

300617

25
2º



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA

Incorporada a la U.N.A.M.

PROCEDIMIENTO DE AJUSTE PARA VALVULAS DE ACERO TIPO COMPUERTA

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
CON AREA PRINCIPAL EN:
INGENIERIA INDUSTRIAL
P R E S E N T A :
ALFONSO LOERA VAQUERO

MEXICO, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1986



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 está 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.

I N D I C E

HOJA

Introducción	1
------------------------	---

CAPITULO I

FABRICACION DE VALVULAS COMO APOYO

PARA LA INDUSTRIA NACIONAL

A. Importancia de las válvulas de acero de compuerta	5
B. Generalidades sobre Válvulas	8
B.1 Qué es una Válvula	8
B.2 Diseño Básico	10
B.3 Tabla resumen para especificar una válvula . .	16
C. Normas de las Válvulas	17
C.1 Las normas que rigen las Válvulas	17
C.2 Porqué se aplican las normas en México	19
D. Mercado de Válvulas	20
D.1 Análisis de la Oferta	20
D.2 Análisis de la Demanda	22

CAPITULO II

ESTUDIO DE METODOS

A. Qué es el Estudio del Trabajo	26
A.1 Definición	26
A.2 Utilidad	27
A.3 Técnicas del Estudio del Trabajo	28
A.4 Procedimiento Básico para el Estudio del Trabajo	30

B.	Estudio de Métodos	31
B.1.	Definición	31
B.2.	Procedimiento Básico	31
B.3.	Cuadro Resumen	33
C.	Seleccionar	35
C.1.	Factores de Peso	35
C.2.	Posibilidades de Selección	35
D.	Registrar	38
D.1.	Registrar los Hechos	38
D.2.	Símbolos Empleados	39
D.3.	Cursograma Sinóptico	42
D.4.	Cursograma Analítico	44
E.	Examinar	47
E.1.	La Técnica del Interrogatorio	47
E.2.	Preguntas Preliminares	49
E.3.	Preguntas de Fondo	49
F.	Idear el método	51

CAPITULO III

SELECCIONAR

A.	Diagrama de Flujo para la Fabricación de Válvulas	53
A.1.	Explicación del Diagrama	53
B.	Importancia del Ajuste y Prueba Hidrostática	55
B.1.	Ajustar una Válvula	55
B.2.	Probar una Válvula	56
C.	Lista Modelo	62

CAPITULO IV

REGISTRAR

A.	Cursograma Sinóptico	67
----	--------------------------------	----

A.1	Cursograma Sinóptico del Armado de una Válvula	68
A.2	Componentes de una Válvula	70
A.3	Especificaciones del Diagrama	71
B.	Control Estadístico de Calidad	72
B.1	Qué es el Control Estadístico de Calidad	72
B.2	Técnicas del Control Estadístico	72
B.3	Variable y Atributo	74
B.4	Gráficas por Fracción Defectiva	75
B.4.1	Beneficios de las Gráficas por Fracción Defectiva	75
B.4.2	Datos de la Gráfica de Fracción Defectiva	76
B.4.3	Especificaciones y Resultados de las Gráficas por Fracción Defec- tiva	77
B.4.4	Construcción de Gráficas por Atribu- to o Fracción Defectiva	78
C.	Cursograma Analítico	86
D.	Conclusiones de Registro de Hechos	91

CAPITULO V

EXAMINAR

A.	Definición de Examinar	93
B.	Respuestas a las Preguntas de Fondo	94
B.1	Operación Dimensionar	94
B.2	Operación Rectificar	96
C.	El Factor Hombre	98

C.1.	Objetivos de una Empresa	98
C.2	Factores que influyen en el Desempeño del Trabajo	101
C.3	Sistemas Sociotécnicos	104

CAPITULO VI

IDEAR

A.	Qué Idear	107
A.1	Sumario	107
A.2	Manual de Huellas para el Rectificado de Válvulas	109
B.	Gráficas de Control de Shewhart de las Caracte- rísticas de Calidad Medible	111
B.1	Variabilidad del Producto	111
B.2	Beneficios que representa la Gráfica por Variable	113
B.3	Construcción de las gráficas por variable.	114
B.4	Especificaciones de las Gráficas	115
C.	Manual de Tolerancias para Rectificación de Vál- vulas	117
D.	Procedimiento de Ajuste para Válvulas de Ace- ro Tipo Compuerta	139
D.1	Cursograma Analítico del Método Propuesto.	139
D.2	Auto-Control	143

CAPITULO VII

Conclusiones	153
Bibliografía	155

INDICE DE ILUSTRACIONES

CAPITULO I

FIG.I.B.1	Partes de una válvula tipo compuerta	13
FIG.I.B.2	Tabla resumen para especificar una <u>vál</u> vula	16

CAPITULO II

FIG.II.A.1	Técnicas del estudio del trabajo	29
FIG.II.B.1	Etapas del estudio de métodos	34

CAPITULO III

FIG.III.A.1	Diagrama de flujo para la fabricación de válvulas	54
FIG.III.B.1	Ajustar una válvula	56
FIG.III.B.2	Prueba de coraza o cuerpo	57
FIG.III.B.3	Prueba de asiento	58

CAPITULO IV

FIG.IV.A.1	Cursograma sinóptico del armado de una válvula	68
FIG.IV.A.2	Componentes de una válvula	70
FIG.IV.B.1	Gráficas de fracción defectiva de <u>válvu</u> las probadas	80
FIG.IV.C.1	Cursograma analftico del método actual	87
FIG.IV.D.1	Secuencia de procedimiento	91

CAPITULO V

FIG.V.C.1	Recursos de una empresa	100
-----------	-----------------------------------	-----

CAPITULO VI

FIG.VI.A.1	Forma de marcar la huella	112
FIG.VI.D.1	Cursograma analftico del método <u>propues</u> to	140

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

Una de las principales formas utilizadas por los Ingenieros Industriales para incrementar la productividad en una planta manufacturera es mediante el diseño de nuevos procedimientos en los que se optimice el tiempo de operación.

Una operación vital en la fabricación de válvulas de acero tipo compuerta es el procedimiento de ajuste, y si éste se encuentra en malas condiciones por características del propio procedimiento, es necesario un estudio para encontrar la causa del rechazo y su posible solución.

Nadie sabe cuando nació la idea de la válvula. En algún lado, en el remoto pasado, un prehistórico ingenioso inventor aprendió a regular la fluidez de un río en una corriente, bloqueando con piedras o con el tronco de un árbol. Desde entonces, el hombre tuvo medios para regular el flujo de agua.

Las antiguas culturas Egipcias y Griegas diseñaron varios tipos de válvulas primitivas para distribuir el agua para consumo público o para regar cultivos; pero son los Romanos a los que generalmente se les conoce como los inventores de sistemas de agua comparativamente sofisticados.

Como en otras áreas, hubo muy pocos adelantos, si es que hubo algunos en el diseño de válvulas, en la Edad Media.

Uno de los inventores del Renacimiento que dirigió primero sus pensamientos hacia el diseño de válvulas fue Leonardo Da Vinci en sus proyectos de irrigación, canales y otros grandes sistemas hidráulicos.

La historia moderna de la industria de la válvula es paralela a la Revolución Industrial desde 1705, cuando Tomas Newcomen inventó la primera máquina de vapor industrial. El vapor acumulaba presiones que tenían que contenerse y regularse, de repente las válvulas adquirieron una nueva importancia dramática.

Los diseñadores y fabricantes necesariamente mejoraron los componentes de las válvulas de sus máquinas de vapor, su interés fue el producto completo. Nadie estaba todavía fabricando válvulas como unidad separada en gran escala.

Para 1830 se empezaron a desarrollar técnicas de diseño de métodos o procedimientos para la fabricación de productos en serie.

En 1842, la Ciudad de Nueva York construyó el abastecimiento de agua al municipio. En poco tiempo hubo una gran nueva demanda por pipas, aditamentos, válvulas y otro equipo de tubería. Rápidamente varias compañías se instalaron para fabricar los productos que satisficieran esta repentina demanda.

Las Industrias Textiles, de pulpa de madera, químicas, procesamiento de alimentos, farmacéuticos y generación de energía, se convirtieron en usuarios principales de válvulas.

A principios de siglo, nació la Industria del Petróleo y con ésta una demanda de válvulas de alta eficiencia que pudieran resistir altas presiones y temperaturas.

Los fabricantes de válvulas respondieron a todas éstas demandas con constantes mejoras de ingeniería basándose para ello en trabajos realizados por Gilbreth y Taylor que implicaba el uso de extensos procedimientos de diseño de métodos y medición del trabajo.

Durante los últimos años de la década de los 60's, el incremento en la variedad de los procesos de producción y su sofisticación, provocaron la necesidad de usar técnicas de control.

Con la revolución de la calidad que empezó en E.U. a finales de los 70's fueron redescubiertas algunas técnicas desarrolladas por Walter Shewhart en Western Electric Co. en los 1920's con ésta técnica el estudio de los procedimientos provee un profundo conocimiento de un proceso manufacturado y requiere un poco o no más trabajo que la tradicional herramienta de inspección.

La estructura del trabajo sigue el mismo orden que ha recorrido la historia de la Industria Valvulera. En una primera fase se explica qué es una válvula, su importancia en la industria, situación del mercado y el porqué incrementar la producción de válvulas en México. Después se plantean formas para desarrollar procedimientos en el estudio de métodos, que nos muestra el orden lógico que debe seguirse para el diseño o mejora de un procedimiento.

La siguiente fase es aplicar la teoría con apoyo de las gráficas de control estadístico de calidad. En ésta parte, se descubren las fallas existentes en el actual procedimiento de ajuste.

Por último se propone como solución la utilización de un manual para el ajuste de válvulas, con lo que se obtiene un nuevo procedimiento para ajustar válvulas y una nueva forma de controlar la calidad por medio del concepto de auto-control en un sistema sociotécnico.

Mientras el ingenio humano continué encontrando nuevas razones para controlar el flujo de gases, líquido y aún sólidos, la industria de las válvulas continuará mejorando sus procedimientos de fabricación.

CAPITULO I

FABRICACION DE VALVULAS COMO APOYO PARA LA INDUSTRIA NACIONAL

A. IMPORTANCIA DE LAS VALVULAS DE ACERO DE COMPUERTA.

"La perseverancia en las medidas adoptadas exige un esfuerzo redoblado para mantener el rumbo de corrección de las finanzas públicas. La pelea contra la inflación significa actuar en muchos frentes con el objeto, entre otras cosas, de producir eficiencia en la operatividad de las decisiones."

Silva Herzog

Las redes de tubería (bombas, líneas de vapor, líneas de agua, etc.) de las industrias necesitan tener un control por seguridad para la planta o para dar mantenimiento a los dispositivos que se usan. El control se logra gracias a la existencia de las válvulas. Se estima que representan el 8% de la inversión total para una planta.

Tanto la seguridad como la economía son factores que inducen a los ingenieros diseñadores a dar una gran importancia a la selección de válvulas para una fábrica.

Seleccionar la válvula correcta para una aplicación específica no es tarea fácil, ya que el diseñador tiene una amplia gama de tipos de válvulas, y gran diversidad de mate-

riales de cuerpo y bonete de la válvula, tales como:

- fierro fundido (semi acero, hierro acelerado, hierro nodular)
- acero de aleación
- acero al carbón
- latón
- bronce
- aluminio
- plomo, etc.

¿Por qué válvulas de acero?

Esta pregunta parte de la base de la diferencia de precio entre las válvulas de diversos materiales, pero cuando se tienen condiciones severas de cambios de temperatura o temperaturas muy bajas (criógenas), así como altas presiones, en ocasiones sería peligroso, en otras muy caro, ya que tendrían que usarse espesores muy grandes que lograrán aguantar las presiones a que son sometidas.

¿Por qué válvulas de compuerta?

La importancia de este tipo de válvulas radica en su aplicación. Como se verá más adelante su función es tan sencilla como dejar o no dejar pasar un fluido, sin embargo, su campo de acción es muy extenso, ya que tienen aplicación en industrias como las siguientes:

- industria petrolera y petroquímica
- plantas catalíticas para obtención de alcanos, alkenos y alquinos.

- industria de papel y alimenticia
- plantas termoeléctricas y generadoras de vapor
- plantas de tratamiento de aguas
- plantas de reducción de minerales

México ha sido en los últimos meses escenario de eventos económicos y financieros que lo han llevado a extremos nunca antes tocados, como resultado de una compleja interacción de factores tanto de orden interno como externo.

Esta situación ha afectado gravemente a todas las industrias establecidas en el país, y comprometidas hasta sus últimas consecuencias con el riesgo que implica esa posición.

El sector industrial de válvulas, tubería y conexos re presenta en términos de producción un volumen de más de 5,000 millones de pesos anuales, y lo que es más importante, un insumo altamente diversificado y vital para el desarrollo económico del país, precisamente por ir dirigido preponderan temente a las industrias petroleras, petroquímica y de la construcción.

El petróleo en sí mismo ni nos dará riqueza, ni saldará la deuda externa. Para hacerlo producir necesitará de la pequeña y mediana industria que lo apoye. El desarrollo económico de México debe fundamentarse en la coexistencia de gobierno-empresa. Los objetivos y medios de ambos deben converger en muchos puntos, de tal modo que formen la reali dad del país.

"Si bien los tiempos difíciles imponen sacrificios casi siempre injustos, ofrecen por otro lado, una gran oportunidad, ya que obligan a las empresas a desarrollar mecanismos no sólo de supervivencia, sino de renovación que se transforma en una metodología sana de crecimiento, a condición de saber permanecer unidos."

Ing.L.F. Ontiveros

B. GENERALIDADES SOBRE VALVULAS

B.1 ¿Qué es una válvula?

En forma sencilla, se define una válvula como el dispositivo mecánico que nos sirve para controlar el flujo de cualquier fluido que es conducido por medio de tuberías y conductores.

Generalmente, pueden adoptar infinitas posiciones que determinan las diferentes fases de regulación del fluido que pasa, desde la completa obstrucción hasta el libre flujo del líquido.

Partes importantes.

