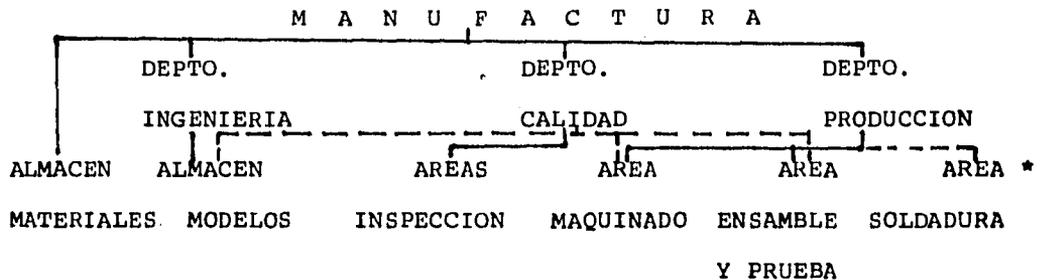
### C A P I T U L O      I I I

#### MANUFACTURA DE VALVULAS DE MARIPOSA.

Se define la manufactura como la fabricacion en gran cantidad - de un producto industrial.

El desarrollo de este capítulo esta enfocado a describir algunos aspectos técnicos que se requieren para llevar a cabo en forma controlada la fabricación de las válvulas de mariposa.

Para tal efecto se recomienda que existan por lo menos las siguientes áreas dentro de las instalaciones.



\* Unicamente se justifica su existencia si alguno de los componentes se fabrica a base de soldadura, normalmente los componentes principales se obtienen por otros procesos.

Todos los departamentos y áreas mencionadas tienen como objetivo el crear y observar el cumplimiento de los aspectos que se enlistan a continuación, que a consideración propia determinan en -- gran medida la eficiencia de la fabricación:

- III.1.- PROCESO DE MANUFACTURA.
- III.2.- METODOS DE PRODUCCION.
- III.3.- ADQUISICION DE MATERIALES.

III.4.- FABRICACION.

III.5.- CONTROL DE LA FABRICACION.

III.6.- ENVIO DEL PRODUCTO.

III.1.- PROCESO DE MANUFACTURA.

Hasta el momento no se han mencionado los conceptos subyacentes de lo que realmente sucede en el proceso de manufactura de las válvulas de mariposa, abordando este aspecto en forma sencilla.

Una de las primeras etapas es la aceptación del producto -- por parte del organismo directivo. Esto implica que el departamento de ingeniería debe exponer a los directivos en forma clara el desarrollo tecnológico efectuado en favor del producto, en donde queden de manifiesto las atribuciones que garantizan la aceptación en el mercado y el éxito de su promoción. Junto con la exposición técnica se deben anexar los estudios referentes a la maquinaria, el personal y los materiales e instalaciones necesarias para llevar a cabo el trabajo directo de la fabricación. Esto permite a los directivos evaluar la factibilidad de fabricación y el monto del financiamiento que se requiere a corto, mediano y largo plazo.

Una vez aceptado y autorizado el financiamiento, el área -- de ingeniería debe crear como parte del control de la manufactura -- los diagramas del flujo del proceso, el diagrama de recorrido (s), el diagrama que muestre la distribución de planta (layout), así -- como los planos que muestren las instalaciones de los sistemas: --- eléctricos, aire, agua, gases y drenajes. Otro aspecto no menos -- importante es el mantenimiento, aunque no es considerado como parte de la fabricación.

### III. 2.- METODOS DE PRODUCCION.

#### Fundición.

La fundición o colado proporciona una capacidad de adaptación y flexibilidad tal que se ha mantenido como un método primordial -- para producir elementos de las válvulas, principalmente el disco, - cuerpo y la carcasa del operador. La secuencia de fundición conside rada como base la fabricación de los modelos, la cual se comenta a continuación.

#### Modelos Patrones:

Para producir un molde para una parte colada o fundida en arena es necesario elaborar un patrón de la pieza en cuestión. Los patrones se hacen con madera o metal para ajustarse a un diseño en -- particular, y con márgenes para compensar factores como la contracción natural del metal y las características de la contracción. -- Por lo general , estos y otros efectos ( como la resistencia y la distorsión del molde, el diseño de la pieza y el diseño del molde) que no se encuentra dentro del margen de predicción exacto, hacen necesario ajustar el patron para producir piezas fundidas con las - dimensiones requeridas, debe estar documentado y estar indicado -- sobre el método, el tipo del material para el que fué fabricado tal como : aluminio, hierro fundido, acero al carbón o acero inoxidable ya que la magnitud de la contracción depende del diseño del revestimiento, del tipo del metal utilizado, de la temperatura de soliidificación y de la resistencia del molde.

En muchos casos los márgenes son necesarios debido a impurezas superficiales, al pandeo o combadura y variaciones de la superficie. La buena practica dicta el uso de secciones con el más pequeño grosor que sea compatible con el diseño.

Piezas fundidas;

Por normas internacionales sobre el cuerpo y el disco deberán marcarse sobre relieve, la capacidad de la válvula en pulgadas y -- mm. nombre del fabricante, nombre o marca del fundidor y el número de colada para efectos de rastreabilidad. Como un requerimiento de aceptación de las piezas, éstas se deben entregar acompañadas del -- certificado de propiedades mecánicas que incluirá la resistencia -- mecánica a la tensión y la resistencia de cadencia, esto de acuerdo a la norma ASTM que este indicada para el material requerido, De -- igual manera las normas indican la composición química que se debe tener y que no debe exceder los rangos permitidos para cada compo-- nente especificado.

Es practica común que las piezas deben entregarse en las --- siguientes condiciones:

- 1.- libre de arena
- 2.- libre de incrustaciones de arena
- 3.- libre de porosidades
- 4.- no debe presentar rechupes
- 5.- la pieza no debe presentar desplazamientos por moldeo

### Procesos por soldadura.

Este proceso que en primera instancia pudiera verse con muchas ventajas por la disponibilidad de máquinas y material de aporte se hace más complejo cuando nos adentramos en las normas que regulan los procesos de soldadura. Para el caso de las válvulas de mariposa estas están clasificadas como equipos sometidos a presión; Esta clasificación define la necesidad de calificar de acuerdo al código ASME los procesos de soldadura que serán empleados, así como la habilidad de los soldadores; específicamente las secciones son:

Sección II ASME.- Materiales de aporte para soldadura.

Sección VIII ASME.- Fabricación de recipientes a presión.

Sección XI ASME .- Calificación de los procesos de soldadura -  
calificación de soldadores.

Este tipo de fabricación es de gran ventaja para válvulas -- muy grandes 90" , 98", o mayores) en donde la fabricación del disco o cuerpo de la válvula ya no es posible obtenerlos por el proceso de fundición por el gran tamaño que presentan y prácticamente se -- incrementan las dificultades para obtener piezas sanas. Los procesos complementarios que se utilizan al proceso de soldadura suelen ser el corte de placa con flama (oxiacetileno), rolado de placa, -- desvaste, y esmerilado con disco.

### Proceso de Maquinado.

El resto de los componentes se obtienen por este proceso el cual seá detallado en el inciso d, de este capítulo.

### III.3.- ADQUISICION DE MATERIALES.

La disposición de un material de ingeniería es de interes-- primordial para seleccionar y utilizar materiales. Esto incluye factores tales como formas comerciales, tamaños y tolerancias en existencia; la condición y el acabado del material; la entrega y el precio definitivo. Esto implica realizar una labor exhaustiva en la -- selección y evaluación de proveedores, con quienes se deben de establecer los programas de suministro, con lo que se garantice la existencia de materiales en el momento preciso que se requiere para su proceso y bajo las especificaciones definidas por el departamento-- técnico referentes a las propiedades mecánicas, físicas y químicas. Propiedades Mecánicas.

Las propiedades mecánicas de un material de ingeniería describen su comportamiento o cualidades cuando se le somete a la aplicación de fuerzas externas. Las propiedades mecánicas incluyen resistencia, dureza, fatiga, elasticidad y plasticidad. Con frecuencia surgen confusiones debido a la diversidad de procedimientos de prueba que se han ideado para determinar el valor de una propiedad-- deseada. Por ejemplo, existen en uso común, cuando menos 15 pruebas distintas de dureza por penetración, cada una de las cuales produce diferentes resultados numéricos. El código identifica de manera -- única la propiedad y el método de prueba utilizada para investigarla.

Cada propiedad de un material está estrechamente relacionada con la composición, condición superficial, condición interna y forma del material. Entre las organizaciones para los metales y -- aleaciones más importantes se puede mencionar UNS, ASTM, y la SAE.

#### Propiedades físicas.

Las propiedades físicas de un material de ingeniería están relacionadas con las propiedades intrínsecas o insensibles de la estructura; incluyen el punto de fusión, características de dilatación, resistencia dieléctrica y densidad.

#### Propiedades Químicas.

Las propiedades químicas de un material de ingeniería están relacionadas con su reacción a otros materiales o sustancias incluyendo su entorno de trabajo. Estas propiedades incluyen la reactividad química, las características de corrosión y la compatibilidad química.

#### III.4.- FABRICACION.

Dependiendo del No. de productos diferentes y del volumen de fabricación, la producción se puede clasificar en : producción en serie o bien en una producción por pedidos. Para la producción en serie es recomendable utilizar la distribución por células de producción lo que permite obtener una alta fabricación. Para el caso de una producción por pedidos es conveniente utilizar áreas generales para maquinado, ensamble, prueba y de almacenamiento. En ambos casos las operaciones fabriles constituyen la función que realmente elabora el producto. Para plantearlo de otra forma, las operaciones de fabricación agregan valor al producto durante los pasos que van desde la recepción de la materia prima hasta el producto terminado.

Los elementos que básicamente se tienen que controlar y apoyar son; maquinaria, herramientas, así como los materiales.

En cada una de las etapas, cada parte se analiza para determinar las operaciones de su fabricación. Esta información comunmente se resume en hojas de ruta similares a las que se muestran en la fig. 25. Ahí vemos las especificaciones de como se debe hacer la -- pieza. La hoja de ruta (1) muestra las operaciones requeridas y la secuencia preferida de estas operaciones (2) especifica la máquina o el equipo que ha de usarse y (3) da el tiempo estimado de montaje y el tiempo de operación por pieza. Cuando la pieza es estandar y se hace y se vuelve a hacer periodicamente para llenar las necesidades, las hojas de ruta estandar se manienen como métodos aceptados de manufactura en forma de hojas de operación, las que explican con mayor detalle como debe llevarse a cabo dicha operación; en otras palabras da un método estandar. La fig. 26 es ejemplo de una típica hoja de operación. La hoja de ruta junto con las hojas de operación, especifican como debe manufacturarse la pieza o producto. -- Estos documentos son básicos para organizar la manufactura y toman la misma posición relativa respecto al diseño del sistema productivo, como las heliografías o dibujos respecto al diseño de la pieza o producto. Los planos especifican que debe hacerse y las hojas de ruta y operaciones especifican como hacerlo.

Nombre de la pieza Placa de cabeza  
 Modelo de la pieza A  
 Número por modelo \_\_\_\_\_  
 Tamaño económico del lote \_\_\_\_\_

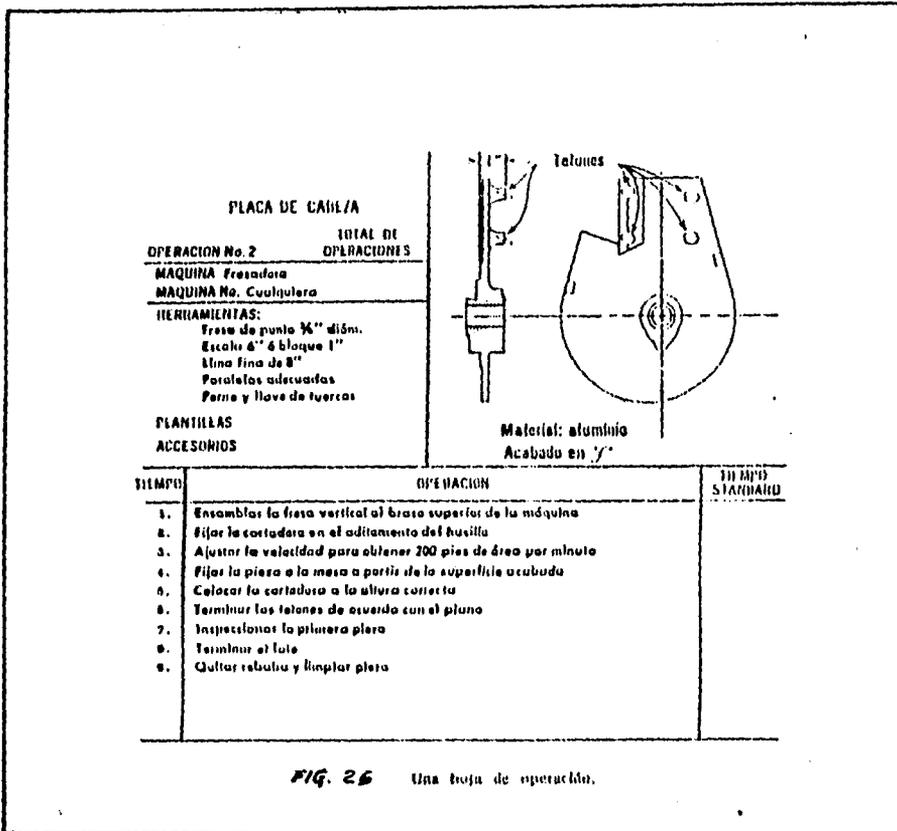
### HOJA DE RUTA

Material: Aluminio  
 Peso unitario de la hoja \_\_\_\_\_

Pieza número 1-53  
 Plano número \_\_\_\_\_  
 Efectivo en fecha \_\_\_\_\_  
 Sustituye edición \_\_\_\_\_

Operación No.	Departamento o Centro de Producción	Descripción de la Operación	Máquina	Herramientas, patrones, etc.	Tiempo		Oper. esp.
					Mont. min.	Oper. min.	
A66-1	Torno	Tornear superficies, perforar, taladrar ensanchar abertura a 1-1/4"	Torno 19" LeBlond No. 25	Centrar taladro y portabroca, taladro T.S. 1", barra 3/4", ensanchador T.S. 1-1/8", taladro de cuchilla redonda R.H. 5 1/16", taladro careador de cuchilla R.H. 5.16", lima fina 8", bloque .625" portabrocas independiente 4 mordazas.	30	24	
A66-2	Fresadora	Terminar rebates.	Fresadora Milwaukee No. 55.	Fresa escaradora 3/4", de diámetro bloque 1", lima fina 8"	30	15	
A66-3	Taladro	Perforar 4 agujeros 11/64", Perforar 1 agujero 11/32" x 29.32" de fondo, 4 agujeros para tuercas. Perforar 2 agujeros 1/8", roscar un agujero, rosca de tubería 1/8".	Taladro Delta Gang No. 133.	Broca T.S. 17/64", broca T.S. 11 32", barrena espiral 1/8" o No. 30, portabrocas, contrataladro 1/2" con guía 17/64", macho para rosca 1/8", plantilla No. A-65-3.	12	21	
A66-4	Fresadora	Abocardar agujero 1-1/4, fondo 1/8", cortar capacidad de aceite ancho 3/16", fondo 7/8".	Fresadora Milwaukee No. 55.	Contrataladro 1-1/4" con guía 1-1 5/8", cortadora de dientes Wandruff No. 13, portacortadora American Std. No. 605.	12	12	
A66-5	Prensa de husillo	Presar boquilla en la placa.	Prensa de Husillo Greenerd No. 29.	Lima fina 5".	9	15	
A66-6	Taladro	Perforar agujeros designados en plantilla.	Taladro Delta Gang No. 133.	Barrena espiral No. 29, barrena espiral No. 30 o 1/8", barrena espiral No. 43, portabarrena, macho No. 8-32, plantilla No. A-66-6.	6	15	
A66-7	Taladro	Perforar dos agujeros 3/16", abocardar agujero de aceite.	Taladro Avey No. 121.	Broca extra larga S.S. 3 1/16", abocardador extra largo, portabroca.	3	3	

Fig. 25 Una hoja de ruta.



### III.5.- CONTROL DE FABRICACION.

Aunque el trabajo del control de la producción rara vez lo llevan a cabo los ingenieros en la manufactura, la técnica es un -- desarrollo de la ingeniería que se remonta a los inicios de la revo lución industrial. Es necesario que los ingenieros comprendan las-- técnicas de control de la producción para que puedan adquirir una - mejor idea acerca de los requisitos de las técnicas auxiliadas por- computadora, así como para una planificación adecuada.

La razón básica del control de la producción es la supervi- ción de las operaciones fabriles de tal forma que permita que la -- dirección o administración aplique recursos de manera táctica. La - dirección cuenta con cierto equipo, procesos y personal a su dispo- sición, debe utilizar estos recursos en la mejor forma posible para elaborar económicamente un producto. El proceso de control de la -- producción le permite hacerlo al establecer un plan global para un- período específico.

La primera acción de especialistas en el control de produc- ción es convertir los tiempos planificados a tiempos efectivos. Ya- que los tiempos de plan son tiempos ideales determinados por prin-- cipios científicos de economía de movimientos en los que el equipo- hombre-maquinaria produce al 100% de eficiencia, estos tiempos --- deben ser convertidos a tiempos reales en los que se provean los -- retrasos inevitables. La forma más sencilla de efectuar esto es co- tejar constantemente las mediciones de los tiempos reales con los-- tiempos planificados para obtener los tiempos programados para la-- producción.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Ahora ya es posible anunciar la técnica básica del control de la producción.

- 1).- Recibir la planificación del departamento de diseño y producción.
- 2).- Asignar los tiempos estimados para todos los lotes.
- 3).- Asignar el tiempo de la estación (puesto) de trabajo mediante la programación de las secuencias cronológicas requeridas.
- 4).- Despachar el trabajo a las estaciones respectivas como en el punto 3.
- 5).- Supervisar los resultados.
- 6).- Volver a evaluar el avance; ajustar los programas o calendarios como sea necesario.

El control de la producción conduce la fábrica, pero es imposible que lo haga con eficiencia si la planificación no es óptima. Por lo general, un diseño trabajable se entrega a la actividad de planificación y métodos de la ingeniería de manufactura a partir de la actividad de la ingeniería de producción.

En caso de ser necesario desarrollar con eficacia el diseño -- trabajable la planificación y métodos se inician con el conocimiento de que el producto ha sido diseñado de modo que corresponda a -- las capacidades de la fábrica.

Con este conocimiento, se ordenan ahora las operaciones de manera que, por ejemplo, no se induzcan altos esfuerzos remanentes, y que los procesos utilizados no destruyan el acabado superficial deseado del producto o los resultados deseados de tolerancia.

Esto implica un conocimiento profundo de la mecánica, termodinámica y , de hecho . de todas las disciplinas de la ingeniería-mecánica clásica relacionada con el tema.