A continuación, se presenta una breve descripción de las piezas más importantes que componen una válvula:

Cuerpo

Es una parte esencial para la válvula debido a que le da la forma tanto en su exterior como de la parte interna, que podríamos llamar recipiente o carcasa de la válvula.

Esta pieza se obtiene de fundición y es vital en ella, por razones de seguridad y duración que conserve los rangos

de espesores que se recomiendan en las normas. (Cap. 1.C)

Bonete

Constituye la parte superior de la válvula. Tiene la misma forma que el cuerpo en la brida de unión. La importancia de esta pieza es que en ella se aloja el vástago.

Lleva ensamblado un buje, que hace sello contra el cono del vástago cuando la válvula está completamente abierta, de esta forma se puede hacer el cambio de empaque con la válvula en operación.

INTERIORES.

Se les ha llamado así para poder identificarlos como un grupo de piezas que están formados por:

Vástago

Debe ser por norma de una sola pieza, con una conexión en "T" en uno de sus extremos para poder ensamblar con el disco.

Se encarga de hacer subir el disco para abrir y dejar pasar el flujo, o cerrar y así obstruir el paso.

Disco

Pieza que obstruye y forma el sello cuando por la acción de cuña se ejerce contra los anillos.

Anillos

Es la parte de la válvula contra la cual el disco efectúa un cierre hermético. Están localizados en el interior del cuerpo roscados o soldados, y forman los asientos de la

válvula, donde se aloja una pequeña cantidad de agua cuando el disco se cierra.

Empaque

Está localizado entre la unión del cuerpo con el bonete; es importante porque se necesita escoger el material adecuado que puede ser teflón, metal, etc. Sirve de sello para poder apretar el bonete al cuerpo y se conforme la válvula.

B.2. Diseño Básico

La importancia de estas piezas radica en el posible cierre hermético que hacen entre sí. Esto nos permite obtener un diseño básico que cumpla con las siguientes características:

- permitir o interrumpir el flujo.
- regular o estrangular el flujo
- prevenir el retroceso del flujo
- aliviar y regular la presión

Dependiendo de estos factores, existe una gran variedad de válvulas con nombres diferentes, estos responden en algunas ocasiones a la forma exterior (globo, bola, etc), en otras al uso que se les da (reguladoras de presión, de alivio, mezcladoras), en otros casos al mecanismo que opera la válvula (solenoides), en otros al mecanismo de obturación (compuerta, diafragma, etc.), etc.

Una clasificación de los tipos de válvula, basada en

la forma en que el elemento regulador actúa sobre el flujo es la siguiente:

1. Válvulas de Globo

El uso principal de las válvulas de globo consiste en regular o estrangular el paso de un fluido por las mismas, y operan eficientemente en cualquier posición intermedia del vástago.

2. Válvulas de Retención

Las válvulas de retención evitan el contraflujo en una tubería, es decir, cierran automáticamente cuando el flujo cambia de dirección. La presión del fluido mantiene abierta la válvula, y generalmente no tiene ningún control externo.

3. Válvulas de Bola

Consisten principalmente en una bola perforada y asientos diseñados para embonar con ella. Por lo general, la abertura de la bola no es menor que el diámetro interior del tubo conectado. De esta manera, el flujo no tiene obstrucción y por tanto, no existe pérdida de presión.

4. Válvulas Macho

Esta válvula actúa mediante la rotación del macho, que generalmente es cilíndrico o cónico. Es de cierre rápido, abriendo y cerrando mediante 1/4 de vuelta y su uso es abierta o cerrada del todo.

Se fabrican también con puertas múltiples, con tres o cuatro vías. La posición de abierto o cerrado se indica me

dian te topes.

5. Válvulas de Mariposa.

Las válvulas de mariposa se caracterizan porque la regulación del flujo se efectúa mediante un eje coaletado gíatorio, cuya forma es igual al contorno interior del cuerpo de la válvula.

6. Válvulas de Diafragma

Consiste en tres elementos: cuerpo, diafragma y bonete. El diafragma se eleva para permitir el flujo y se baja para impedirlo, funcionando mediante la acción de un vástago con su operador o volante.

Dado que las válvulas de compuerta son las más usadas en la industria y debido a que su producción no alcanza a surtir la demanda del mercado, se dará una información más detallada de lo que son las válvulas de compuerta y su funcionamiento, para la mejor comprensión del trabajo.

7. Válvulas de Compuerta

Diseñadas para permitir el flujo de fluidos en línea recta, con una caída mínima de presión. Se usan donde el disco de la válvula se mantiene totalmente abierto o totalmente cerrado. No son adecuadas para estrangulación dejando la válvula parcialmente abierta, porque la velocidad del flujo actuando contra el disco parcialmente abierto, causa erosión en la superficie de los asientos. Pueden usarse para cualquier líquido, gas, vapor, etc., por lo general, en donde la operación es poco frecuente.

Operan mediante un disco o compuerta que se mueve verticalmente, en forma perpendicular a la línea del fluido y que asienta en medio de dos anillos para cerrar el flujo.

PARTES DE UNA VALVULA TIPO COMPUERTA (FIG.1.B.1)

1. Tuerca del Volante.
2. Volante.
3. Tuerca de Vástago
4. Yugo
5. Brida del Yugo
6. Vástago
7. Tornillo de Ojo
8. Tuerca para Tornillo de Ojo.
9. Brida Prensa Estopa
10. Buje de Estopero
11. Tuerca Pasador T de Ojo
12. Tornillo para Brida de Yugo
13. Tuerca para Tornillo de Brida de Yugo
14. Empaque
15. Perno del Tornillo de Ojo
16. Espárragos
17. Tuerca de Espárragos
18. Bonete
19. Buje de Sello
20. Junta Metálica
21. Cuerpo
22. Disco
23. Anillo

PARTES DE UNA VALVULA TIPO COMPUERTA

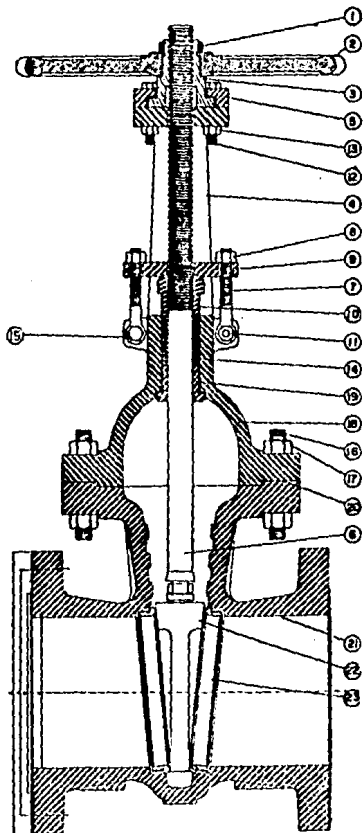


FIGURA I.B.1.

Estas válvulas son resistentes utilizables en altas presiones, en general, tienen mayor vida que los demás tipos, son de interiores renovables, reducen el peligro del golpe de ariete, debido a la lentitud de su cierre, fáciles de reparar y se fabrican en mayor variedad de materiales, presiones y tamaños; como desventajas podemos anotar que tienen mayor precio de compra que otras y ocupan mayor espacio.

Funcionamiento

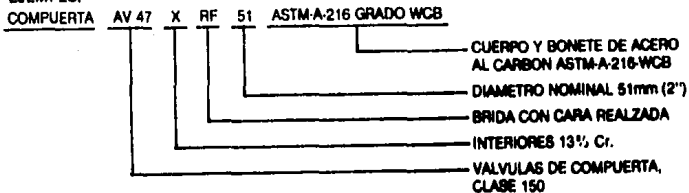
El movimiento descendente de la compuerta es logrado mediante un vástago con empaque en el bonete y una rosca, que al girar el volante, hace subir o bajar la compuerta. Su operación es relativamente lenta debido a la carrera necesaria para el movimiento de la compuerta.

Síntesis de Servicio Recomendado.

1. Para usarlas completamente cerradas o abiertas
2. No sirve para regular.
3. Mínima resistencia al paso del fluido.
4. Para operación poco frecuente.
5. Para servicios de cualquier líquido, gas, vapor, etc.

A	B	C	D		E
Tipo de válvula	Figuras	Materiales para los interiores	Tamaño mm	Tamaño pulg	Materiales cuerpo Bonete, Yugo, Tapa
COMPUERTA	AV 47	X	51	2	ASTM-A-216 GRADO WCB
	AV 33	XT	64	2½	ASTM-A-217 GRADO C5, CA-15
	AV 76	XR	76	3	ASTM GRADO 351, CF8,CF8M
	AV 83	XL	102	4	ASTM-A-352 GRADO LCB, LC1, LC2, LC3
	AV 87	XU	152	6	
		U	203	8	
GLOBO	AV 143	A	254	10	
	AV 151	L	305	12	
	AV 171	XLT	356	14	<u>ACABADO DE LA BRIDA</u>
	AV 183	XRT	406	16	
	AV 189	HC	457	18	RF-CARA REALZADA
			508	20	FF-JUNTA PLANA
RETENCION	AV 147		609	24	RTJ-JUNTA TIPO ANILLO
	AV 159		762	30	½ SOLDABLE A TOPE
	AV 175		914	36	
	AV 187				
	AV 189				

EJEMPLO:



C. NORMAS DE LAS VALVULAS

C.1. Las normas que rigen las válvulas. Cualquiera de los materiales que se usan para válvulas, dentro de las limitaciones impuestas por la temperatura, podría utilizarse para cualquiera condición de presión, simplemente variando el espesor de la pared. En esas condiciones, las válvulas se fabricarían para una variedad casi infinita de condiciones de presión.

De allí surgió la necesidad de establecer ciertas normas entre fabricantes y consumidores. Algunas de las principales sociedades americanas de normas que rigen la fabricación de válvulas son las siguientes:

API

(American Petroleum Institute). Equipo usado en la industria de hidrocarburos.

Marca los espesores mínimos de pared, durezas de materiales para interiores, formas y componentes (partes) básicos de las válvulas, así como especificaciones, diámetros de vástagos, viaje de trabajo (vida) de las compuertas, espesores de algunos recubrimientos y también normas de prueba para estar seguros de la calidad y seguridad del funcionamiento de las válvulas y los materiales que las componen.

ANSI

(Antes ASA o USAS. American National Standards Institute)

Entubamiento de fluidos con presión.

Estas normas nos dan indicaciones sobre roscas que se

deben usar y sus tolerancias, la distancia entre caras o entre extremos, los diferentes tipos de conexiones que se pueden usar, etc.

MSS

(Manufacturers Standardization Society of the Valve and Fitting Industry)

Los estándares MSS abarcan indicaciones sobre los acabados de las superficies de contacto (en bridas), las dimensiones que se deben emplear en las cajas para las tuercas (spot face), normas para by-pass y los estándares de marcaje de las diferentes válvulas, así como el acabado permitido en las superficies de fundición.

ASTM

(American Society of Testing Materials) Materiales.

ASTM norma los análisis químicos y las condiciones en que se debe realizar la prueba hidrostática de una válvula. Estas se analizarán con más detalle en el Capítulo III.

C.2. Por qué se aplican las normas en México.

La historia del petróleo en México nos dice que la industrialización del país en todas sus ramas fue iniciada por países extranjeros como Holanda, Francia, Inglaterra, E.U.A., etc.

Especialmente los dos últimos fueron los que se dedicaron a la explotación, refinación y distribución del petróleo. Estados Unidos fue el país que más dinero invirtió en construcción y medios de distribución.

Por razones de costo y tiempo, cuando México decidió nacionalizar la industria petrolera, existía ya una considerable inversión en plantas de explotación y refinación, que en su mayoría eran concesiones de Estados Unidos o de Inglaterra, razón por la que se usaba todo el equipo fabricado en su sistema inglés, método de distribución, tecnología y desarrollo de recursos humanos; de manera que se decidió que invertir más dinero y tiempo en aquéllo que ya producía ganancias, sería un desperdicio de recursos, al querer cambiarlo por algo que diseñara la nación misma.

Estas son las razones básicas por las cuales se ha adoptado en México el sistema inglés y el sistema de normas de Estados Unidos para fabricación de equipos de manejo, transmisión y distribución de fluidos.

D. MERCADO DE VALVULAS EN MEXICO

Un estudio de mercado se conoce como el análisis de la oferta y la demanda de un producto o servicio, que indica las características más importantes de dicho producto.

La industria de las válvulas en México registra ventas anuales de aproximadamente 8,000 millones de pesos, reportados de la siguiente forma:

TABLA I.D.I.

	<u>Millones de Pesos</u>	<u>Porcentaje</u>
Producción Nacional 1984	4,835.80	50
Importaciones Directas 1984	2,288.60	29
Importaciones Indirectas 1984*	<u>876.00</u>	<u>11</u>
TOTAL:	8,000.40	100%

* Nota: Se consideran importaciones indirectas a aquéllas especialidades que son substituidas de paquetes industriales de importación.

D.1. ANALISIS DE LA OFERTA

La producción nacional de válvulas está dividida por tipos de material como se muestra en la siguiente tabla.

TABLA I.D.2

CAPACIDAD NACIONAL DE PRODUCCION POR LINEA
(millones de pesos)

<u>Línea</u>	<u>Valor</u>		<u>Porcentaje</u>	
	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>
Acero	2,340.5	2,490	48.4	48.5
Hierro	438	472	9	9.1
Bronce	1,348.5	1,422.6	28	27.7
Otros	709	750	14.6	14.7
Total:	4,836	5,134.6	100.0	100.0

Lo que más se produce es la línea de acero. En material acero, se producen diferentes válvulas:

TABLA I.D.3

CAPACIDAD NACIONAL DE PRODUCCION POR
TIPO EN LINEA ACERO
(millones de pesos)

<u>Tipo de Válvula</u>	<u>Valor</u>		<u>Porcentaje</u>	
	<u>1984</u>	<u>1985</u>	<u>1984</u>	<u>1985</u>
Compuerta	1,253	1,362	53.6	54.7
Globo	239.2	249.2	10.2	10
Retención	297	313.4	12.7	12.6
Macho	397.8	407.1	17	16.4
Aguja	149.7	158	6.5	6.3
TOTAL:	2,336.7	2,489.7	100.0	100.0

La válvula que más se produce es la válvula de acero tipo compuerta, sin embargo, si se observan algunas tablas de importaciones los resultados son similares a la producción nacional.