### III.6.- ENVIO DEL PRODUCTO.

Con fines de claridad, la aceptación de un producto consiste en una serie de pruebas descritas en un documento que se entrega -- como parte de los datos técnicos requeridos por el contrato y aprobados por el cliente. Muchas veces un representante presencia las -- pruebas y realiza el acto de aceptación. Con frecuencia estas pruebas son demostraciones selectas del rendimiento total del producto -- requerido por el contrato. Esto se hace por dos razones: primero -- porque este es un método económico, considerando los costos de demostrar cada aspecto del rendimiento de un producto complejo y grande; segundo, debido a que existe confianza inherente en que sólo -- un producto que haya pasado satisfactoriamente las inspecciones y pruebas de nivel inferior será presentado para la aceptación del -- cliente a nivel del producto completo. Durante la calificación de las etapas de la producción, es normal calificar ciertas partes -- que no se han probado antes a fin de demostrar su funcionamiento -- requerido, después de haber calificado estas partes es necesario -- asegurarse que satisfacen sus requerimientos durante la fase de producción.

Los procedimientos de aceptación de materiales que suelen -- encontrarse en el programa de calidad son decisivos para generar la confianza necesaria, además la organización para la calidad, aporta registros finales sobre las principales piezas que constituyen el -- producto. Estos registros, llevados por la organización para la calidad, resultan útiles al paso del tiempo para resolver preguntas -- que podrían surgir durante el uso del producto por el usuario.

Por lo general el representante del cliente indica su aceptación en el informe redactado con este fin, así como en los documentos

tos normales de embarque.

Usualmente existe una indicación de cumplimiento de la prueba para permitir el inicio del embarque.

## C A P I T U L O            I V .

### LA CALIDAD EN EL PROCESO DE MANUFACTURA DE VALVULAS DE MARIPOSA.

Con los últimos adelantos tecnológicos y de comercialización se han creado una serie de requerimientos normativos para controlar y estimular la calidad en los productos. México al igual que los --- países industrializados adopta el esquema de normalización de la -- international standar organization (iso) acorde con los requisitos para ingresar al comercio internacional tomando como base la serie de normas iso9000, debido a su difusión y aceptación a nivel internacional, las ediciones mexicanas están identificadas como NOM-XX - 1,2,3,4,5,6,7, etc.

Los tres ,cuatro y cinco representan modelos distintos de --- capacidad funcional y organizativa que pueden ser utilizadas para regular las relaciones contractuales entre las partes (proveedor y cliente).

NOM-XX-3 "Sistema de calidad-modelo para el aseguramiento de la -- calidad aplicable al proyecto/diseño., la fabricación, la instalación y el servicio".

NOM-XX-4 "Sistema de calidad-modelo para el aseguramiento de la -- calidad aplicable a la fabricación e instalación".

NOM-XX-5 "Sistema de la calidad-modelo para el aseguramiento de -- la calidad aplicable a la inspección y pruebas finales".

NOM-XX-6 "Directrices generales.

NOM-XX-7 "Auditorias de calidad

NOM-XX-8 "Calificación y Certificación de Auditores "

En el presente estudio hago uso de las NOM-XX-3 (iso,900 ) ya que esta norma es aplicable cuando los requisitos del producto - proceso o servicio, se establecen fundamentalmente en función del - servicio a prestar y consecuentemente, el proveedor se responsabiliza de la gestión de la calidad de las distintas etapas.

Los requisitos establecidos en esta norma, tienen el objetivo de evitar productos no conformes en todas sus etapas, desde el proyecto o diseño, hasta el final de la vida útil del producto, incluyendo los servicios del cliente. En el caso de productos no conformes, se busca su detección, identificación y segregación; así como de la implantación de acciones correctivas de manera oportuna.

Campo de aplicación.

Esta norma se aplica cuando:

a).- Los requisitos especificados para el producto se establecen -- principalmente en función de su aplicación y en consecuencia, -- el proveedor debe, por medio de un contrato, hacerse cargo del proyecto/diseño.

El Sistema de calidad.

b).- La conformidad de los productos puede ponerse de manifiesto -- con suficiente confianza si el proveedor demuestra en forma -- fehaciente, su aptitud para diseñar el producto, fabricarlo, -- instalarlo y efectuar el servicio después de la entrega.

El sistema de calidad.

El proveedor debe establecer, mantener y actualizar un sistema de aseguramiento de calidad documentado y eficiente, como una -- manera de constatar que el producto cumple con los requisitos esta-

blecidos. para satisfacer estos, se deben considerar las siguientes actividades:

- Preparación del manual de aseguramiento de calidad
- Control de proceso y de inspección
- Definir los criterios de aceptación y rechazo
- Técnicas de inspección y prueba
- Manual de procedimientos

El programa de aseguramiento de calidad debe documentar, im---plantar y mantener los procedimientos para planear y controlar como mínimo, los siguientes elementos:

- A).- Revisión del contrato.
- B).- Control del diseño.
- C).- Control de documentación.
- D).- Control de adquisiciones.
- E).- Productos proporcionados por el cliente.
- F).- Identificación y rastreabilidad.
- G).- Control de procesos.
- H).- Procesos especiales.
- I).- Inspección y pruebas.
- J).- Equipo de inspección, medición y pruebas.
- K).- Estado de inspección y prueba.
- L).- Productos no conformes.
- M).- Acciones correctivas.
- N).- Manejo, almacenamiento, empaque, embarque y entrega.
- O).- Registros de calidad
- P).- Auditorias de calidad.
- Q).- Capacitación y entrenamiento.

R).- Servicio al cliente.

S).- Técnicas estadísticas.

#### IV.1 CONTROL DE DISEÑO

Suele referirse a la metodología por la cual la organización-- por medio del departamento de ingeniería instituye y mantiene el -- control de la integridad técnica de cualquier producto durante toda su historia contractual. Los productos normales de este trabajo son cualesquiera datos técnicos que se proporcionen al usuario y cual-- quier documentación que se requiera durante la fase de producción-- por mencionar algunos

Memorias de Cálculo:

- Ensamblés, subensambles
- Planos de fabricación
- Planos de aprobación
- Especificaciones de materiales
- Actualización y revisión de normas internacionales aplicables - pueden existir otros documentos dependiendo de la complejidad - del producto.

El término control de modificaciones puede describir dos actividades distintas. La primera, más simple, es la relacionada con la metodología del control de modificaciones en documentos que se ha-- llan en archivos dispersos por toda la compañía. Los planos y docu-- mentos se asignan a personal de producción. Cuando tales planos y - documentos se modifican, las versiones anteriores deben recuperarse y ser sustituidas por las nuevas. La segunda actividad de control - de modificaciones se refiere al cambio real del contenido técnico--

de planos y documentos. El método de autorización, inicio y aprobación y ejecución de modificaciones es regido por el control de modificaciones.

El control de planos es el método por el cual la información contenida en planos se modifica para apegarse a los cambios en contratos y diseños de ingeniería.

Un cambio aparentemente mínimo en un parámetro de funcionamiento específico puede implicar un gran número de cambios en los planos para manufactura y un gran número de cambios en la producción, que deben estabilizarse adecuadamente en términos de tiempo.

El control de modificaciones es un elemento clave en cualquier medio productivo bien administrado. Sin el no existe forma de conocer el estado real de la documentación o el material de un producto, excepto quizá los más simples. Tales cambios se originan de diversas maneras:

- 1.- Deficiencias de producción.
- 2.- Cambios en los requerimientos del cliente.
- 3.- Problemas con proveedores y subcontratistas.
- 4.- Problemas de garantía.
- 5.- Requerimientos de seguridad.
- 6.- Cambios económicos.
- 7.- Cambios tecnológicos.
- 8.- Dificultades de aplicación.

A continuación se determinan dichos cambios:

- 1.- El término deficiencias de producción se refiere a dos problemas distintos. El primero y más común tiene que ver con los defectos. Debido a falta de revisión adecuada del diseño por la organización de producción o a que la fuerza de trabajo es in-

decuada, un diseño dado produce bajos rendimientos. En esta circunstancia el diseño debe ser modificado para incrementar el rendimiento y reducir los costos de producción. El cambio necesario en el -- diseño suele ser mínimo y afectar solo a unos cuantos documentos o a partes y ensamblados.

Sin embargo, algunas veces los cambios son amplios y afectan a muchos documentos o partes. El otro problema tiene que ver con la falta de confiabilidad de la tecnología básica inherente al diseño-- no importa lo estensas que sean las revisiones del diseño pues, de cualquier manera no impiden la aparición de este tipo de problema - por lo que es necesario introducir una modificación con el objeto-- de evitar las quejas excesivas de los clientes.

- 2.- Las necesidades del cliente pueden cambiar: el funcionamiento-- previo puede ser inadecuado; el cliente puede requerir otras -- funciones más. Esto puede dar por resultado cambios mínimos o-- amplios en documentación.
- 3.- Los problemas con proveedores y subcontratistas son una de las-- causas más comunes de modificación. Un proveedor puede dar un-- servicio deficiente, o dejar de funcionar. Tales problemas sue-- len obligar a hacer modificaciones en las ordenes de compra o , en los casos graves, en los procesos de manufactura.
- 4.- Los problemas de garantía son una causa frecuente de modifica-- ciones. Muchas veces el detonador son los costos resultantes de las devoluciones o reparaciones. La mayor parte de las adminis-- traciones son extremadamente sensibles a los costos de garantía y por lo común demandan cambios oportunos para minimizar estos-- costos.
- 5.- Los problemas de seguridad exigen cambios inmediatos. Si bien -

la mayor parte de tales problemas se toman en consideración durante las revisiones del diseño. En ocasiones el problema se descubre durante la producción, y ésta se detiene hasta que se ha incorporado al cambio.

- 6.- Durante el tiempo de vida de un producto, en especial si dura un período razonablemente largo, es posible que se adopten muchas innovaciones que reduzcan los costos y puedan afectar la selección de materiales, procesos de manufactura, y diseño. En cualquier empresa bien administrada hay un flujo continuo de tales cambios.
- 7.- Con el transcurso del tiempo, el avance tecnológico hace disponible nuevos materiales y formas de hacer las cosas. Invariablemente este crecimiento contribuye no solo a reducir los costos de producción, si no también a mejorar de manera notable el rendimiento. Cuando se incorporan mejoras tecnológicas en el diseño de un producto y en la metodología de producción pueden presentarse dificultades, debido a que con frecuencia los nuevos materiales, partes o procesos se utilizan antes que se haya demostrado su confiabilidad.
- 8.- Las advertencias sobre la necesidad de modificaciones pueden provenir de muchas fuentes. Debido a que la mayoría de las personas que participan en la producción se interesan por mejorar el producto o reducir el costo, hay un flujo interminable de propuestas de cambio. Sin embargo, no todos estos cambios son deseables o económicamente justificables, por lo que resulta necesaria una revisión competente.

#### IV.2.- CONTROL DEL PROCESO.

Existen varios términos que tienen diferentes significados dependiendo de la forma en que se usen y de quien los use. Control de la configuración, administración de la configuración y control de base son términos típicos que con mucha frecuencia se confunden.

Es oportuno hacer algunas definiciones breves no rigurosas.

- 1.- El término control de la configuración se refiere a toda la metodología empleada para controlar la producción de modo que el producto se apegue a una configuración estructurada de material, datos técnicos y programas de computadora.
- 2.- Administración de la configuración es el término más general empleado para describir los trabajos coordinados que se requieren con el objeto de que un producto cumpla con requerimientos específicos de rendimiento y físicos. Estos requerimientos deben documentarse en especificaciones, planos y contratos.
- 3.- El término control de base se refiere a la técnica usada para controlar la producción a travez de especificaciones y planos cuando se estipulan en el contrato múltiples variaciones notablemente distintas del producto. Este control es principalmente una actividad del departamento de ingeniería y de contratos dado que proporciona la información básica que emplean el resto de las organizaciones en operación.

#### Adiestramiento:

El tema del adiestramiento y certificación es extremadamente amplio e implica todas las actividades de la compañía. Se relaciona directamente con la efectividad de un programa de calidad. Este análisis se concentrará en el personal que participa directamente en manufactura, inspección y prueba.

Si los miembros de la fuerza de trabajo de una compañía no están --  
adiestrados para funcionar de una manera similar, los productos de  
esa compañía pueden no ser siempre iguales.

Es de gran interes las tareas de manufactura directamente --  
relacionadas con productos entregables, las cuales van desde lectu-  
ra de planos hasta soldadura, debido a la creciente complejidad y a  
la miniaturización en aumento muchas tareas de manufactura especia-  
lizadas se han hecho necesarias. La necesidad de asegurar de que --  
los empleados y obreros están cualificados para realizar las funcio-  
nes asignadas ha hecho concentrar los esfuerzos en adiestramiento--  
y certificación.

Una inovación reciente ha sido adoptar la certificación en -  
ciertas áreas de habilidad, y los contratos de trabajo se han ajust-  
tado para reconocer su impacto. En el pasado, la certificación se--  
usaba principalmente para tareas que no podían ser evaluadas por --  
técnicas de inspección normales. Los trabajadores serán adiestrados  
a fondo para una tarea específica. Sus trabajos, usualmente piezas-  
de prueba, son evaluados por instructores expertos con larga expe--  
riencia y por metodos de inspección complejos. Al final de ese a---  
diestramiento se certifica la capacidad de los trabajadores de rea-  
lizar la tarea por un período específico, a cuyo término debe reno-  
varse la certificación. Estos trabajadores están registrados y por-  
tan pruebas objetivas de certificación , como una credencial. El --  
caso de la soldadura, pruebas del equipo, aplicación de pruebas no-  
destructivas, tratamientos térmicos, medición e inspección son bue-  
nos ejemplos.

Herramientas y equipo de prueba.

Las herramientas y equipos de prueba son dispositivos con los que se controlan manufactura, inspección y prueba funcional de productos entregables. Con estos dispositivos se controla apego -- cuantitativo de un producto a los planos y especificaciones que lo definen: sus aspectos físicos y su funcionamiento, y se pueden definir dos categorías.

1.- Estándares comercialmente disponibles.

2.- Diseños y manufacturados específicamente.

Dispositivos Estándares Comerciales.- tienen capacidades publicitadas y verificables. Si se calibran y reciben mantenimiento periódicamente conservan sus capacidades largos periodos. Se especifican en hojas de operación, hojas de proceso, especificaciones de prueba procedimientos de prueba y otros documentos.

Pueden presentarse problemas cuando personal operativo intenta sustituir herramientas y equipo de prueba por otros que el cree que tienen capacidades equivalentes. Sin embargo, no todos los dispositivos tienen las mismas capacidades en todas las condiciones -- ambientales, y esto debe evaluarse antes de establecerse con certeza la equivalencia. El dispositivo equivalente debe ser mencionado en el procedimiento aplicable o bien recibir la evaluación de una autoridad técnicamente competente.

Herramientas y equipos de prueba especialmente diseñados y manufacturados.

Las dificultades pueden comenzar con los planos que definen un instrumento especial. Dado que este suele ser entregable, la documentación suele estar incompleta. La integridad de la información determinará que dificultad se experimentará al probar el diseño la

estabilidad y periodicidad de la calibración y la complejidad del mantenimiento. Las organizaciones de producción y para la calidad son responsables de establecer las normas a las que debe apegarse cualquiera que diseñe, pruebe o use instrumentos especiales.

#### HERRAMIENTAS PERSONALES.

En casi cualquier compañía manufacturera los empleados usan herramientas de mano de su propiedad. Muchas veces es necesario exigir que el personal de ensamblado use ciertas herramientas. Los ejemplos más comunes son destornilladores, cortadores, pinzas o alicates, martillos y juegos de llaves de tuercas. Herramientas y calibradores son inspeccionados sistemáticamente ya sea por la organización para la calidad o por la de manufactura.

En instalaciones dedicadas a la fabricación mecánica intensiva éste es un elemento importante del programa de calidad. El estado de herramientas y calibradores influye directamente en la calidad del trabajo humano. Sin embargo nunca será demasiada la importancia que se de al estado de las herramientas de mano personales. Con frecuencia los empleados continúan usandolas aunque ya deben ser sustituidas, lo cual causa defectos de acabado, daños al material, daño en partes delicadas con lo que se aumentan las actividades de trabajo.

#### Calibración.

En un programa de calidad, el término calibración se refiere a la que se aplica a los instrumentos usados en pruebas de aceptación. Tiene dos componentes importantes:

- 1.- Verificación de la exactitud de un aparato de medición o un instrumento de prueba conforme a una norma reconocida.
- 2.- Intervalo de tiempo entre tales calibraciones.

Es importante señalar que existe una diferencia básica entre -- precisión y exactitud. Un instrumento puede ser preciso pero ine--- xacto. El término precisión significa que un dispositivo producirá una lectura repetible en respuesta a un estímulo constante repetido el término exactitud significa que la lectura producida por el dispositivo en respuesta a un estímulo dado es la misma que se produ--- cirá en un dispositivo estandar en respuesta al mismo estímulo. calibrar significa validar la exactitud de un dispositivo.

En las hojas de operación y los procedimientos de prueba de la fabrica generalmente se especifica el instrumento que debe usarse-- para hacer una medición ya sea que el instrumento se manufacture -- "en casa" o se adquiera ya hecho. Incluida en la especificación, -- explicita o implicita, está la exactitud del instrumento.

En un buen programa de calidad debe haber lugar para un sistema de calibración documentado. los elementos de un sistema de calibración apropiado son :

- 1.- Un laboratorio de normas adecuadamente equipado.
- 2.- Fácil identificación del estado de calibración de todos los --- instrumentos empleados para medir.
- 3.- Calendarios de calibración de todos los instrumentos de medir.
- 4.- Un sistema de recuperación de información que notifique al personal la necesidad de entregar todos los instrumentos de medir-- conforme a calendarios de calibración.

- 5.- Un grupo de técnicos capacitados en mantenimiento, detección de fallas, reparación y calibración.
- 6.- Procedimiento para implementar el sistema de calibración
- 7.- Registros de frecuencias de falla de mantenimiento y, si estaban calibrados o descalibrados al reparar la falla.
- 8.- Una biblioteca correctamente equipada con información sobre instrucciones, usualmente dotada por fabricantes de instrumentos.
- 9.- Almacén de partes para reparación
- 10.- Calendario para calibrar los instrumentos estandares empleados en el laboratorio.
- 11.- Procedimientos para el uso de laboratorio externos a fin de -- realizar calibraciones que no puedan realizarse en instalaciones propias.

## ESPECIFICACIONES, TOLERANCIAS Y MARGENES.

### Especificación.

Las especificaciones de un producto constituyen instrucciones de procedimiento para el operario. Estas instrucciones deben ser claras y precisas, pero cuando no lo son la situación debe ser resuelta a nivel superior al del operario. Las especificaciones del producto también constituyen normas para la prueba e inspección donde son esenciales claridad y precisión.

### Tolerancias.

La tolerancia es el grado máximo de variación que puede permitirse respecto a una especificación nominal o establecida. En general, las tolerancias estrechas (numericamente pequeñas) se aplican a partes que se ensamblan o embonan con otras; cuanto más estrechas sean las tolerancias, tanto mayor será la facilidad de ensamblaje. Esta es una consideración particularmente crítica en situaciones de producción masiva, en las que se requiere intercambiabilidad de partes. Sin embargo si bien las tolerancias estrechas reducen los costos de ensamblaje, también incrementan los costos de fabricación de las partes individuales. Por este motivo debe lograrse un equilibrio entre los dos tipos de costos, con el objeto de minimizar su suma. Las tolerancias obligatorias son requisitos de tolerancia que deben ser satisfechos en virtud de que afectan de manera directa importantes características de calidad del producto final.