D.2. ANALISIS DE LA DEMANDA

TABLA I.D.4

Estructura de las importaciones por tipos de válvula y materiales.
(millones de pesos)

Tipos	Acero		Hierro		Bronce		Diversos	
	84	85	84	85	84	85	84	85
Compuerta	618.5	660.5	32.8	38.9	30.3	34		
Globo	87.6	94.5	4.7	5.2	7.8	8.2		
Retención	95.9	105.1	5.3	5.8	7.0	7.7		
Macho	208.3	223	6.5	7.3	2.8	3.5		
Esfera	87	90	-	-	7.8	8.23		
Aguja	96.6	102	-	-	2.7	3.1		
Diafragma	4.2	4.7	3.7	4.4	-	-		
Mariposa	11	11.3	8.2	8.5	4.1	4.3		
Seguridad y Alivio	13.81	14.8						
Control Automático	193.3	20.3	18.9	20.1				
Hidráulica automática	100	105.5						
Reductoras de presión	4.8	5.7						
Trampas de Vapor	1.4	1.5	0.7	0.8				
Preventivas de reventones	194.2	205						
Grifería cromada.			11.2	12.1	9.1	9.7		
Válvulas para gas					19.4	20.5		
Válvulas de solenoide							50	52
Válvulas neumáticas manuales.					17	17.6		
Diversos							322	337
TOTALES:	1716.6	1826	92	103.1	108	116.8	372	381

Las tablas que tienen mayor cifra de importación son válvulas de acero tipo compuerta.

Cabe mencionar quienes son los mayores importadores y de qué país provienen esas importaciones.

TABLA I.D.5

Importaciones por sectores institucionales de mayor auge
(millones de pesos)

Importador	Valor		%	
	84	85	84	85
<u>Sector Público:</u>				
Petróleos Mexicanos	1292.5	1402.1	56.5	57.6
Comisión Fed. de Electricidad.	206	220.4	9	9
Otros	74.1	75.6	3.2	3.1
<u>Sector Privado:</u>	716	736.8	31.3	30.3
TOTALES:	2288.6	2434.9	100.0	100.0

TABLA I.D.6

Estructura de las importaciones por país de origen
(millones de pesos)

País	Valor		%	
	84	85	84	85
Estados Unidos de América	1708.1	1810.1	74.6	74.3
España	119	128.6	5.2	5.2
Italia	109	112.8	4.8	4.6
Inglaterra	95.1	100.3	4.2	4.1
Alemania Occidental	78.5	82.8	3.0	3.4
Francia	75.5	83	3.3	3.4
Japón	69	76.8	3	3.1
Brasil	18.7	19.7	1	0.8
Otras	15.6	20.5	0.9	1.1
TOTAL:	2288.5	2434.6	100.0	100.0

La industria de la refinera en México constantemente está operando a niveles relativamente altos de utilización. Aún cuando el ambiente político y económico inciertos han ocasionado que algunas refineras se abstengan de tener edificios con nuevas instalaciones, un buen número de refineras están ahora ampliando y cambiando las instalaciones existentes para cumplir con nuevos requerimientos en la mezcla y para obtener un mayor rendimiento de cada barril de crudo. Las válvulas que se usan en la perforación, producción y extracción de petróleo crudo y gas generalmente son de acero de alta presión, producidos por una cantidad de pequeñas compañías que trabajan conjuntamente con sus clientes.

Se verifica de la tabla I.D.5., que los mayores importadores son industrias generadoras de energía (Pemex, CFE). Si se agregan las estadísticas de la tabla I.D.6 que muestran a E.U.A. como el país de mayores importaciones, es evidente el desequilibrio de la economía nacional, pues aumenta la ya desfavorable balanza de pagos.

Aún cuando históricamente la industria valvulera ha estado atada a los altibajos cíclicos de tendencia en la inversión de capital, ha estado substancialmente estimulada por el impacto de programas de desarrollo en energía.

El simple hecho de importar válvulas conduce a admitir que la producción nacional debe tener un incremento a un nivel que por lo menos las importaciones que se hagan,

sean de aquello que no se produce en México. Este incremento de producción puede ser logrado con estudios en las pequeñas compañías productoras de válvulas, de tal manera que, incrementando su productividad, se logre disminuir el grado de importaciones.

En los siguientes capítulos, se desarrolla un estudio de métodos para una pequeña fábrica de válvulas de acero tipo compuerta con objeto de descubrir alguna falla en el proceso de fabricación y su posible corrección.

CAPITULO II

ESTUDIO DE METODOS

A. QUE ES EL ESTUDIO DEL TRABAJO

A.1. Definición. Se entiende por el estudio del trabajo, genéricamente a ciertas técnicas, en particular el Estudio de Métodos y la Medición del Trabajo, que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada, con el fin de efectuar mejoras.

El estudio del trabajo sirve para obtener una producción mayor a partir de una cantidad de recursos dada, manteniendo constantes ó aumentando apenas las inversiones de capital.

A la larga, uno de los medios más eficaces para aumentar la productividad es inventar nuevos procedimientos y modernizar la maquinaria y el equipo. Sin embargo, esa solución generalmente exige fuertes desembolsos de capital y puede traducirse en una salida desventajosa de divisas, si el equipo y la maquinaria no son de producción nacional. Además, tratar de resolver el problema del aumento de la productividad recurriendo a la adquisición continua de tecnología avanzada puede obstaculizar los esfuerzos destinados a incrementar las oportunidades de empleo. En cambio, el estudio del trabajo tiende a enfocar el problema del aumento de la productividad mediante el análisis sistemático

de las operaciones, procedimientos y métodos de trabajo existentes con objeto de mejorar su eficiencia. Por lo tanto, el estudio del trabajo contribuye a aumentar la productividad, recurriendo poco o nada a inversiones suplementarias de capital.

A.2. Utilidad: Investigar y perfeccionar las operaciones en el lugar de trabajo no es nada nuevo; los buenos dirigentes lo hacen desde que se organizó por primera vez el esfuerzo humano para acometer grandes empresas. Siempre ha habido dirigentes de extraordinaria capacidad que lograron realizar notables progresos, pero desgraciadamente, ningún país parece poseer un número adecuado de dirigentes competentes. De ahí la gran utilidad del estudio del trabajo, pues aplicando sus procedimientos sistemáticos un dirigente puede lograr resultados equiparables, e incluso superiores a los obtenidos en otras épocas.

La utilidad del estudio del trabajo puede resumirse en los siguientes puntos:

1.- Es un medio de aumentar la productividad de una fábrica o instalación mediante la reorganización del trabajo, método que normalmente requiere poco o ningún desembolso de capital para instalaciones o equipo.

2.- Es sistemático, de modo que no se puede pasar por alto ningún factor que influya en la eficacia de una operación, ni al analizar las prácticas existentes, ni al crear otras nuevas y que se recogen

todos los datos relacionados con la operación.

3.- Es el método más exacto conocido hasta ahora para establecer normas de rendimiento, de las que dependen la planificación y control eficaces de la producción.

4.- Las economías resultantes de la aplicación correcta del estudio del trabajo comienzan de inmediato y continúan mientras duren las operaciones en su forma mejorada.

5.- Es un "instrumento" que puede ser utilizado en todas partes. Dará buen resultado donde quiera que se realice el trabajo manual o funcione una instalación, no solamente en talleres de fabricación, sino también en oficinas, comercios, laboratorios e industrias auxiliares, etc.

6.- Es uno de los instrumentos de investigación más penetrantes de que dispone la dirección. Por eso es una arma excelente para atacar las fallas de cualquier organización ya que al investigar los problemas se van descubriendo las deficiencias de todas las demás funciones.

A.3. Técnicas del Estudio del Trabajo. Las técnicas del estudio del trabajo son básicamente dos, estudio de métodos y la medición del trabajo y éstas están estrechamente ligadas. (Fig.II.A.1)

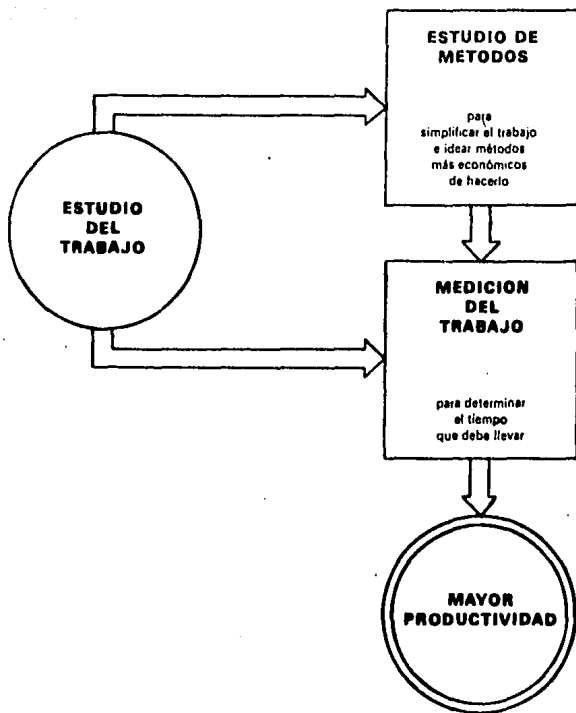


FIGURA II.A.1.

El estudio de métodos y la medición del trabajo se componen a su vez de varias técnicas diversas. Si bien el estudio de métodos debe proceder a la medición del trabajo cuando se fijan normas de producción, con frecuencia es necesario aplicar técnicas de medición del trabajo, como por

ejemplo el muestreo del trabajo.

A.4. Procedimiento básico para el estudio del trabajo: El procedimiento básico del estudio del trabajo se aplica a todos los estudios, sea cual sea la operación o proceso de que se trate, en cualquier rama de actividad. En ese procedimiento se funda todo el estudio del trabajo e incluye el estudio de métodos y la medición del trabajo.

Es preciso recorrer ocho etapas fundamentales para realizar un estudio del trabajo:

1. Seleccionar el trabajo o proceso a estudiar.
2. Registrar por observación directa cuanto sucede, utilizando las técnicas más apropiadas y disponiendo los datos en la forma más cómoda para analizarlos.
3. Examinar los hechos registrados con espíritu crítico, preguntándose si se justifica lo que se hace, según el propósito de la actividad, el lugar donde se lleva a cabo, el orden en que se ejecuta, quien lo ejecuta y los medios empleados.
4. Idear el método más económico, tomando en cuenta todas las circunstancias.
5. Medir la cantidad de trabajo que exige el método elegido y calcular el tiempo tipo que lleva hacerlo
6. Definir el nuevo método y el tiempo correspondiente para que pueda ser identificado en todo momento.
7. Implantar el nuevo método como práctica general aceptada con el tiempo fijado.
8. Mantener en uso la nueva práctica mediante procedimien-

tos de control adecuados.

Las etapas 1, 2, 3, y 4 forman parte del estudio de métodos, mientras que la 5 exige la medición del trabajo. Las etapas 6, 7 y 8 pueden sustituirse o modificarse de acuerdo a las necesidades particulares.

B. ESTUDIO DE METODOS

B.1. Definición. Es el registro y examen crítico sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces y de reducir los costos.

Los fines del estudio de métodos son los siguientes:

- Mejorar los procesos y los procedimientos.
- Mejorar la disposición de la fábrica, taller y lugar de trabajo, así como los modelos de máquinas e instalaciones.
- Economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga innecesaria.
- Mejorar la utilización de materiales, máquinas y mano de obra.
- Crear mejores condiciones materiales de trabajo.

De estos fines, el más importante y el que se utilizará como gufa para el procedimiento es el primero.

B.2. Procedimiento Básico: Existen varias técnicas de estudio de métodos apropiadas para resolver problemas de todas las categorías, desde la disposición general de la fábrica hasta procedimientos que indiquen los menores movimientos.

tos del operario en trabajos repetitivos.

Se ha visto ya el procedimiento básico del estudio del trabajo, que comprende a la vez los procedimientos de estudio de métodos y la medición del trabajo. Examinemos ahora cuáles son las sucesivas etapas de la técnica para mejorar procesos y procedimientos del estudio de métodos:

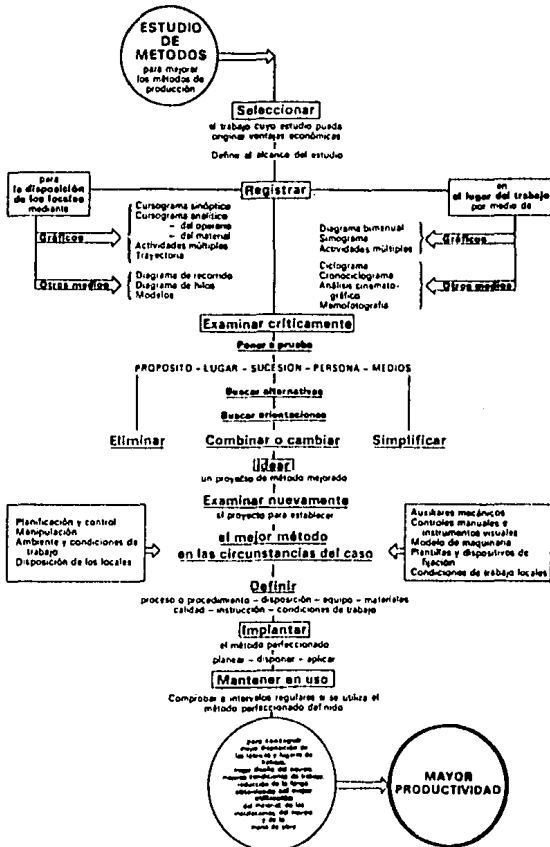
- 1.- SELECCIONAR el trabajo que se va a estudiar.
- 2.- REGISTRAR todo lo que sea pertinente del método actual por observación directa.
- 3.- EXAMINAR con espíritu crítico lo registrado, en sucesión ordenada, utilizando las técnicas más apropiadas en cada caso.
- 4.- IDEAR el método más práctico, económico y eficaz, teniendo debidamente en cuenta todas las contingencias pre-visibles.
- 5.- DEFINIR el nuevo método para poderlo reconocer en todo momento.
- 6.- IMPLANTAR ese método como práctica normal.
- 7.- MANTENER en dicha práctica instituyendo inspecciones re-gulares.

Estas siete etapas son esenciales para aplicar el estudio de métodos y ninguna se puede saltar. Para que la investigación sea útil, no sólo hay que respetarlas estrictamente, sino que debe seguirse el orden indicado, como se numeran.

No hay que dejarse engañar por la sencillez del procedimiento básico y creer que el estudio de métodos es fácil y por tanto sin importancia. Al contrario, puede llegar a ser complejo, aunque esté reducido aquí en unas cuantas etapas sencillas con el fin de descripción.

B.3. Cuadro resumen: A manera de ser más descriptivo se agrega un cuadro donde se resumen las etapas del estudio de métodos.(FIGURA II.B.1).

FIGURA II.B.1



El orden que se muestra es el que se seguirá para lograr el procedimiento de ajuste para válvulas de acero tipo compuerta.

C. SELECCIONAR

Seleccionar el trabajo que se va a estudiar es la primera etapa del procedimiento de estudio de métodos. En ésta etapa se elige el lugar y tipo de trabajo cuyo estudio puede originar ventajas económicas y conduzca a una mayor producción.

C.1. Factores de peso. Cuando se trate de decidir si deberá aplicarse el estudio de métodos a determinado trabajo, tendrá presentes los siguientes factores:

- 1.- Consideraciones de índole económica.
- 2.- Consideraciones de índole técnico.
- 3.- Las reacciones humanas.

1. Las consideraciones de índole económica son importantes en todas las etapas. Sería naturalmente, perder el tiempo iniciar o continuar una larga investigación cuando el trabajo sea de poca importancia o se piensa que no va a durar. Siempre hay que empezar por preguntarse: ¿Vale la pena iniciar el estudio de métodos para este trabajo? y ¿Vale la pena continuar con el estudio?.

Pronto salta a la vista la necesidad de estudiar: Los "atascos que retracen otras operaciones de producción"; Los desplazamientos importantes de materiales entre talleres muy distantes, las operaciones que requieran gran cantidad de ma

no de obra o la manipulación repetida de materiales; Las operaciones basadas en trabajo repetitivo, que ocupen a muchos obreros y puedan durar mucho tiempo.

2. Las consideraciones de orden técnico suelen ser evidentes. Lo más importante es cerciorarse de que se cuenta con los técnicos necesarios para el estudio.

3. Las reacciones humanas merecen particular atención, pues es preciso imaginar por anticipado los sentimientos e impresiones que despertará la investigación o el cambio de métodos. Si se conocen bien las costumbre y la gente del lugar y se tiene en cuenta lo indicado al respecto en condiciones de trabajo, probablemente se atenúen las dificultades. Hay que explicar a los dirigentes sindicales, a los representantes de los trabajadores y a los obreros mismos los princípios generales y el propósito del estudio de métodos.

C.2. Posibilidades de Selección. En general es muy amplia la gama de tareas a las que se podrfa aplicar el estudio de métodos en cualquier fábrica o lugar de trabajo donde se efectúen desplazamientos de materiales o trabajos manuales. Al elegir el trabajo que se estudiará, resulta práctico poder confrontarlo con una lista típica de los aspectos a examinar. Así no se omiten factores importantes y es más fácil comparar la adecuación de los diversos trabajos a su finalidad. Se dá a continuación una lista-modelo bastante completa, aunque deberá adaptarse a las necesidades del caso.

- 1.- Producto y operación.
- 2.- Investigación propuesta por:
- 3.- Motivos de la propuesta:
- 4.- Límites de la investigación que se sugieren:
- 5.- Pormenores del trabajo.
 - a) Cuantía de la producción o manipulación por mes.
 - b) ¿Qué porcentaje representa del total producido en el taller?
 - c) Futura duración del trabajo.
 - d) Será mayor o menor (en el futuro)
 - e) ¿Cuántos operarios toman parte en el trabajo?
 - f) Producción media diaria por operario.
 - g) ¿Qué representa la producción media diaria en relación con la producción de un período más breve, por ejemplo, una hora?.
 - h) ¿Cuándo se fijaron las normas de producción?.
 - i) ¿Tiene el trabajo aspectos particularmente desagradables o nocivos?.
- 6.- Equipo o maquinaria.
- 7.- Disposición de los locales:
 - a) ¿Es suficiente espacio actualmente destinado al trabajo?
 - b) ¿Existe más espacio disponible?
 - c) ¿Habría que reducir el espacio actualmente ocupado?
- 8.- Producto:
 - a) ¿Hay cambios frecuentes de modelos que exijan modificaciones?

- b) ¿Es posible modificar el producto para que sea más fácil de fabricar?
 - c) Calidad exigida.
 - d) Cuando y cómo se efectúa la inspección del producto.
- 9.- Economías o aumento de la productividad que cabe esperar de la mejora de métodos:
- a) Al reducirse el contenido de trabajo del producto o del proceso.
 - b) Al aprovecharse mejor la maquinaria.
 - c) Al utilizarse mejor la mano de obra.

El punto 4 merece algunos comentarios. Es importante fijar límites claramente definidos al objeto de la investigación.

D. REGISTRAR

D.1. Registrar los hechos. Después de elegir el trabajo que se va a estudiar, la siguiente etapa del procedimiento básico es la dedicada a registrar todos los hechos relativos al método existente. El éxito del procedimiento, íntegro depende del grado de exactitud con que se registren los hechos, puesto que servirán de base para hacer el examen crítico y para idear el método perfeccionado. Por consiguiente, es esencial que las anotaciones sean claras y concisas.

La forma corriente de registrar los hechos consiste en anotarlos por escrito, pero desgraciadamente este método no se presta para registrar las técnicas complicadas que son tan frecuentes en la industria moderna. Así es, especial-

mente, cuando tiene que constar fíelmente cada detalle íntimo de un proceso u operación. Para describir exactamente todo lo que se hace, incluso en un trabajo muy sencillo que tal vez cumpla en minutos, probablemente se necesitarían varias páginas de escritura menuda, que requerirían atentos estudios antes de que el lector pueda tener total seguridad de que asimiló todos los detalles.

Para evitar esa dificultad se idearon otras técnicas o "instrumentos" de anotación, de modo que se pudieran consignar informaciones detalladas con precisión y al mismo tiempo en forma estandarizada, afin de que todos los interesados las comprendan de inmediato, aunque trabajen en fábricas o países muy distintos.

Entre tales técnicas las más corrientes son los gráficos y diagramas, de los cuales hay varios tipos uniformes, cada uno con su respectivo propósito, que se dividen en dos grandes categorías:

- a) Los que sirven para consignar una sucesión de hechos o acontecimientos en el orden en que ocurren, pero sin reproducirlos a escala:
- b) Los que registran los sucesos, también en el orden en que ocurren, pero indicando su escala en el tiempo, de modo que se observe la acción mutua de sucesos relacionados entre sí.

D.2. Símbolos empleados. Para hacer constar en un registro todo lo referente a un trabajo u operación resulta mucho más fácil emplear una serie de cinco símbolos uniformes,

que conjuntamente sirven para representar todos los tipos de actividades o sucesos que probablemente se den en cualquier fábrica u oficina. Constituyen pues, una clave muy cómoda intelegible en casi todas partes, que ahorra mucha escritura y permite indicar con claridad exactamente lo que ocurre durante el proceso que se analiza.

Las dos actividades principales de un proceso son la operación y la inspección, que se representan con los símbolos siguientes:



OPERACION

Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza, material o producto del caso se modifica durante la operación. También se emplea la operación cuando se consigna un procedimiento por ejemplo, un trámite corriente de oficina. Se dice que hay operación cuando se dá o se recibe información o cuando se hacen planes o cálculos.



INSPECCION

Indica que se verifica la calidad, la cantidad o ambas. La distinción entre esas dos actividades es: La operación hace avanzar al material, elemento o servicio un paso más hacia el final, bien sea al modificar su forma, como en el caso de una pieza que se labra, o su composición, tratándose de un proceso químico, o bien añadir o quitar elementos si se hace un montaje. La operación también puede consistir

en preparar cualquier actividad que favorezca a la terminación del producto.

La inspección no contribuye a la conversión del material en producto acabado. Sólo sirve para comprobar si una operación se ejecutó correctamente en lo que se refiere a calidad y cantidad. Si los seres humanos fueran infalibles, la mayoría de las inspecciones serían innecesarias.

Con frecuencia se precisa mayor detalle gráfico del que pueden dar esas dos actividades y entonces, se utilizan estos otros tres:



TRANSPORTE

Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.

Hay transporte, pues, cuando un objeto se traslada de un lugar a otro, salvo que el traslado forme parte de una operación o sea efectuado por un operario en su lugar de trabajo al realizar una operación o inspección. En esta obra aparecerá el símbolo de transporte cada que se manipulen materiales para ponerlos o quitarlos a ciertas distancias de donde esté el trabajador.



DEPOSITO PROVISIONAL O ESPERA

Indica demora en el desarrollo de los hechos: por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite.

Es el caso del trabajo amontonado en el suelo del taller entre dos operaciones, de los cajones por abrir, de las piezas por colocar en sus casilleros o de las cartas por firmar.



ALMACENAMIENTO PERMANENTE

Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se le recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.

Hay pues, un almacenamiento permanente cuando se guarda un objeto y se cuida de que no sea trasladado sin autorización.

La diferencia entre almacenamiento permanente y depósito provisional o espera es que generalmente, se necesita un pedido de entrega, vale u otra prueba de autorización para sacar los objetos dejados en almacenamiento permanente, pero no para los depositados en forma provisional.



ACTIVIDADES COMBINADAS

Cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en un mismo lugar de trabajo, se combinan los símbolos de tales actividades; por ejemplo, un círculo dentro de un cuadrado representa la actividad combinada de operación e inspección.

D.3. Cursograma sinóptico. Con frecuencia es útil ver de una sola ojeada la totalidad del proceso o actividad antes de emprender su estudio detallado y para eso, precisa-

mente, sirve el cursograma sinóptico.

El cursograma sinóptico es un diagrama que presenta un cuadro general de cómo se suceden tan sólo las principales operaciones e inspecciones.

Solo se anotan pues, las operaciones principales, así como las inspecciones que verifican que las operaciones estén correctas, sin tener en cuenta quién las ejecuta ni dónde se llevan a cabo. Para preparar ese cursograma se necesitan solamente los dos símbolos correspondientes a operación e inspección.

A la información que dan por sí los símbolos y su sucesión, se añade paralelamente una breve nota sobre la naturaleza de cada operación o inspección y, cuando se conoce, el tiempo que se le fija.

Al hacer un cursograma sinóptico suele ser práctico comenzar trazando una línea vertical a la derecha de la página para anotar las operaciones e inspecciones de que sea objeto la unidad o componente principal del montaje (o compuesto, si se trata de un proceso químico). El tiempo fijado por pieza se indica en horas, a la izquierda de cada operación. No se asigna un tiempo dado para cada inspección porque los inspectores no son retribuidos por tarea.

Se verá que en unas u otras, la numeración comienza por uno y sigue sin interrupción de un componente a otro partiendo de la derecha hasta el punto en que el segundo componente se une con el primero. La sucesión numérica pasa entonces al componente siguiente de la izquierda y sigue por la

operación en que se unen los dos primeros componentes hasta el punto del montaje siguiente de donde salta al componente que se está por ensamblar. La ensambladura de cualquier elemento al componente o montaje principal se indica con una línea horizontal que va de la línea vertical de ese elemento secundario al lugar que corresponde en la sucesión de operaciones de la línea principal. Por supuesto, es posible efectuar montajes parciales con cualquier número de componentes antes de unirlos al componente principal; en tal caso, la línea horizontal se une a la vertical adecuada, que estará a la derecha. A la derecha de cada símbolo del diagrama se añade una explicación lo más abreviada posible de la respectiva operación o inspección.

D.4. Cursograma analítico. Una vez trazado el cuadro general de un proceso, se puede entrar en mayores detalles. La primera etapa consiste en hacer el cursograma analítico.

El cursograma analítico es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda.

El cursograma sinóptico tiene tres bases posibles:
El operario: Diagrama de lo que hace la persona que trabaja.

El material: Diagrama de cómo se manipula o trata el material.

El equipo o maquinaria: Diagrama de cómo se emplean.

El cursograma analítico se establece en forma análoga al sinóptico, pero utilizando además de los símbolos de operación e inspección, los de transporte, espera y almacenamiento.

Sea cual fuere la base del cursograma que se establezca, siempre se utilizan los mismos símbolos y se aplican procedimientos similares. En realidad, sólo suele haber un formulario impreso único para los tres tipos, con un encabezamiento donde figuran las tres posibilidades y se tachan las dos que no corresponden.

Como es mucho más detallado, el cursograma analítico no abarca por lo general tantas operaciones por hoja como puede hacerlo el sinóptico, de modo que se acostumbre establecer un cursograma aparte para cada pieza o ensamble importante de un proceso a fin de poder estudiar por separado las manipulaciones, esperas y almacenamientos de que es objeto cada una. Por eso, el cursograma analítico suele consistir en una sola línea.

Vale la pena señalar ciertos aspectos que nunca se deben olvidar durante la preparación de los diagramas. Son importantes porque se trata del instrumento más eficaz para perfeccionar los métodos: sea cual fuere la técnica que se

utilice más adelante, la preparación del diagrama es siempre el primer paso.

1. Con la representación gráfica de los hechos, se obtiene una visión panorámica de lo que sucede y se entiende más fácilmente tanto los hechos en sí como su relación mutua.
2. Los detalles que figuran en el diagrama deben recogerse por observación directa. Una vez inscritos, puede uno despreocuparse de recordarlos, pero ahí quedan para consultarlos, o para utilizarlos como ejemplo al dar explicaciones a terceros. Los cursogramas no deberán hacerse de memoria, sino a medida que se observa el trabajo, salvo evidentemente cuando se trate de ilustrar un proyecto para el futuro.
3. Los cursogramas basados en observaciones directas deberán pasarse en limpio con el mayor cuidado posible y exactitud, puesto que las copias se utilizarán para explicar proyectos de normalización del trabajo o de mejora de los métodos, y un diagrama chapuceado siempre hace mala impresión y puede causar errores.
4. Para que siempre sigan sirviendo de referencia y den el máximo posible de información, todos los diagramas deberán llevar como encabezamiento espacios donde apuntar:
 - a) El nombre del producto, material o equipo representado, con el número del dibujo o número de clave.
 - b) El trabajo o proceso que se realice, indicando claramente el punto de partida y de término y si el método

es el utilizado o el proyectado.