### Tolerancias Unilaterales y Bilaterales.

En la practica se encuentran tolerancias tanto unilaterales como bilaterales. Una tolerancia unilateral permite la variación en un solo sentido respecto a un valor nominal; una tolerancia bilate-

ral permite la variación en ambos sentidos.

#### MARGENES.

El margen se define, en este contexto, como la holgura mínima especificada entre partes embonantes.

#### IV.3.- CONTROL DE ADQUISICIONES.

De todos los trabajos necesarios en un programa de calidad -- bien administrado y organizado, los relacionados con el material -- adquirido son los más difíciles de administrar. En una compañía dedicada a la producción continua del mismo artículo, el control del material adquirido es relativamente simple. Una vez que se identifican fuentes calificadas que se detectan los problemas iniciales y que se toman medidas correctivas, la tarea pasa a ser de vigilancia continua asegurando el flujo consistente e ininterrumpido de un buen material. Si bien pueden ocurrir problemas repentinos, es grande la probabilidad de que dada una vigilancia adecuada el flujo de un material bueno requiera poca atención administrativa. El reto es mayor para compañías dedicadas a fabricar diversos productos constituidos por materiales de alta complejidad.

Desde el punto de vista del programa de calidad. Existen -- las siguientes categorías de material adquirido:

- 1).- Materia Prima
- 2).- Partes
- 3).- Ensamblados
- 4).- Subsistemas
- 5).- Sistemas
- 6).- Servicios de apoyo
- 7).- Programas de Computadora

8).- Bienes de capital.

9).- Instalaciones.

Cada una de estas categorías son únicas, las cuales deben tratarse de manera que se conserve un programa efectivo en términos del costo. Por lo general los proveedores aprobados deben satisfacer normas financieras, de prácticas comerciales y de experiencia para hacer una elección de fuentes efectiva, un grupo idóneo de ingenieros de diseño, ingenieros de manufactura, especialistas en producción y especialistas en aseguramiento de calidad deben revisar los proveedores tentativos; sus evaluaciones constituirán la base de posibles ordenes de materiales. Si las decisiones de adquisición hechas por el jefe de compras se basan solamente en el precio, es posible que la calidad del producto sea marginalmente aceptable. La responsabilidad del jefe de calidad es evaluar los hallazgos de la junta de expertos para la elección de fuentes.

Todas las categorías de material adquirido deben someterse a una inspección al ser recibido, por medio del cual se verifica la aceptabilidad de aquel. Esta verificación es uno de los principales eslabones en la cadena de manufactura. Si una compañía no inspecciona los materiales al recibirlos, puede descubrir más tarde que sus productos terminados son inaceptables, y esto puede provocar costosas demoras en el calendario.

Para la inspección al recibir existen seis métodos distintos, identificables, que se aplican después de hacer las correlaciones de documentación acostumbradas con ordenes de compra y la inspección en los patios de la compañía dedicados a este fin, en busca de daños evidentes que pudiera haber sufrido el material durante el ----

transporte, esos seis metodos son:

1).- Certificado de Cumplimiento.

Esta es la declaración que hace el proveedor de que el material que se suministra a travez de una orden de compra satisface -- sus estandares. La intención de este documento es comunicar la confianza de que el material puede pasar directamente a los inventa--- rios del comprador sin necesidad de mayor inspección o ensayo al -- llegar a su destino. Este documento se basa en la confianza. No --- obstante, si bien es práctico en el caso de materias primas como me tales, agentes químicos, madera, gomas y pintura, es marginalmente inaceptable para otros productos en los que el rendimiento es críti co, y se considera completamente inutil para sistemas y subsistemas de procuración complejos.

2).- Inspección y prueba por Muestreo.

Este método se basa en técnicas estadísticas para determi--- nar la aceptabilidad de lotes de material. En él una muestra de -- material enviado por el distribuidor se inspecciona y prueba. Basan dose en los resultados y en los niveles de imperfección previamente acordados, un lote completo se acepta, rechaza o somete a inspec--- ción y ensayo más extensos. La técnica de muestreo normalmente se - apegar a normas de la industria. Una norma común es la MIL-STD-105 - es inherente a este método el supuesto de que la muestra es repre--- sentativa del lote completo. Esta suposición tiene mayores posibi--- lidades de apegarse a la realidad cuando se procuran grandes canti--- dades del mismo material. En las adquisiciones de muy bajos volu--- menes existe la posibilidad de aceptar material deficiente o de rechazar material satisfactorio.

.- 3).- Inspección y prueba al 100% de cada pieza del producto en todos los parámetros documentados.

Este método permite el máximo nivel de verificación. También es con mucho el más costoso, no solo por el trabajo necesario para realizar la inspección y pruebas, sino también por los requerimientos de planificación e instalaciones.

4).- Inspección y prueba de cada pieza del producto en un grupo selecto de parámetros.

Esta es una variante del método 3, con una importante diferencia: su menor costo, debido a que el número de parámetros que se inspeccionan y pruebas es menor que el total posible, las necesidades de instalaciones y mano de obra se reducen.

5).- Verificación de inspección y prueba por alguna otra organización, perteneciente o no a la compañía.

En este método se considera material especializado adquirido para uso interno solamente. Por lo común ese material se adquiere en pequeñas cantidades y el usuario final realiza la inspección y pruebas de aceptación.

6).- La Aceptación en la Fuente.

En este método usado por casi todas las compañías, se requiere un cuidadoso examen económico, pero las ventajas son significativas lo que es más importante, al permitir detectar material deficiente en la misma planta del proveedor impide el desperdicio de recursos en embarque, posteriores inspección y prueba, y devolución del material. Otras ventajas resultan del conocimiento de primera mano de la forma en que el proveedor manufactura, inspecciona y prueba.

el material por adquirir. El material manejado de esta forma solo -  
requerirá inspección en busca de daños producidos en el embarque -  
al ser recibido. Los calendarios globales se cumplen mejor con este  
método.

IV.4.- CONTROL DE PRUEBAS.

PROCEDIMIENTOS DE PRUEBAS HIDROSTATICAS: las pruebas hidrostáticas que deben ser aplicadas a las válvulas de mariposa son:

PRUEBA DEL CUERPO: Esta prueba normalmente, debe efectuarse para verificar las condiciones de la fundición, el proveedor debe --- garantizar la hermeticidad del cuerpo. En caso extraordinario, a petición del cliente se efectuará una prueba en planta; bajo la estricta supervisión de los departamentos de control de calidad- Ingeniería y el cliente. Para el caso de una presión de trabajo de 75 Psi, la presión de prueba del cuerpo debe ser de 150 Psi. El tiempo de duración de la prueba debe ser suficiente para poder visualizar posibles fisuras y/o goteos a travez del cuerpo. Este tiempo se enlista enseguida:

T A M A Ñ O	T I E M P O
Menores de 8"	1 min.
10" y 20"	3 min.
24" Mayores	10 min.

PRUEBA DE PRESION DEL ASIEN TO.- Esta prueba debe efectuarse, --- cuando la válvula esta totalmente ensamblada, con el disco en -- posición de cierre total, ( posición horizontal), la superficie - superior debe estar totalmente visible, sin charcas de agua.

La presión que debe aplicarse es la siguiente:

= Clase 25 A y clase 25 B	25 Psi
- Clase 75 A y Clase 75B	75 Psi
- Clase 150 A y 150 B	150 Psi

El rango del tiempo que debe durar la prueba es el siguiente:

M E D I D A	T I E M P O
Mayores 20"	5 min.
Menores 20"	10 min.

Estos rangos de presión y tiempo de prueba, están determinados para cumplir con las normas API STANDAR 598, MSS-SP-61, --- AWWA C 504. Ambas pruebas deben ser efectuadas por el supervisor - de prueba y ensamble, avaladas y documentadas por el departamento-- de control de calidad, quien debe determinar la validez de la misma. En todas las válvulas de mariposa, en donde el asiento de sello sea de material con propiedades resilientes, las fugas deben ser nulas. El incremento de la presión de prueba, debe de partir de cero y el incremento de la misma debe de efectuarse en forma lenta: para --- evitar cambios bruscos, y las oscilaciones que pudieran afectar -- a los instrumentos de medición.

Se debe inspeccionar que la cantidad de aire atrapado dentro de la válvula sea mínimo. El supervisor del área de ensamble y prueba; - debe verificar que el ensamble de la válvula sea correcto, además- de verificar que el ajuste en los empaques de las flechas sea el - correcto para no permitir fugas.

Las válvulas bridadas, deben ser sujetas a la olla de prueba co -- rrespondiente por lo menos con el 50% de los tornillos de la bri-- dada de conexión, y deben estar espaciadas igualmente. Por ninguna- razón, la presión de prueba debe excederse de la indicada por el-- departamento técnico, que deberá asegurar que el diseño conserva -- los rangos de seguridad adecuados por medio de pruebas de evalua-- ción del producto.



Prueba de Hermeticidad

## C O N C L U S I O N E S .

1.- Es necesario que cualquier fabricación de válvulas esté respaldada por el desarrollo teórico de su funcionamiento, así como -- por el cálculo mecánico de cada uno de sus componentes. Infor-- mación que debe ser complementada por las pruebas efectuadas a-- los prototipos. de las cuales se derivan las características -- reales de funcionamiento y las recomendaciones para su correcta aplicación y los rangos de operación.

Estos últimos aspectos normalmente se manifiestan en los cata-- logos de venta o bien en los certificados de calidad, por lo -- que el fabricante queda obligado a responder técnicamente y/o-- jurídicamente por el buen funcionamiento y la calidad de los -- materiales empleados.