- c) El lugar en que se efectúa la operación.
- d) El número de referencia del diagrama y de la hoja.
- e) El nombre del observador y de la persona que aprueba el diagrama.
- f) La fecha del estudio.
- g) La clave de símbolos empleados.

5. Antes de dar por terminado el diagrama, se debe verificar lo siguiente:

- a) ¿Se han registrado los hechos correctamente?
- b) ¿Se han registrados todos los hechos que constituyen el proceso?
- c) ¿Se han hecho demasiadas suposiciones y es la investigación tan incompleta que quizá sea inexacta?.

E. EXAMINAR

E.1. La técnica del interrogatorio. Es el medio de efectuar el examen crítico sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas.

Las cinco clases de actividades registradas en el diagrama caen de por sí en dos grandes categorías:

- * Aquéllas en que le sucede efectivamente algo a la materia o pieza de trabajo, es decir, se le trabaja, traslada o examina.
- * Aquéllas en que no se la toca y está, o bien almacenada o bien detenida en una espera.

La primera categoría puede subdividirse en tres grupos:

- * Actividades de "apresto" para que la pieza o materia quede lista y en posición para ser trabajada.
- * Operaciones "activas" que modifican la forma, composición química o condición física del producto, como por ejemplo, desmontar, limpiar y desengrasar.
- * Actividades de "salida", cómo sacar el trabajo de la máquina o del taller. Lo que es "salida" para una operación puede ser "apresto" para la siguiente, por ejemplo, colocar piezas en un almacén o cartas en una bandeja de "salida"; inspeccionar artículos acabados.

Como puede verse, alas actividades de "apresto" y "salida", pueden corresponder los símbolos de "transporte" e "inspección", pero las operaciones "activas" pueden representarse únicamente con el símbolo de "operación".

Es evidente que el ideal consiste en lograr la mayor proporción posible de operaciones "activas", puesto que son las únicas que hacen evolucionar el producto de su estado de materia prima al de artículo acabado. Cuando no se trata de una fábrica, son operaciones "activas" las que se ejecutan para cumplir la finalidad propia de la empresa, co-

mo vender en una tienda o escribir a máquina en una oficina. Esas son las actividades productivas; todas las demás por ne cesarias que sean, pueden considerarse no productivas. Las primeras actividades que se ponganen tela de juicio, serán pues las manifiestamente no productivas, entre las cuales los almacenamientos y esperas que de hecho inmovilizan un ca pital que podría invertirse con provecho en otra cosa.

E.2. Las preguntas preliminares. Las preguntas se hacen en un orden bien determinado, para averiguar:

El <u>Propósito</u> con que:	}	Se emprenden las actividades.
El <u>Lugar</u> donde:		
La <u>Sucesión</u> en que:		
La <u>Persona</u> por la que:		
Los <u>Medios</u> por los que:		
Con objeto de:	}	Dichas actividades.
<u>Eliminar:</u>		
<u>Combinar:</u>		
<u>Ordenar de nuevo:</u>		
<u>Simplificar:</u>		

E.3. Preguntas de fondo. Las preguntas de fondo son la segunda fase del interrogatorio: prolongan y detallan las preguntas preliminares para determinar si a fin de mejo rar el método empleado, sería factible y preferible reempla zar por otro lugar la sucesión, la persona o el medio o to dos ellos.

En esta segunda fase del interrogatorio, después de haber preguntado ya, a propósito de cada actividad registrada, qué se hace y por qué se hace, se pasa a averiguar qué más podría hacerse y por tanto, qué debería hacerse. En esa forma se profundizan las respuestas que se habían obtenido sobre el lugar, la sucesión, la persona y los medios.

Combinando las dos preguntas preliminares y las dos preguntas de fondo de cada tema (propósito, lugar, etc.) se llega a la lista completa de interrogaciones es decir:

- Propósito: ¿Qué se hace?
 ¿Por qué se hace?
 ¿Qué otra cosa podría hacerse?
 ¿Qué debería hacerse?
- Lugar: ¿Dónde se hace?
 ¿Por qué se hace en ese lugar?
 ¿En qué otro lugar podría hacerse?
 ¿Dónde debería hacerse?
- Sucesión: ¿Cuándo se hace?
 ¿Por qué se hace entonces?
 ¿Cuándo debería hacerse?
 ¿Cuándo podría hacerse?
- Persona: ¿Quién lo hace?
 ¿Por qué lo hace esa persona?
 ¿Qué otra persona podría hacerlo?
 ¿Quién debería hacerlo?

Medios: ¿Cómo se hace?
 ¿Por qué se hace de ese modo?
 ¿De qué otro modo podría hacerse?
 ¿Cómo debería hacerse?

Esas preguntas, en ese orden, deben hacerse sistemáticamente cada vez que se empieza un estudio de métodos, porque son la condición de un buen resultado.

F. IDEAR EL METODO.

Se suele decir que acertar en la pregunta es saber la mitad de la respuesta. Es particularmente cierto tratándose del estudio de métodos. El uso de la sucesión de preguntas traduce en pocas respuestas que no caen por su peso. Contestadas las preguntas:

¿Qué debe hacerse?
¿Cuándo debería hacerse?
¿Dónde debería hacerse?
¿Quién debería hacerlo?
¿Cómo debería hacerlo?

se lleva a la práctica el resultado de las respuestas.

Algunas veces se podrá optimizar tanto operaciones como el tiempo que se llevan y otras será necesario agregar operaciones para completar el trabajo en excelentes condiciones.

En la práctica en México, muchas operaciones son agregadas en un proceso para que la pieza obtenida tenga una

calidad que pueda competir con productos extranjeros.

El análisis de las etapas consecuentes (definir, implantar y mantener en uso] no se realizan porque se considera que se necesita autorización o aprobación de la Gerencia de la empresa, para llevarse a cabo.

CAPITULO III

SELECCIONAR

Las válvulas de acero fundido son un elemento vital en el control de fluidos entubados: éstos fluidos pueden tener características tales que sean un peligro en su manejo, por lo cual las válvulas deben estar fabricadas bajo las más estrictas normas de calidad.

A. DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA FABRICACION DE VALVULAS.

Seleccionar comprende el estudio del lugar y del tipo de trabajo donde se pueden hacer mejoras.

Con objeto de tener una idea general de cómo se produce una válvula, se muestra a continuación un diagrama de fabricación que utiliza los símbolos mencionados en el capítulo II. Fig. III A.1.

El objetivo de este diagrama es identificar las zonas de mayor importancia para poder seleccionar el lugar donde se llevará a cabo el Estudio de Métodos.

A.1. Explicación del Diagrama. Al recibirse el material, se inspecciona por control de calidad y se almacena como materia prima. Por medio de una orden de tarea las piezas se transportan a la planta 1 (piezas grandes) y a la planta 2 (piezas pequeñas). En la planta 2 se encuentra el horno que sirve para dar un tratamiento térmico a las piezas que lo necesiten.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA FABRICACION DE VALVULAS

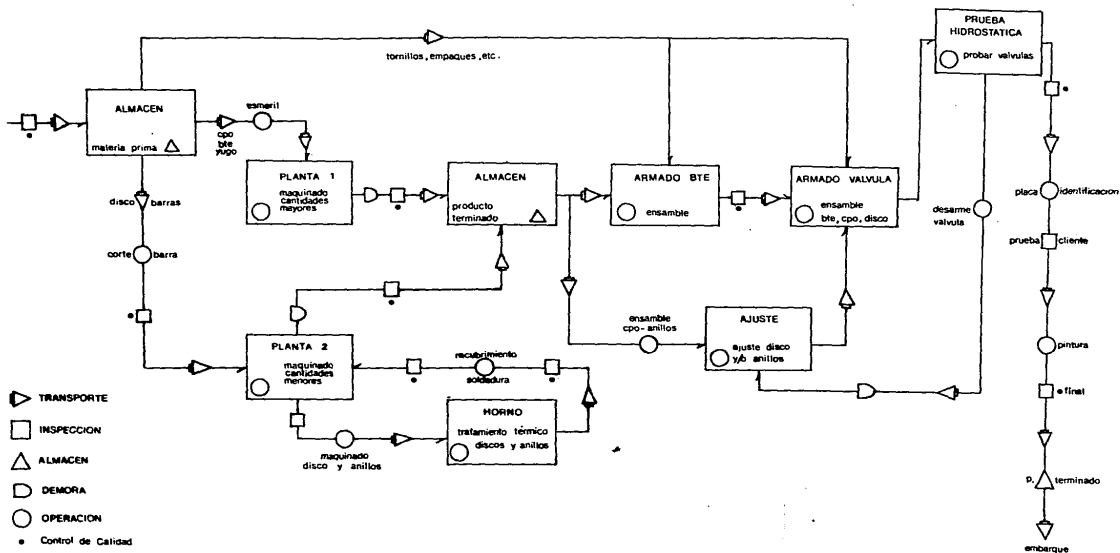


FIG. 2.1

Al terminar de maquinar las piezas, se procede a hacer el ensamble del bonete (con piezas pequeñas) y el ajuste del cuerpo con el anillo y el disco. Terminada la operación de armar el bonete y ajustado el cuerpo con anillo y disco, se transportan a la prueba hidrostática donde la válvula es armada y probada. Si la válvula falla por un incorrecto ajuste, se desarma y se vuelve a ajustar. Este procedimiento de ajustar armar y probar la válvula se repite tantas veces como la válvula falle por un incorrecto ajuste.

Salta a la vista la importancia del ajuste de una válvula puesto que el procedimiento es repetitivo y de éste depende que la válvula sea aprobada.

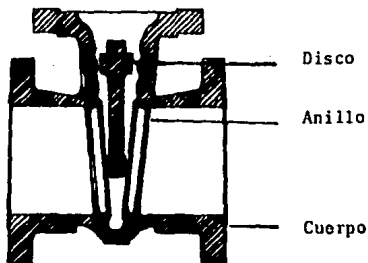
También es importante la prueba hidrostática de una válvula, puesto que en ésta zona se deciden las condiciones de la válvula y se identifica el tipo de falla.

B. IMPORTANCIA DEL AJUSTE Y PRUEBA HIDROSTATICA.

¿Vale la pena iniciar el estudio de métodos en el área de ajuste y prueba hidrostática?

R.1. Ajustar una válvula. El ajuste de una válvula comprende una serie de operaciones que se le hacen al disco de la válvula para que tenga un sello hermético con los anillos dentro del cuerpo. Fig. III.B.1

FIG.III.B.1



Obtenido el ensamble del cuerpo con los anillos, se prosigue a hacer el ajuste que consiste en rebajar el grosor del disco hasta que baje lo suficiente como para tapar el orificio por donde pasa el agua. Al eliminar material del disco debe cuidarse que éste tenga la misma inclinación de los anillos, para que al terminar el ajuste, se forme un sello del disco con los anillos.

R.2. Probar una válvula En la prueba hidrostática se hace el ensamble del bonete armado con el cuerpo ajustado y se prueba la válvula.

Existen dos tipos de prueba:

1. Prueba de coraza o cuerpo.

Cada válvula debe sujetarse a una prueba hidrostática en la coraza o cuerpo. y no mostrar ningún tipo de fuga bajo la presión de prueba, cuando los dos extremos del cuerpo estén cegados y el disco esté abierto. FIG.III.B.2

PRUEBA DE CORAZA O CUERPO

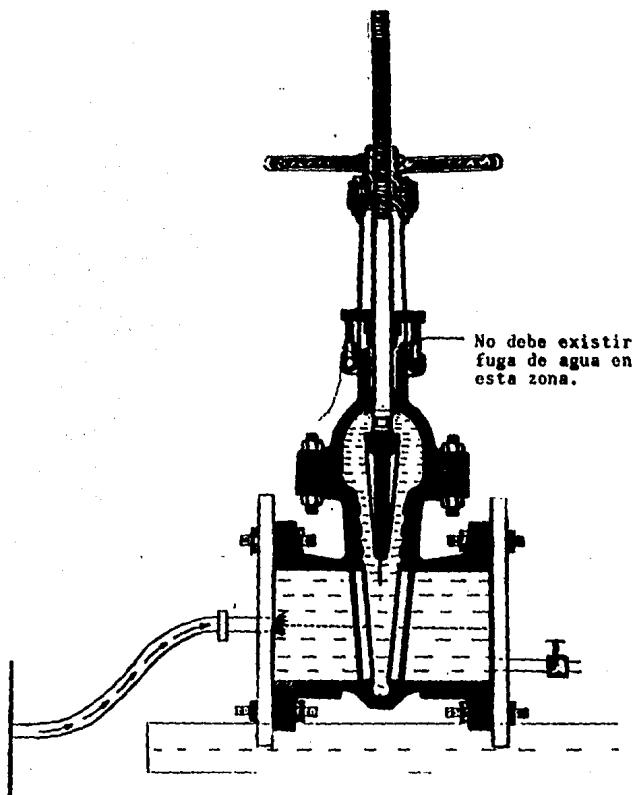
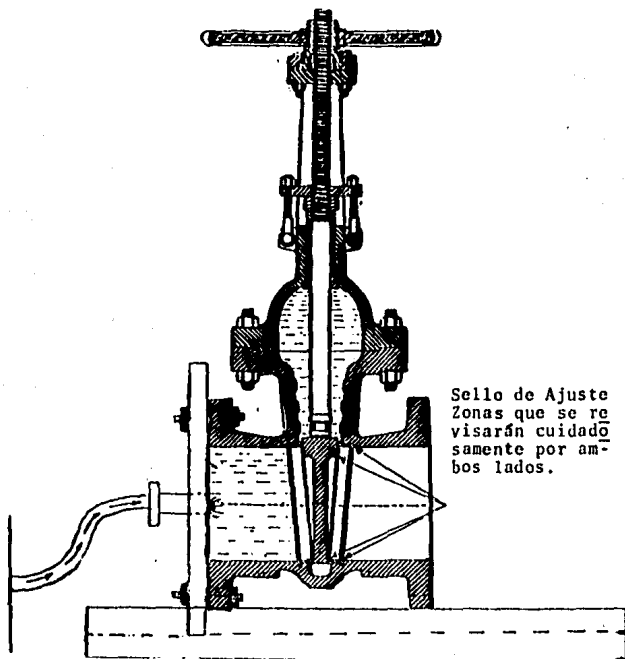


FIGURA III.B.2

2. Prueba de asiento.

Cada vlvula debe sujetarse a una prueba hidros-
ttica del asiento y no presentar fuga bajo la presi3n de
prueba cuando se aplica sucesivamente sobre cada lado del
disco, con el otro lado abierto a la atm3sfera, para observar
si existe fuga. FIGURA III.B.3.