2.- La fabricación de cualquier producto no es recomendable reali-- zarla si esta no está soportada por una infraestructura que con sidere un estudio de ; mercado, ubicación de planta, maquinaria necesaria, personal necesario, volumen de producción, proveedo-- res, desarrollo a futuro del producto, comercialización del --- producto, respaldo jurídico etc. por lo que se puede considerar que la fabricación dista mucho de ser una actividad improvisada y en especial en el ramo de control de flujos.

3.- Es necesario que en la fabricación de cualquier producto se con temple la incorporación de los sistemas de aseguramiento de ca-- lidad, los cuales son un requisito establecido por el gobierno--

federal el 11 de diciembre de 1990 a través del diario oficial de la federación para hacerlos del conocimiento de los productores, - distribuidores, consumidores y del público en general; esto se indica en las normas NOM-XX.

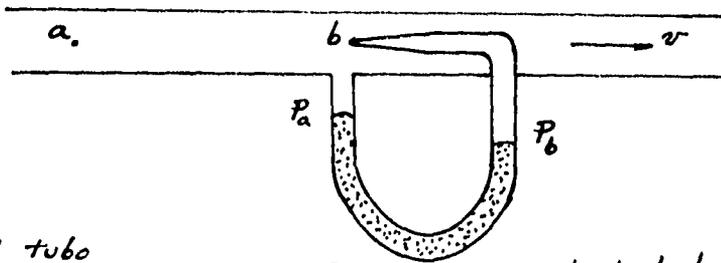
4.- En la sección dedicada a la evaluación del coeficiente de flujo  $C_f$ , los resultados muestran en forma categorica un mejor funcionamiento en las válvulas que consideran disco con menor área de obstrucción. Para el caso del disco estructural con huecos con el que se obtienen los mejores resultados, se concluye que esta forma sofisticada cae dentro de la clasificación de los perfiles aerodinámicos.

A P E N D I C E

"A"

METODO EXPERIMENTAL PARA MEDIR VELOCIDAD.

EL TUBO DE PITOT.- Mostrado en la fig. No. 15, es una sonda típica que se utiliza para la medición simultánea de la presión y la de estancamiento. La abertura en la cara frontal de la sonda detecta la presión de estacionamiento, mientras que los pequeños periféricos detectan la presión estática. La medición de la presión estática con este dispositivo. Depende en gran parte, de la distancia entre los orificios periféricos y el orificio frontal así como del ángulo de inclinación respecto a las líneas de flujo. En la fig No. 16 muestra el compartimiento de la indicación de la presión estática respecto a la relación de separación entre los orificios laterales y el frontal de la sonda, para las configuraciones subsónica y supersónica. de la fig. No. 16, se puede concluir que es recomendable colocar las perforaciones periféricas al menos 8 diámetros aguas abajo del frente de la sonda. con el objeto de lograr el mínimo error. En la fig. No. 17 se puede observar la dependencia de las presiones estáticas y de estancamiento respecto al ángulo de incidencia para un tubo de pitot convencional.



en el tubo

$$P_b = P_a + \frac{1}{2} \rho v^2$$

Líquido de trabajo.- agua  
Líquido manométrico.- agua

en el manómetro

$$P_b = P_a + \rho_0 g h$$

igualando ambas ecuaciones

$$\rho_{H_2O} g h = \frac{1}{2} \rho_{H_2O} v^2 \rightarrow \sqrt{2gh} = v$$

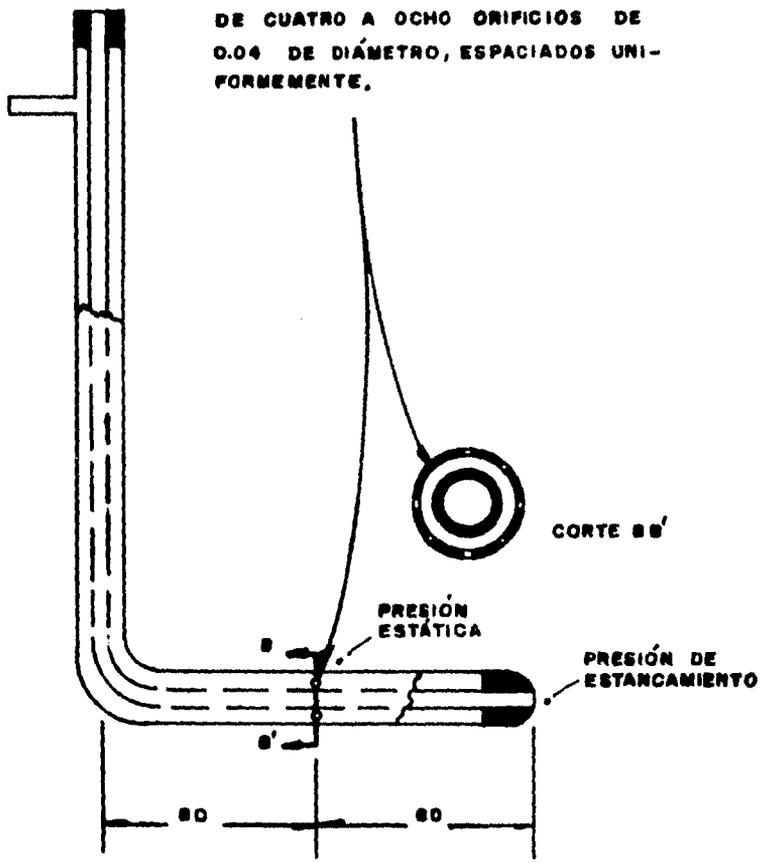


FIG. 25 DIBUJO ESQUEMATICO DE UN TUBO PITOT.

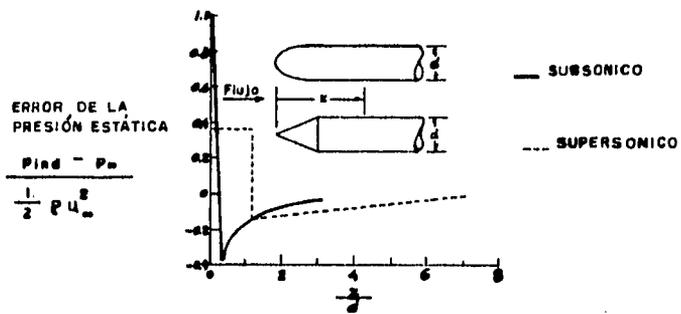


FIG. 16 VARIACIÓN DE LA PRESIÓN ESTÁTICA A LO LARGO DE SONDAS ESTÁNDAR TIPO SUBSÓNICO Y SUPERSONICO

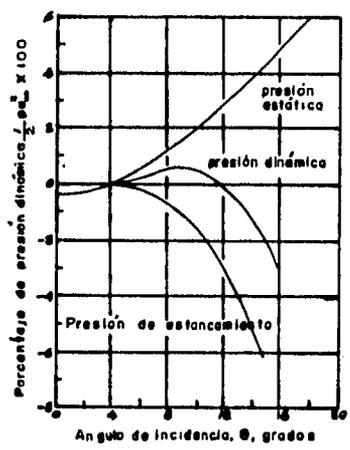


FIG. 17 VARIACIÓN DE LAS PRESIONES ESTÁTICAS, DE ESTANCAMIENTO Y DINÁMICA CON RESPECTO AL ANSULO DE INCIDENCIA PARA UN TUBO PITOT.

REF. J. P. HOLMAN  
METODOS EXPERIMENTALES

## MÉTODOS EXPERIMENTALES PARA MEDIR PRESION

La presión se representa como una fuerza por unidad de área como tal tiene las mismas unidades que el esfuerzo y se puede considerar, en un sentido general, como un tipo de esfuerzo. Para nuestros propósitos es conveniente definir la presión como la fuerza que por unidad de área ejerce un fluido sobre una pared, en los sistemas de fluidos. La presión absoluta se refiere al valor absoluto de la fuerza que por unidad de área ejerce un fluido sobre una pared.

La presión manométrica representa la diferencia entre la presión absoluta y la presión atmosférica local. El vacío representa la cantidad en que la presión atmosférica excede a la presión absoluta. A partir de estas definiciones vemos como la presión absoluta no puede ser negativa y que el vacío no puede ser mayor que la presión atmosférica local. Es de importancia mencionar que la presión local del fluido puede depender de muchas variables; la evaluación sobre el nivel del mar, la velocidad, la densidad y la temperatura del fluido, son los parámetros de mayor importancia.

En el sistema de unidades para ingeniería, la presión se expresa generalmente en libras por pulgada cuadrada absoluta (PSIA).

La presión de un fluido resulta de un intercambio de cantidad de movimiento entre las moléculas de un fluido y la pared del recipiente que lo contiene. El intercambio de la cantidad del movimiento total depende del número total de moléculas que golpean la pared por unidad de tiempo y de la velocidad promedio de estas.

DISPOSITIVOS MECANICOS DE MEDICION DE PRESION.

Considerando los alcances del presente estudio. los dispositivos mecánicos representan un medio más conveniente para la medición de presión . Por tal razón en esta sección se examinarán los principios de algunos instrumentos mecánicos para medir este parámetro.

El manómetro de tubo en U.- es un dispositivo que se utiliza -- ampliamente en la medición de presiones de fluidos bajo condiciones estáticas. Primero consideremos el manómetro de tubo en "U", mostrado en la fig. No. 18 , la diferencia entre la presión desconocida "P" y la atmosférica se determinó como una función de la altura-diferencial "H". La densidad del fluido transmisor de presión P es  $\rho_f$  , y la densidad del fluido de manómetro se designa como  $\rho_m$  .