PRUEBA DE ASIENTO



Sello de Ajuste
Zonas que se re-
visarn cuidado-
samente por am-
bos lados.

FIGURA III.B.3

La presión a la que debe hacerse tanto la prueba de coraza como la de asiento depende del libraje que la válvula tenga.

Tabla de presiones aplicable a la prueba hidrostática de acuerdo a la Norma MSS SP-61 para válvulas de acero fundido.

LIBRAJE	CUERPO		ASIENTO	
	lbs./pulg.2	Kg./ cm.2	lbs./pulg.2	kg./cm.2
150 Lbs.	425	29.88	300	21.09
300 Lbs.	1100	77.34	750	52.73
600 Lbs.	2175	152.90	1500	105.46
900 lbs.	3250	228.48	2200	154.56
1500 lbs.	5400	379.62	3600	253.08

Es decir, por ejemplo, cualquiera que sea la medida de la válvula (2", 4", etc) si es de 150 el libraje, se probará el cuerpo a 425 lbs/pulg² y el asiento a 300 lbs/pulg².

Los tipos de fuga que se presentan al probar una válvula son:

1. Fuga del Anillo. Cuando el ensamble del cuerpo con el anillo no está del todo bien, es decir, que no esté bien apretado el anillo al cuerpo.
2. Fuga del Buje. Se presenta en la prueba de coraza o cuerpo y consiste en una fuga de agua entre el buje de sello y el vástago de la válvula, que no hacen contacto en toda su superficie.
3. Fuga de Poros. Cuando el cuerpo, anillo o el disco no soportan la presión a la cual es sometida, por contener burbujas de aire de fundición en su interior. El agua al buscar salidas, encuentra esos poros y los revienta.
4. Fuga por Ajuste. Como se demostrará en el Capítulo IV es la que se presenta con más frecuencia, por lo que se vuelve la más importante, ya que la válvula debe estar fabricada bajo las normas de calidad que la rigen. Al hacerse la prueba del asiento, se observa la cavidad que forma el disco con el anillo. Si existe fuga de agua quiere decir que el sello que debe formarse al maquinar el disco con el anillo no está bien hecho.

La válvula no es aprobada hasta que deje de existir la fuga por ajuste.

No siempre el ajuste es perfecto, de manera que no exista una pequeña fuga, por lo que la norma MSS-SP 61 rige una tolerancia de goteo que depende directamente de la medida de la válvula y que se muestra en la siguiente tabla.

TABLA DE TOLERANCIA DE GOTEO PARA LAPRUEBA HIDROSTATICA

Máximo goteo permisible de una válvula completamente cerrada regido por la norma MSS SP-61.

MEDIDA DE LA VALVULA	ml / min.	ca. 3 / min.
1 1/2 "	.25	.25
2"	.33	.33
2 1/2"	.41	.41
3"	.50	.50
4"	.66	.66
6"	1.0	1.0
8"	1.33	1.33
10"	1.66	1.66
12"	2.0	2.0
14"	2.33	2.33
16"	2.66	2.66
18"	3.0	3.0
20"	3.33	3.33
24"	4.0	4.0
30"	5.0	5.0

Las dos áreas mencionadas (ajuste y prueba hidrostática) están íntimamente ligadas, y conviene preparar el Estudio de Métodos para éstas, porque son básicas para incrementar la producción de la fábrica de válvulas, que es la finalidad de la empresa.

Además, las áreas escogidas son adecuadas para poder Registrar y Examinar detalladamente el proceso que se sigue, con el objeto de mejorar la calidad de la válvula y así eliminar el constante ir y venir de válvulas mal ajustadas.

C. LISTA-MODELO

Con objeto de eliminar alguna duda de elegir ajuste y prueba hidrostática como el área de estudio, se responde la lista-modelo del Capítulo II, inciso C, posibilidades de Selección.

1. Producto: Válvulas de acero tipo compuerta.
Operación: Ajuste y Prueba Hidrostática.
2. Investigación propuesta por:
3. Motivos de la Propuesta: Se observa una gran cantidad de piezas rechazadas en la prueba hidrostática por un ajuste incorrecto, que no cumple con las normas.
4. Límites: De acuerdo con los datos que se obtienen de Registrar, el procedimiento de ajuste se lleva a cabo para válvulas de medidas mayores a 8 pulgadas.
El límite superior será "idear" un nuevo procedimiento de ajuste para válvulas de acero tipo compuerta.
5. Pormenores:

- a) La producción de válvulas es muy variada. Existen meses en que la producción es de 144 válvulas de compuerta y otros de 224 válvulas, aún así, no se cumple con la demanda que existe. Las válvulas que se prueban varían por mes de 300 a 350 válvulas, de las cuales la cantidad rechazada puede ser de 80 a 125 válvulas en to dos los tipos de fugas.
- b) En porcentaje las cifras serían las posibles combinaciones. Un valor promedio de éstas combinaciones se muestra a continuación.

Porcentaje de Válvulas al mes *

Válvulas probadas 100 %

Válvulas Aprobadas 65%

Válvulas Rechazadas 35%

- c) Se propone que los resultados del estudio tengan una duración indeterminada, puesto que se pretende realizar un nuevo procedimiento.
- d) Se busca eliminar el tiempo ocasionado por el constante rechazo de válvulas en la prueba hidrostática.
- e) En las áreas de trabajo toman parte un operario para hacer el ajuste de la válvula y 2 operarios para armarla y probarla.

* En el Capítulo IV Registrar, se muestra un estudio detallado de los porcentajes de prueba y rechazo.

f) La producción media diaria por operario depende de la medida de la válvula. Si se clasifican en 3 medidas (chicas, medianas y grandes)** la producción por operario sería distribuida de la siguiente manera:

<u>Tipo</u>	<u>Válvulas probadas por día</u>
Chica	3
Mediana	1
Grande	1/2

considerando que la válvula se ajusta y se prueba.

g) No existe una representación más clara de la producción por día si se toma un período más breve.

h) Las normas de producción no tienen una fecha de fijación.

i) Existen válvulas (armadas) que llegan a pesar hasta 2 ton.

6. Equipo o maquinaria: Ajuste

- a) Válvulas chicas: un torno paralelo de 5 HP
- b) Válvulas medianas: un torno paralelo de 10 HP
una rectificadora de 7.5 HP
máquina para lijar anillos
- c) Válvulas grandes: un torno vertical de 30 HP
una rectificadora de 22 HP
máquina para lijar anillos

Prueba Hidrostática.

** La clasificación de las medidas de las válvulas está distribuida de la siguiente manera:

- Las válvulas chicas comprenden medidas de 1/2" a 6"
- Las válvulas medianas comprenden medidas de 8" a 12"
- Las válvulas grandes comprenden medidas de 14" a 30"

- d) Todas las válvulas: una bomba de desplazamiento positivo con capacidad de aumentar la presión requerida por la tabla de la norma MSS SP-61.
7. La disposición de los lugares es acorde con la necesidad.
8. Producto:
- a) Se presentan cambios frecuentes en las medidas, pero ésto no exige modificación en el proceso de ajuste.
 - b) No hay posibilidad de modificar el producto, pues ocasionaría un cambio en el diseño que se rige por normas internacionales de fabricación.
 - c) Las normas exigen una calidad extremadamente satisfactoria sin embargo, en el proceso de ajuste no se lleva a cabo.
 - d) La inspección se efectúa definitivamente en la prueba hidrostática, puesto que es el único medio que existe hasta el momento de verificar el estado de la válvula
9. Se espera obtener economías y aumento de productividad al utilizarse mejor la mano de obra y eliminar el tiempo ocasionado por el continuo rechazo que se tiene por ajuste.

El estudio de Métodos, ayudado por el control estadístico de calidad conduce al objetivo primordial del trabajo, que es desarrollar un procedimiento que sirve a los operarios de estándar para ajustar discos de válvulas y de

esta manera, eliminar la variación del ajuste que provoca el constante rechazo, aumentar la productividad de la fábrica, aumentar la calidad del producto y disminuir los costos de producción.

Al contestar la lista-modelo, se elimina la posible duda de seleccionar alguna otra área de estudio. Se proporcionan motivos suficientes para continuar con el registro de datos tanto en el ajuste como en la prueba hidrostática.

CAPITULO IV

REGISTRAR



La calidad juega un papel importante en el registro de los hechos. Para el caso en estudio, existe una relación entre el registro de válvulas buenas y rechazadas con el número de válvulas aprobadas por control de calidad. El éxito del procedimiento a crear depende del grado de exactitud con que se registren los hechos. Por lo tanto, es esencial que las anotaciones sean claras, concisas y tengan su fundamento teórico para una futura interpretación. Para registrar los hechos es posible valerse de todas las herramientas que tienen una relación con el registro. Por ejemplo: gráficas, diagramas, tabulaciones, etc.

A. CURSOGRAMA SINOPTICO.

Es un diagrama que sirve para consignar una sucesión de hechos o acontecimientos en el orden en que ocurren, pero en este caso sin indicar la escala del tiempo.

Se presenta un cuadro general que abarca todos los componentes de una válvula, los materiales de que están hechos y las operaciones que se les hacen para obtener piezas maquinadas y poder armar una válvula. FIG. IV. A. 1.

NUMERO TOTAL DE ACTIVIDADES
DEL CURSOGRAMA SINOPTICO

	OPERACION	86
	INSPECCION	47

A.2. Componentes de una válvula. Se agrega un despiece de la válvula tipo compuerta para que las piezas que componen una válvula sean observadas y puedan compararse con el cursograma sinóptico. FIG.IV.A.2.

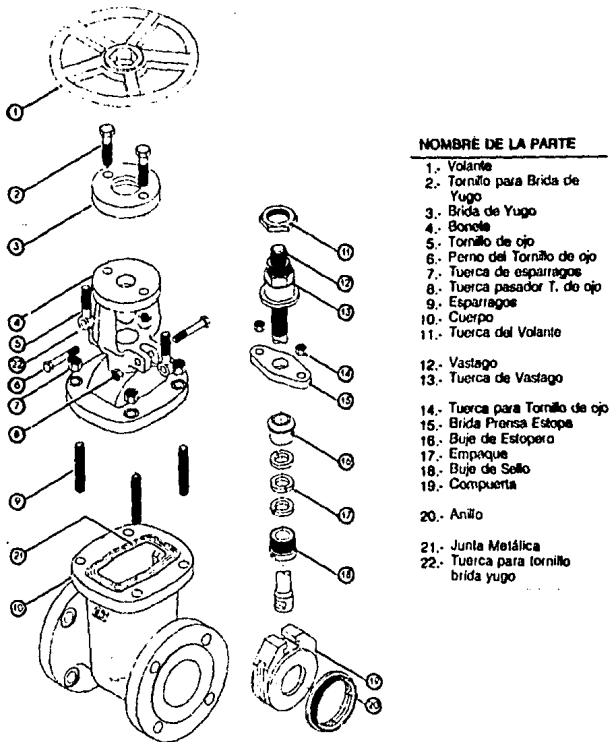


FIGURA IV.A.2

A.3. Especificaciones del Diagrama. El cursograma sinóptico del armado de una válvula es útil para ver la totalidad del proceso. No es posible aplicar la teoría directamente, es necesario modificar algunas partes a conveniencia de lo que se requiere mostrar. El cursograma mostrado está idealizado, ya que no se observa algún rechazo.

En este tipo de diagramas, no se llega al detalle cumple con el objetivo de mostrar una idea general de las operaciones necesarias para hacer una válvula.

Se omite el tiempo de cada operación ya que para cada medida de válvula existe un tiempo de maquinado, por lo tanto, se escoge un cursograma sin escala de tiempo.

No se agregan medidas de las piezas, por la razón de que cambian de dimensión según sea el caso de la medida de la válvula.

Algunas de las piezas cambian el material de que están hechas dependiendo del uso que vaya a tener la válvula.

Resalta la importancia de piezas como el cuerpo, el disco, el anillo y el bonete que sin ellas la válvula perdería su forma y no serviría para lo que está hecha.

La operación básica de todo el diagrama es el probar la válvula porque se define si pasar a la siguiente operación o rechazar por algún tipo de falla.

Se concluye con la ayuda del diagrama que las operaciones donde se pueden obtener registros importantes son la prueba de la válvula y el ajuste del disco.

B. CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD.

Cada válvula que se fabrica está sujeta a reglamentos y control de calidad donde se incluye, diseño, materiales, inspección, límites de prueba y uso.

Aún cuando no hay una válvula universal estándar, existen diferentes especificaciones, reglamentaciones y normas que se aplican a grandes sectores de la industria de las válvulas.

B.1. Qué es el control estadístico de calidad.

El control estadístico de calidad es una herramienta básica en el registro de hechos, todos los productos manufacturados deben llenar ciertos requerimientos, ya sea, expresados o implícitos. Muchos de estos requerimientos pueden ser establecidos por variables o por atributos.

La calidad medida en el producto fabricado está siempre sujeta a un cierto grado de variación debido al azar. Cualquier esquema de producción e inspección lleva implícito algún "sistema estable de causas debidas al azar". La variación de este patrón fijo es inevitable. Las razones por las que esa variación rebasa los límites de dicho patrón deben descubrirse y corregirse usando las técnicas del control estadístico de calidad.