Si se efectua un análisis del equilibrio de presiones entre las dos columnas, obtenemos que:

$$P_a + \frac{\rho_m}{\rho_f} h = P + h \quad \text{o también}$$

3. Sistema ingles.

$$P - P_a = \frac{\rho_m}{\rho_f} h (\rho_m - \rho_f) \quad \text{---(I)}$$

La ecuación (I) muestra el principio básico del manómetro de tubo en U. Es pertinente indicar que la distancia  $h$  se mide en dirección paralela a la fuerza gravitacional y que la presión diferencial  $P - P_a$ , se mide en la posición indicada por la línea discontinua.

EL MANOMETRO DE TUBO DE BOURDON.- Tiene una gran variedad de aplicaciones esencialmente en aquellos casos donde se desea una medición barata de presión estática. Se ofrecen comercialmente en muchos tamaños y exactitudes.

En la fig. No. 19 se presenta un esquema del manómetro de tubo de Bourdon. Generalmente, el tubo de Bourdon presenta una sección transversal alíptica y una configuración en forma de "C". Si a la entrada de dicho tubo se aplica una presión, entonces se presenta una deformación elástica, la cual idealmente es proporcional a la presión aplicada. El grado de linealidad depende de la calidad del tubo. Un extremo del tubo se conecta a un sistema de relojería que, además de amplificar el desplazamiento, lo transforma en una rotación angular que se detecta mediante una aguja. El acoplamiento del tubo de bourdon y el sistema de relojería se construye de tal manera que se pueda ajustar la operación del mecanismo para una linealidad óptima y mínima histeresis.

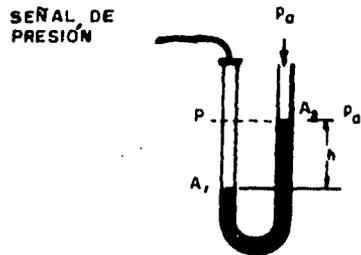


FIG. 18 MANÓMETRO DE TUBO EN U

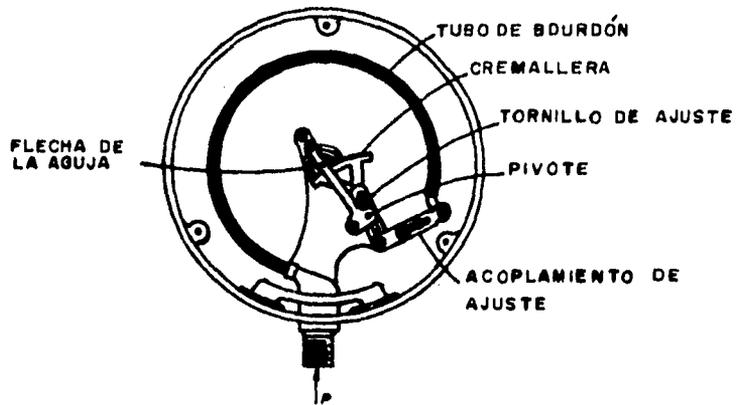


FIG. 18 ESQUEMA DE UN MANÓMETRO DE TUBO DE BOURDÓN

A P E N D I C E

"B"

AN AMERICAN NATIONAL STANDARD

# Valves — Flanged, Threaded, and Welding End

**ASME/ANSI B16.34-1988**

(REVISION OF ANSI B16.34-1981)



The American Society of  
Mechanical Engineers

345 East 47th Street, New York, N.Y. 10017

TABLE 1 LIST OF MATERIAL SPECIFICATIONS  
Applicable ASTM Specifications

GROUP 1

Material Group No.	Material Nominal Designation	Product Forms														
		Forgings			Castings			Plates			Bars and Shapes			Tubular Products		
		Spec. No.	Grade	Notes	Spec. No.	Grade	Notes	Spec. No.	Grade	Notes	Spec. No.	Grade	Notes	Spec. No.	Grade	Notes
1.1	Carbon  C-Mn-Si	A 105 A 350 F2		(1)(3)	A 216 WCB		(1)	A 515 70 A 516 70  A 537 Cl.1		(1) (1)	A 105 A 350 LF2 A 675 70 A 695 Gr C		(1)(3)  (1)(B)(5)	A 672 B 70 A 672 C 70		
1.2	Carbon  2 1/2 Ni 3 1/2 Ni	A 350 LF3			A 216 WCL A 352 LCC A 352 LC2 A 352 LC3		(1)	A 203 B A 203 E			A 350 LF3			A 106 C		(1)
1.3	Carbon  2 1/2 Ni 3 1/2 Ni				A 352 LCB			A 515 65 A 516 65 A 203 A A 203 D		(1) (1)	A 675 65		(1)(B)(5)	A 672 B 65 A 672 C 65		
1.4	Carbon	A 350 LF1						A 515 60 A 516 60		(1)	A 675 60 A 350 LF1 A 695 Gr B		(1)(5)	A 106 B A 672 B 60 A 672 C 60		(1)
1.5	C-1/2 Mo	A 182 F1		(2)	A 217 WC1 A 352 LC1		(2)(4)	A 204 A A 204 B		(2) (2)	A 182 F1		(2)	A 691 CM 70		
1.6	C-1/2 Mo  1/2 Cr-1/2 Mo  1 Cr-1/2 Mo							A 387 2 Cl.1 A 387 2 Cl.2 A 387 12Cl.1						A 335 P1 A 369 FP1 A 691 1/2 CR		(2) (2)
1.7	C-1/2 Mo 1/2 Cr-1/2 Mo Ni-Cr-1/2 Mo Ni-Cr-1 Mo	A 182 F2			A 217 WC4 A 217 WC5		(4) (4)	A 204 C		(2)	A 182 F2			A 691 CM 75		
1.8	1 Cr-1/2 Mo  1 1/4 Cr-1/2 Mo  2 1/4 Cr-1 Mo							A 387 12 Cl.2  A 387 11 Cl.1  A 387 22 Cl.1						A 691 1 CR A 335 P12 A 369 FP12 A 691 1 1/4 CR A 335 P11 A 369 FP11 A 691 2 1/4 CR A 335 P22 A 369 FP22		(4)

116

ASME/ANSI B16.34-1988

THREADED, VALVES -- FLANGED, AND WELDING END

GROUP 1 (CONT'D.)

Material		Product Forms														
Material Group No.	Nominal Designation	Forgings			Castings			Plates			Bars and Shapes			Tubular Products		
		Spec. No.	Grade	Notes	Spec. No.	Grade	Notes	Spec. No.	Grade	Notes	Spec. No.	Grade	Notes	Spec. No.	Grade	Notes
1.9	1 Cr-½ Mo	A 182	F12	(4)	A 217	WC6	(4)	A 387	11	Cl.2	A 182	F12	(4)			
	1½ Cr-½ Mo	A 182	F11	(4)							A 182	F11	(4)			
1.10	2¼ Cr-1 Mo	A 182	F22		A 217	WC9	(4)	A 387	22	Cl.2	A 182	F22				
1.11	3 Cr-1 Mo	A 182	F21					A 387	21	Cl.2	A 182	F21				
	A 302							A & B	(2)	A 302						
1.12	5 Cr-½ Mo							A 387	5	Cl.1						
	A 387							5	Cl.2	A 691						
1.13	5 Cr-½ Mo	A 182	F5a		A 217	C5	(4)				A 182	F5a				
		A 182	F5								A 182	F5				
1.14	9 Cr-1 Mo	A 182	F9		A 217	C12	(4)				A 182	F9				

(Table 1 continues on next page)

(Notes follow at end of table)

TABLE 1 LIST OF MATERIAL SPECIFICATIONS (CONT'D)  
Applicable ASTM Specifications

GROUP 2

Material		Product Forms														
Material Group No.	Nominal Designation	Forgings			Castings			Plates			Bars and Shapes			Tubular Products		
		Spec. No.	Grade	Notes	Spec. No.	Grade	Notes	Spec. No.	Grade	Notes	Spec. No.	Grade	Notes	Spec. No.	Grade	Notes
2.1	18 Cr-8Ni	A 182 F 304 (6) A 182 F 304H			A 351 CF3 A 351 CF8 (6) A 743 CF3 (14)(16) A 743 CF6 (6)(14)(16) A 744 CF3 (15)(16) A 744 CF8 (6)(15)(16)			A 240 304 (6)(7) A 240 304H			A 182 F 304 (6) A 182 F 304H A 479 304 (6)(7) A 479 304H			A 312 TP304 (6) A 312 TP304H A 358 304 (6) A 378 TP304 (6) A 378 TP304H A 430 FP304 (6) A 430 FP304H		
2.2	16 Cr-12 Ni-2 Mo  18 Cr-8Ni 18 Cr-13Ni-3Mo 18 Cr-9Ni-2Mo	A 182 F 316 (6) A 182 F 316H			A 351 CF 3A A 351 CF 8A  A 351 CF 3M A 351 CF 8M (6) A 743 CF 3M (14)(16) A 743 CF 8M (6)(14)(16) A 744 CF 3M (15)(18) A 744 CF 8M (6)(15)(18)			A 240 316 (6)(7) A 240 316H  A 240 317 (6)(7)			A 182 F 316 (6) A 182 F 316H A 479 316 (6)(7) A 479 316H			A 312 TP316 (6) A 312 TP316H A 358 316 (6) A 378 TP316 (6) A 378 TP316H A 430 FP316 (6)(7) A 430 FP316H  A 312 TP317 (6)		
2.3	18 Cr-8Ni 16 Cr-12Ni-2Mo	A 182 F304L A 182 F316L					A 240 304L A 240 316L			A 182 F304L A 479 304L A 182 F316L A 479 316L			A 312 TP304L A 312 TP316L			
2.4	18 Cr-10Ni-Ti	A 182 F321 (6) A 182 F321H					A 240 321 (6)(7) A 240 321H			A 182 F321 (6) A 479 321 (6)(7) A 182 F321H A 479 321H			A 312 TP321 (6) A 312 TP321H A 358 321 (6) A 378 TP321 (6) A 378 TP321H A 430 FP321 (6)(7) A 430 FP321H			

GROUP 2 (CONT'D.)