B.2. Técnicas del control estadístico. Inventadas en 1920, por el Doctor Walter Shewhart de los laboratorios Bell. Se les dá el nombre de gráficas Shewhart o gráficas de control. La finalidad de estas gráficas es distinguir las causas atribuibles a la variación de calidad. Esto

hace posible el diagnóstico y la corrección de muchos problemas de producción como cantidad de productos desechados, calidad del producto, etc.

Las técnicas estadísticas más utilizadas en control de calidad son:

- 1.- Gráficas de control de Shewhart de las características de calidad medibles.
- 2.- Gráfica de control de Shewhart de fracción defectuosa.
- 3.- Gráfica de control de Shewhart del número de defectos por unidad.
- 4.- Control por muestreo. Protección de la calidad.

Todos los diagramas de control, tienen los mismos usos primordiales.

- Como un juicio, para dar evidencia de que un proceso ha estado operando, dentro de un estado de control estadístico y así señalar la presencia de una causa especial de variación y tomar la acción correctiva.
- Como una operación para mantener el estado de control estadístico, extendiendo los límites de control como base para el momento de la toma de decisiones.

El Dr. W.A. Shewhart formuló tres postulados que sirven de base para sus gráficas.

- 1.- "El objetivo de la industria en general, es establecer medios para satisfacer necesidades humanas, forjando rutinas que requieran el menor esfuerzo."
- 2.- "Los conceptos modernos de estadística basados en prin

cipios científicos, han permitido fijar límites dentro de los cuales los resultados de las rutinas deberán quedar comprendidos, para mantener su calidad de económicos".

- 3.- "Las desviaciones en los resultados de un proceso, más allá de los límites indican que la rutina se ha interrumpido y no volverá a ser económica mientras que no sean removidas las causas que motivaron la interrupción.

Se infiere de los postulados que en toda clase de actividades deberán implantarse rutinas de trabajo que requieran el menor esfuerzo humano posible, que sean económicas y que sean susceptibles de conservar su estado económico y que permitan la finalidad específica de ofrecer productos que satisfagan necesidades humanas de toda índole.

B.3. Variable y atributo. Tanto los postulados como los usos de las gráficas de Shewhart, tienen incluidos los objetivos planteados al principio del trabajo. Se decide usar dos técnicas de las gráficas de control para lograr dichos objetivos:

- Gráficas de fracción defectiva o por atributo, para el registro de datos.
- Gráficas por variables o de características de calidad medible para tolerancias de idear el procedimiento (capítulo VI)

¿Qué es un atributo? Cuando un registro muestra solamente el número de artículos que se conforman y el número

de artículos que dejan de conformarse con cualquier requerimiento especificado, se dice que es un registro por atributo.

¿Qué es variable? Cuando se lleva un registro sobre una medida real de una característica de calidad tal como una dimensión expresada en milímetros, se dice que la calidad se expresa por variables.

De acuerdo a lo observado en el cursograma sinóptico, la importancia de la prueba hidrostática radica en que la válvula es aprobada o rechazada, por lo tanto, se puede tener un registro de fracción defectiva (por atributo) para definir el tipo de fallas que se presentan más a menudo y a qué clase de válvulas pertenece.

B.4. Gráficas por fracción defectiva. Una gráfica dice más que mil palabras. En primera instancia, se usará la gráfica de fracción defectiva como un juicio, para dar evidencia de que el proceso de ajustar una válvula está operando bajo la presencia de un error intrínseco en el proceso.

B.4.1. Beneficios de las gráficas por fracción defectiva. La mayoría de las inspecciones de rutina de productos terminados son inspecciones por atributos, clasificando cada elemento inspeccionado como aceptado o rechazado. En tales inspecciones, se lleva un registro del número de elementos rechazados.

Es necesario el registro del número total de artículos inspeccionados, el rendimiento de calidad en un tiempo

debe ser comparado con el otro tiempo, tanto el registro del número total inspeccionado como el número de rechazos son necesarios. La relación del número de elementos rechazados con el número de elementos inspeccionados es la fracción defectiva.

La gráfica por fracción defectiva es una ayuda extremadamente útil para la supervisión de producción porque proporciona información acerca de cuándo y dónde ejercer presión para mejorar la calidad.

En algunos casos, la gráfica descubrirá fluctuaciones erráticas en la calidad de inspección y su uso puede originar una mejora en las prácticas de inspección y en los estándares de producción.

B.4.2. Datos de la gráfica por fracción defectiva.

La gráfica de control de Shewhart por fracción defectiva generalmente hace uso de datos que, o bien ya se encuentran disponibles para otros propósitos, o que puedan obtenerse fácilmente. Los datos para la gráfica de fracción defectiva de las válvulas se obtienen a partir de los reportes por turno diario de fabricación, donde se consigna la siguiente información: medida de válvula, aprobada, causa del rechazo por: falla en ajuste, falla en anillo, falla por poros y falla en buje.

Las gráficas se realizan para tres clases de válvulas: chicas (1/2" a 6"), medianas (8" a 12") y grandes (14" a 30") con motivo de obtener datos claros que sirvan para plantear mejores objetivos.

B.4.3. Especificaciones y resultados de las gráficas por fracción defectiva.

Especificaciones: Cada gráfica es representativa de una clase de válvulas (chica, mediana o grande) que se probó durante un mes.

Para cada clase de válvulas se presentan dos meses (2 gráficas) con el propósito de corroborar información.

Para comparar la falla de ajuste con la falla total, se presentan dos curvas en cada gráfica, para fracción defectiva total y para fracción defectiva por ajuste.

Cabe mencionar que en las gráficas de válvulas grandes existen sólo los días en los cuales hubo prueba de éstas. Ya que como son grandes y pesadas, se prueban 1 o 2 válvulas al día.

Resultados: Se puede concluir con las gráficas: Existe un nivel de rechazo promedio de los dos meses distribuido de la siguiente forma:

	<u>Rechazo por mal ajuste</u>	<u>Rechazo Total</u>
Válvulas chicas (1/2" a 6")	9 %	17.9 %
Válvulas medianas (8" a 12")	24 %	33 %
Válvulas grandes (14" a 30")	88 %	98.5 %

del cual se observa que para válvulas medianas y grandes, el procedimiento de ajuste es una gran parte del total de fallas, por lo que se considera que el método actual de ajustar es erróneo.

- 1.- Para válvulas chicas, El nivel promedio de rechazo por ajuste es aceptable. En este caso, es necesario analizar algunas otras causas del rechazo en la prueba hidrostática.
- 2.- Para válvulas medianas. Existe mucha variación de válvulas rechazadas, es decir, se observan días que no contienen fallas y otros días que contienen un 75% de fallas.
El nivel de rechazo aceptable es de 12%, con lo cual se justifica un estudio del método de ajuste para válvulas medianas.
- 3.- Para válvulas grandes. La mayoría de las válvulas no son aprobadas por causa de un incorrecto ajuste. El costo de no tener válvulas grandes para los consumidores, se vuelve extraordinariamente alto. En este caso es necesario un estudio del método para ajustar válvulas grandes.
- 4.- La variación de válvulas buenas y rechazadas día con día es muy grande. No existe un estándar de válvulas probadas al día ni de válvulas buenas por día.

B.4.4. Construcción de gráficas por atributo o fracción defectiva. Para la construcción de esta clase de gráficas se toman las fracciones defectivas de las tablas. Para el caso, es de interés la fracción defectiva del ajuste, por lo que las gráficas se harán para ese proceso.

Observando alguna gráfica se puede seguir paso a

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

paso la secuela de construcción de esta clase de gráficas.

En el eje horizontal, se registran los días del mes. Sobre el eje vertical se anotan fracciones desde la mínima a la máxima para cada día del mes, corresponde una fracción defectiva.

La línea horizontal gruesa representa a la media aritmética de todas las fracciones defectivas. Esta línea marca el nivel de rechazo del conjunto. Figura IV.B.1. gráficas.

GRAFICA DE FRACCION DEFECTIVA DE VALVULAS PROBADAS

VALVULAS CHICAS (1/2" A 6")

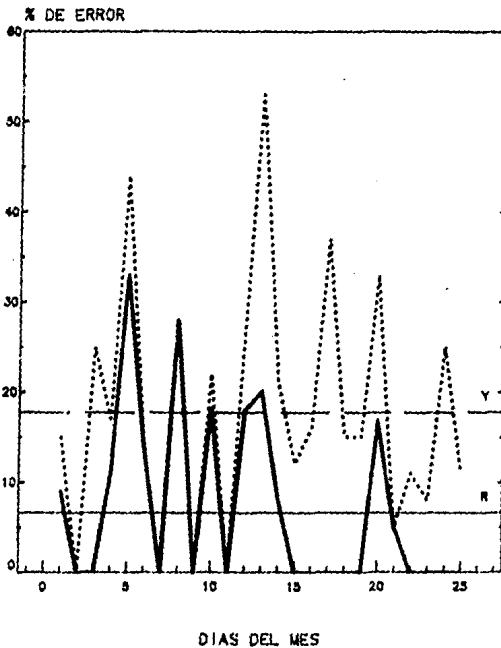
mas de Julio

RECHAZO
POR AJUSTE

RECHAZO
TOTAL

————

.....



Y=17.8% de rechazo total. R=7.2% de rechazo por ajuste

GRAFICA DE FRACCION DEFECTIVA DE VALVULAS PROBADAS

VALVULAS CHICAS (1/2" A 6")

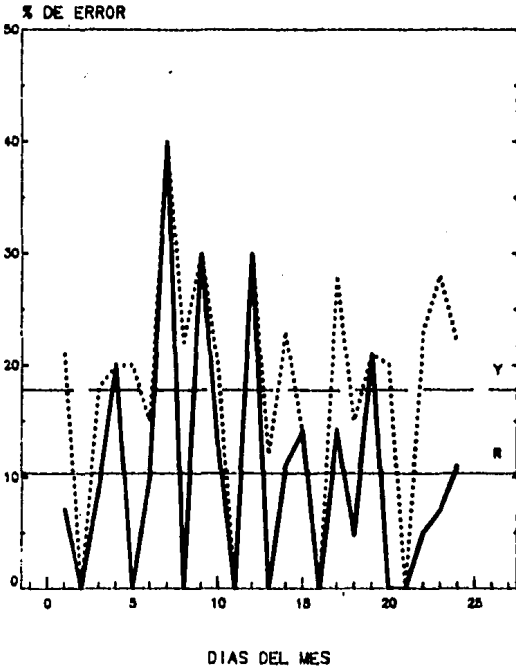
mes de agosto

RECHAZO
POR AJUSTE

RECHAZO
TOTAL

————

.....



Y=18% de rechazo total. R=10.5% de rechazo por ajuste.

GRAFICA DE FRACCION DEFECTIVA DE VALVULAS PROBADAS

VALVULAS MEDIANAS (8" A 12")

mes de julio

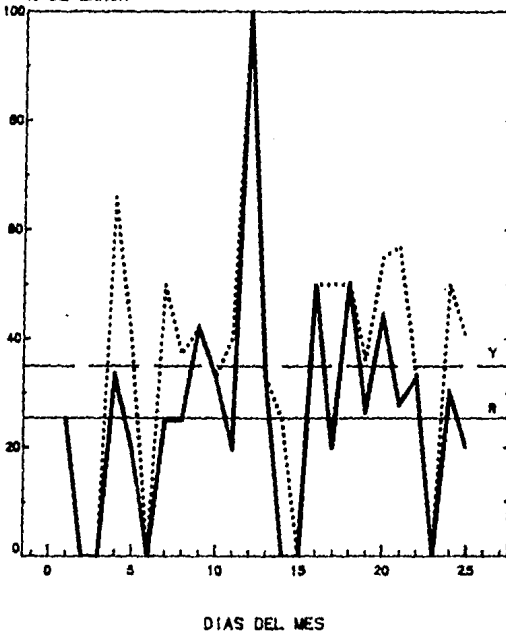
RECHAZO
POR AJUSTE

RECHAZO
TOTAL

—————

.....

% DE ERROR



Y=36% de rechazo total. R=28% de rechazo por ajuste.

GRAFICA DE FRACCION DEFECTIVA DE VALVULAS PROBADAS

VALVULAS MEDIANAS (8" A 12")

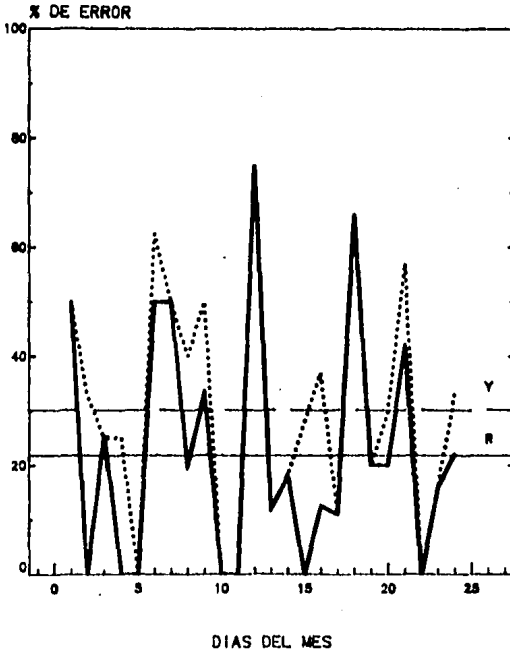
mes de agosto

RECHAZO
POR AJUSTE

RECHAZO
TOTAL

————

.....



Y= 30% de rechazo total. R= 22% de rechazo por ajuste.

GRAFICA DE FRACCION DEFECTIVA DE VALVULAS PROBADAS

VALVULAS GRANDES (14" A 30")

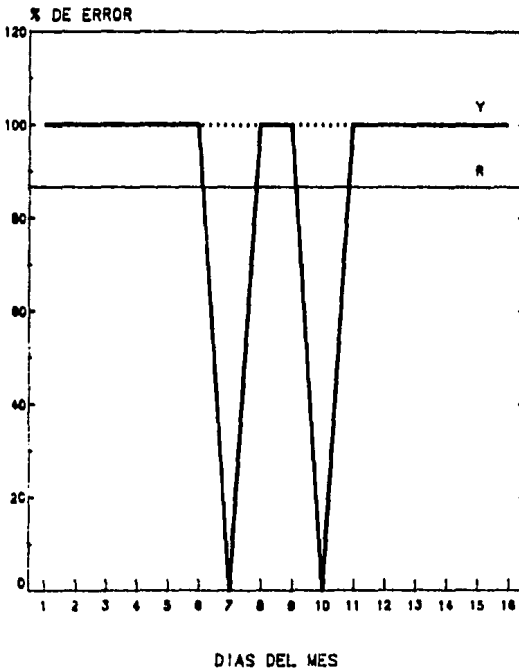
mes de julio

RECHAZO
POR AJUSTE

RECHAZO
TOTAL

————

.....