Material		Product Forms																	
Material Group No.	Nominal Designation	Forgings			Castings			Plates			Bars and Shapes			Tubular Products					
		Spec. No.	Grade	Notes	Spec. No.	Grade	Notes	Spec. No.	Grade	Notes	Spec. No.	Grade	Notes	Spec. No.	Grade	Notes			
2.5	18 Cr-10Ni-Cb	A 182	F347	(6)	A 351	CF8c	(6)	A 240	347	(6)(7)	A 182	F347	(6)	A 312	TP347	(6)			
		A 182	F347H					A 240	347H					A 182	F347H		A 312	TP347H	
		A 182	F348	(6)				A 240	348	(6)(7)				A 182	F348	(6)	A 358	347	(6)
		A 182	F348H					A 240	348H					A 182	F348H		A 376	TP347	(6)
											A 479	347	(6)(7)	A 376	TP347H				
											A 479	347H		A 430	FP347	(6)(7)			
											A 479	348	(6)(7)	A 430	FP347H				
											A 479	348H		A 312	TP348	(6)			
														A 312	TP348H				
														A 376	TP348				
														A 376	TP348H				
2.6	25 Cr-12Ni				A 351	CH8	(6)												
	23 Cr-12Ni				A 351	CH20	(8)												
								A 240	309S	(6)(7)					A 312	TP309	(6)		
														A 358	309				
2.7	25 Cr-20Ni	A 182	F310	(6)(9)	A 351	CK20	(6)	A 240	310S	(6)(7)	A 182	F310	(6)(9)	A 312	TP310	(6)(9)			
		A 479	310S	(6)(7)							A 479	310S	(6)(7)				A 358	310	(6)(9)

(Table 1 continues on next page)

(Notes follow at end of table)

TABLE 1 LIST OF MATERIAL SPECIFICATIONS (CONT'D)  
Applicable ASTM Specifications

GROUP 3

Material Groups		Product Forms																	
Material Group No.	Nominal Designation	Forgings			Castings			Plates			Bars and Shapes			Tubular Products					
		Spec. No.	Grade	Notes	Spec. No.	Grade	Notes	Spec. No.	Grade	Notes	Spec. No.	Grade	Notes	Spec. No.	Grade	Notes			
3.1	Cr-Ni-Fe-Mo-Cu-Cb Alloy 20Cb	B 462	N08020	(10)	A 351	CN7M	(11)	B 463	N08020	(10)	B 473	N08020	(10)	B 464	N08020	(10)	B 468	N08020	(10)
3.2	Nickel Alloy 200	B 160	N02200	(10)(12)				B 162	N02200	(10)	B 160	N02200	(10)	B 161	N02200	(10)	B 163	N02200	(10)
3.3	Ni-Low C Alloy 201	B 160	N02201	(10)(12)				B 162	N02201	(10)	B 160	N02201	(10)						
3.4	Ni-Cu Alloy 400 Alloy 405	B 564	N04400	(10)				B 127	N04400	(10)	B 164	N04400	(10)	B 165	N04400	(10)	B 163	N04400	(10)
		B 164	N04405	(10)							B 164	N04405	(10)						
3.5	Ni-Cr-Fe Alloy 600	B 564	N06600	(10)				B 166	N06600	(10)	B 166	N06600	(10)	B 167	N06600	(10)	B 163	N06600	(10)
3.6	Ni-Fe-Ci Alloy 800	B 564	N08800	(10)				B 409	N08800	(10)	B 408	N08800	(10)	B 163	N08800	(10)			
3.7	Ni-Mo Alloy B-2	B 335	N10665	(11)(12)				B 333	N10665	(11)	B 335	N10665	(11)	B 622	N10665	(11)			
3.8	Ni-Mo-Cr Alloy C-276 Ni-Cr-Mo-Cb Alloy 625 Ni-Mo Alloy B Ni-Mo Alloy C Ni-Mo-Cr-Fe Alloy N Ni-Mo-Cr Alloy C4 Ni-Fe-Cr-Mo-Cu Alloy 825	B 574	N10276	(11)(12)				B 575	N10276	(11)	B 574	N10276	(11)	B 622	N10276	(11)			
		B 564	N06625	(10)(12)				B 443	N06625	(10)(13)	B 446	N06625	(10)(13)						
		B 335	N10001	(11)(12)				B 333	N10001	(11)	B 335	N10001	(11)	B 622	N10001	(10)			
							B 434	N10001											
							B 434	N10003	(10)	B 573	N10003	(10)							
							B 574	N06455	(11)(12)	B 575	N06055	(11)	B 574	N06455	(11)	B 622	N06455	(11)	
					B 425	N08825	(10)(12)	B 424	N08825	(10)	B 425	N08825	(10)	B 423	N08825	(10)			
3.9	Ni-Cr-Mo-Fe Alloy X	B 572	N06002	(10)(12)				B 435	N06002	(10)	B 572	N06002	(10)	B 622	N06002	(10)			

GROUP 3 (CONT'D.)

Material Groups		Product Forms																
Material Group No.	Nominal Designation	Forgings			Castings			Plates			Bars and Shapes			Tubular Products				
		Spec. No.	Grade	Notes	Spec. No.	Grade	Notes	Spec. No.	Grade	Notes	Spec. No.	Grade	Notes	Spec. No.	Grade	Notes		
3.10	Ni-Fe-Cr-Mo-Cb Alloy 700	B 672	N08700	(1)(12)				B 594	N08700	(11)			B 672	N08700	(11)			
3.11	Ni-Fe-Cr-Me-Cu-Low C Alloy 904L	B 649	N08904	(10)(12)				B 625	N08904	(10)			B 649	N08904	(10)		B 677	N08904 (10)
3.12	Ni-Fe-Cr-Mo Alloy 20 Mod. Ni-Cr-Fe-Mo-Cu Alloy G-3	B 621	N08320	(11)(12)				B 620	N08320	(11)			B 621	N08320	(11)		B 622	N08320 (11)
		B 581	N06985	(11)(12)				B 582	N06985	(11)			B 581	N06985	(11)		B 622	N06985 (10)
3.13	Ni-Cr-Fe-Mo-Cu Alloy G-2	B 581	N06975	(11)(12)				B 582	N06975	(11)			B 581	N06975	(11)		B 622	N06975 (11)
3.14	Ni-Cr-Fe-Mo-Cu Alloy G	B 581	N06007	(11)(12)				B 582	N06007	(11)			B 581	N06007	(11)		B 622	N06007 (11)
3.15	Ni-Fe-Cr Alloy 800H	B 564	N08810	(10)				B 409	N08810	(10)			B 408	N08810	(10)		B 407	N08810 (10)
3.16	Ni-Fe-Cr-Si Alloy 330	B 511	N08330	(10)(12)				B 536	N08330	(10)			B 511	N08330	(10)		B 535	N08330 (10)

NOTES:

- (1) Upon prolonged exposure to temperatures above about 800°F, the carbide phase of carbon steel may be converted to graphite.
- (2) Upon prolonged exposure to temperatures above about 875°F, the carbide phase of carbon-molybdenum steel may be converted to graphite.
- (3) Only killed steel shall be used above 850°F.
- (4) Use normalized and tempered material only.
- (5) Leaded grades shall not be used where welded or in any application above 500°F.
- (6) At temperatures over 1000°F, use only when the carbon is 0.04% or higher.
- (7) For temperatures above 1000°F, use only if the material is heat treated by heating it to a minimum temperature of 1900°F and quenching in water or rapidly cooling by other means.
- (8) For service temperatures above 850°F, it is recommended that killed steels containing not less than 0.10% residual silicon be used.
- (9) For service temperatures of 1050°F and above, assurance must be provided that grain size is not finer than ASTM No. 6.
- (10) Use annealed material only.
- (11) Use solution annealed material only.
- (12) The chemical composition, mechanical properties, heat treating requirements, and grain size requirements shall conform to the applicable ASTM specification. The manufacturing procedures, tolerances, tests, certifications, and markings shall be in accordance with ASTM specification B564.
- (13) Alloy N06625 in the annealed condition is subject to severe loss of impact strength at room temperatures after exposure in the range of 1000°F to 1400°F.
- (14) Suitable only when supplementary requirement S12 of A743 has been met.
- (15) Suitable only when supplementary requirement S2 of A744 has been met.
- (16) When used for investment castings, mechanical properties may be determined using a 1 in. x 0.25 in. diameter tensile specimen in place of the standard 2 in. specimen.

VALVES - FLANGES, THREADED, AND WELDING END

ASME/ANSI B16.34-1998

B I B L I O G R A F I A

- 1.- AWWA C 504 BUTHERFLY VALVE.
- 2.- MSS SP67 BUTHERFLY VALVE.
- 3.- AP1 609 BUTHERFLY VALVE.
- 4.- AP1 598.
- 5.- AP1 601.
- 6.- CODIGO ASME SECCION A,B. ESPECIFICACION DE MATERIALES.
- 7.- CODIGO ASTM ESPECIFICACION DE MATERIALES.
- 8.- SELECCION DE VALVULAS CRAEN Mc GRAW HILL.
- 9.- MANUAL TECNICO KEYSTONE (FABRICANTE)
- 10.- ADMINISTRACION DE LA PRODUCCION ED.DIANA FRANKLIN G. MOORE.
- 11.- ADMINISTRACION Y DIRECCION TECNICA DE LA PRODUCCION.  
ED. LIMUSA ELWOOD S. BUFFA.
- 12.- MECANICA DE FLUIDOS WHITE.
- 13.- MANUAL ARTMAN VALVE.