Y= 100% de rechazo total. R= 87% de rechazo por ajuste.

GRAFICA DE FRACCION DEFECTIVA DE VALVULAS PROBADAS

VALVULAS GRANDES (14" A 30")

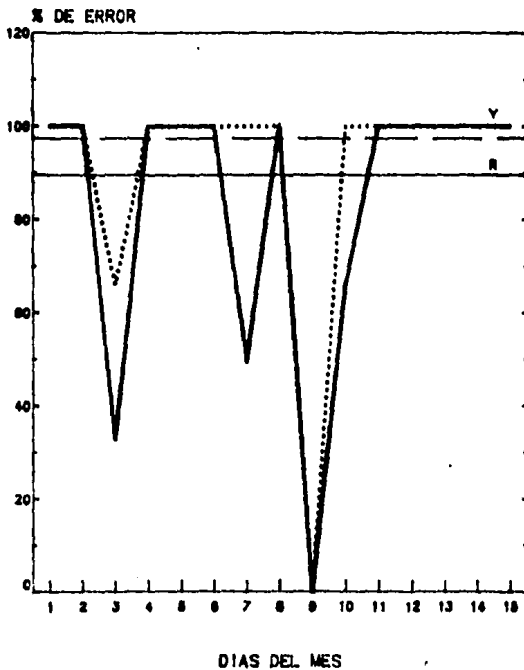
mes de agosto

RECHAZO
POR AJUSTE

RECHAZO
TOTAL

————

.....



Y= 97% de rechazo total. R= 90% de rechazo por ajuste.

El objetivo de las gráficas consistía en mostrar datos reelevantes que conduzcan a encontrar la falla en algún proceso de la fabricación de una válvula de acero tipo compuerta.

Observando los resultados, es claro que aunque existen varios factores que provocan una baja productividad y poca eficiencia, el procedimiento de ajuste para válvulas de clase mediana y grande, es el principal problema: "es más fácil disminuir en un 50% un problema grande que acabar totalmente con uno pequeño".

El paso a seguir, sería reconocer cómo se lleva a cabo el procedimiento de ajuste con detalle, por lo que se recurre al cursograma analítico.

C. CURSOGRAMA ANALITICO

El cursograma analítico es un diagrama que muestra los detalles de un procedimiento, señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda.

De las bases posibles del cursograma analítico se escoge la del material: diagrama de cómo se trata el material. Porque es el que representa más fielmente el procedimiento de ajuste. FIG.IV.C.1. Cursograma analítico del material; se procede a hacer el cursograma analítico del procedimiento de ajuste para válvulas clase grandes de acero tipo compuerta sin agregar el tiempo de cada actividad.

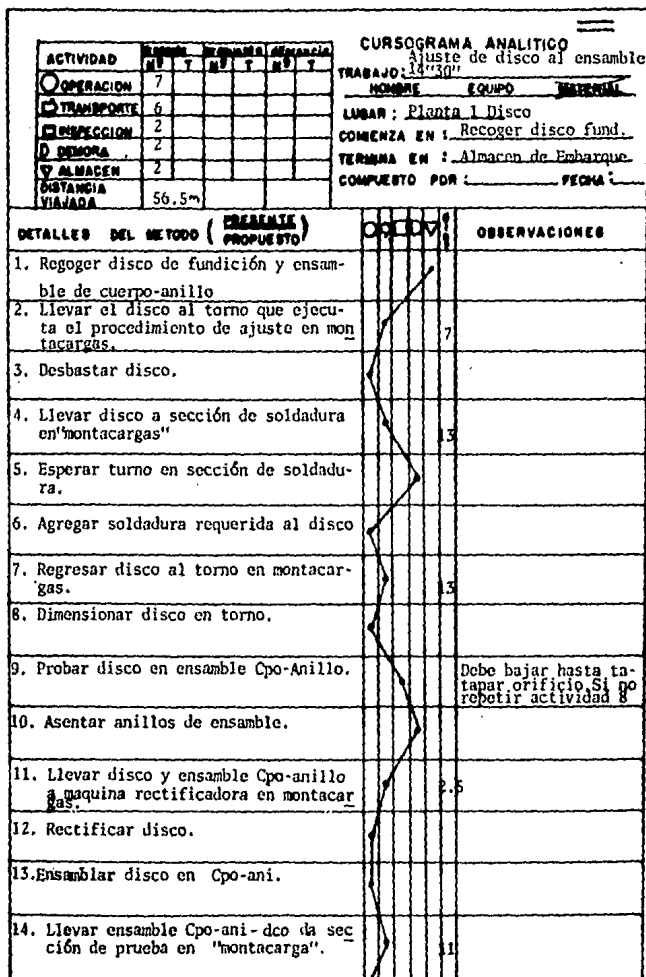


FIG. IV. C.1

Especificaciones del cursograma

- 1.- El cursograma analítico por lo regular contiene el tiempo de cada actividad, pero en lo particular para el estudio no es de interés el tiempo: además que es muy variado porque depende de las medidas de las válvulas el cursograma servirá para detallar las actividades que se desarrollan en un ajuste de válvulas sin tomar en cuenta el tiempo que se llevan.
- 2.- Ajustar una válvula consiste en 5 pasos esenciales que se ejercen unos en el ensamble de cuerpo-anillo y otros en el disco:
 - a) Desbastar: Se rebaja el grosor del disco que llega de fundición.
 - b) Soldar: Se agrega al disco la soldadura que se requiere dependiendo del uso que va a tener la válvula.
 - c) Dimensionar: se rebaja la soldadura agregada al disco de manera que éste entre al ensamble de cuerpo anillo y tape el orificio formado por el cuerpo.
 - d) Asentar: Eliminar el filo de los anillos procurando lograr la inclinación que tienen el disco para un mejor sello.
 - e) Rectificar: Se rebajan milímetros al grosor del disco logrando un acabado fino(terminado al espejo).

El cursograma analítico para válvulas de clase mediana es similar al presentado para válvulas grandes, sólo cambia en las actividades de transporte y el único cambio es el nodo de transporte que en lugar de ser montacargas es un

"diablito",

El tiempo de cada actividad no se considera ya que el método es repetitivo según sea la falla. El análisis del tiempo se lleva a cabo en el capítulo VI para determinar ahorros.

D. CONCLUSIONES DE REGISTRAR LOS HECHOS.

La constante repetición de actividades en el cursograma sin un estandar es el problema a analizar.

La única forma de comprobar que la válvula está mal ajustada es con la prueba hidrostática, esto significa que cada válvula sigue la secuencia que se muestra.

Fig. IV D.1

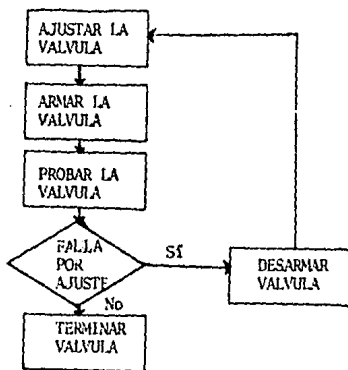


Fig. IV D.1

Los resultados de las gráficas por atributo muestran un porcentaje del 88% para válvulas grandes y 24% para válvulas medianas de rechazo por falla de ajuste.

Todo esto recae en pérdida de tiempo y por lo tanto bajo rendimiento de la planta.

La repetición de actividades se debe a que el operario no tiene contra qué comparar su trabajo. Así, repite la operación hasta que el cree que está bien.

El control de calidad es muy importante, porque evita la repetición de actividades. Sin embargo, el inspector no tiene contra que checar el trabajo del operario.

En ambos casos, el material pasa a la siguiente operación con una probabilidad muy alta de falla, lo que ocasiona el alto índice de rechazo en la prueba hidrostática.

Un análisis más detallado de la repetición de actividades se muestra en el capítulo siguiente al examinar las operaciones con un espíritu crítico.

CAPITULO V

EXAMINAR

A. DEFINICION DE EXAMINAR.

Examinar los datos registrados es el principio de la obtención de la mejor solución a cualquier problema de métodos. En ésta, se estudia a profundidad como:

- Eliminar partes innecesarias
- Combinar siempre que sea posible
- Ordenar de nuevo la sucesión de las operaciones para obtener resultados y
- Simplificar la operación.

Examinar los hechos se expresa de varias maneras:

- Evaluar
- Búsqueda de alternativas
- Selección de criterios
- Examinar con espíritu crítico
- Análisis de las operaciones

Todos con el mismo objetivo: establecer criterios que preparan el camino a la solución del problema.

Cada analista del estudio de métodos tiene su forma particular de establecer los criterios que va a seguir, con la finalidad de eliminar, combinar o mejorar las operaciones.

En este trabajo, se usará la forma clásica que marca la organización internacional del trabajo que es mediante la resolución del cuestionario de fondo del capítulo II inci-

so E.

B. RESPUESTAS A LAS PREGUNTAS DE FONDO.

De las conclusiones obtenidas al registrar los hechos, para una persona que conoce el proceso de fabricar una válvula, es fácil reconocer que el ciclo se torna repetitivo por causa de algún error en el procedimiento de ajuste. Al analizar la secuencia del procedimiento en el cursograma, se encuentran dos actividades que están formadas por las operaciones de dimensionar y rectificar. Estos ciclos no terminan sino hasta que el operario lo cree pertinente. El cuestionario de fondo se responde para estas dos actividades y de esta manera, poder formular la tarea de la repetición de todo el procedimiento.

B.1. Operación Dimensionar. Este ciclo se encuentra en el cursograma analítico en la actividad S y en él se ajusta el disco al cuerpo de la válvula.

Propósito: ¿Qué se hace? Se rebajan ambos lados del disco. ¿Por qué se hace? Para que el disco baje completamente y tape el orificio de la válvula.

¿Qué otra cosa podría hacerse? Combinar la secuencia de las operaciones.

¿Qué debería hacerse? Antes de dimensionar el disco debe existir una inspección que consista en medir la cantidad a rebajar del disco para que al primer intento tape el orificio y no como se encuentra ahora, que se prueba el disco hasta que baje.

Lugar

¿Dónde se hace? En el torno designado para dimensionar.

¿Por qué se hace ahí? Porque es la máquina que cumple con las especificaciones para soportar el peso de la pieza.

¿En qué otro lugar podría hacerse? Ninguno.

¿Dónde debería hacerse? En una máquina con la capacidad de peso requerida.

Sucesión

¿Cuándo se hace? Cuando las piezas se terminan de soldar.

¿Por qué se hace entonces? Porque las piezas deben tener cierto material que se les agrega con soldadura y hasta entonces se pueden ajustar

¿Cuándo podría hacerse? Solo después de agregar soldadura.

¿Cuándo debería hacerse? Solo después de agregar soldadura.

Persona

¿Quién lo hace? El operario que está encargado del torno.

¿Por qué lo hace esa persona? Porque tiene experiencia.

¿Qué otra persona podría hacerlo? Un operario capacitado para manejar el torno y que sepa las operaciones de dimensionar.

¿Quién debería hacerlo? Una persona capacitada.

Medios

¿Cómo se hace? Rebajando la soldadura agregada y probando cuánto baja el disco.

¿Por qué se hace de ese modo? De esta forma no se afectan las propiedades de la pieza.

¿De qué otro modo podría hacerse? Con un proceso diferente.
¿Cómo deberá hacerse? Rebajar la soldadura pero a cierta distancia promedio, para no repetir ese paso tantas veces.

CONCLUSIONES DE DIMENSIONAR

De acuerdo a las respuestas obtenidas, se encuentran fallas en el propósito, en la persona y en los medios de la operación.

Se necesita definir un sistema que elimine la repetición de la actividad y a la vez se pueda hacer una inspección al principio de la operación para discernir qué tanto debe rebajarse la pieza.

Debe capacitarse al operario sobre cómo hacer la operación y la inspección.

B.2. Operación rectificar. Este ciclo se encuentra en la actividad 14 del cursograma analítico y en él se rectifica el disco de la válvula.

Propósito

¿Qué se hace? Se termina de maquinar el disco obteniendo el acabado fino, para ambos lados del disco.

¿Por qué se hace? Porque la pieza tiene un incorrecto ángulo de inclinación que se corrige con el rectificado.

¿Qué otra cosa podría hacerse? Combinar la secuencia de las operaciones.

¿Qué debería hacerse? Debe medirse el ángulo que tiene el disco con compás, obtener la desviación que existe con el que debe ser y corregirlo.

Lugar

¿Dónde se hace? En la máquina rectificadora.

¿Por qué se hace allí? Porque es la única máquina rectificadora de la fábrica.

¿En qué otro lugar podría hacerse? Ninguno.

¿Dónde debería hacerse? en una máquina rectificadora localizada de acuerdo a la distribución del proceso.

Sucesión

¿Cuándo se hace? Cuando se tienen los anillos terminados de asentar.

¿Por qué se hace entonces? Porque es el momento de obtener la inclinación adecuada.

¿Cuándo podría hacerse? Se puede hacer antes de asentar anillos

¿Cuándo debería hacerse? Cuando se tienen los anillos terminados ya que de otra forma la operación se volvería muy complicada.

Persona

¿Quién lo hace? El operario encargado de la rectificadora.

¿Por qué lo hace esa persona? Porque tiene la experiencia.

¿Qué otra persona podría hacerlo? Una persona capacitada en las operaciones de rectificado y que sepa manejar la máquina.

¿Quién debería hacerlo? Una persona capacitada.

Medios

¿Cómo se hace? Se dá la inclinación a la máquina que el operario cree conveniente. Y repite la operación hasta que logre un ensamble de dco-anillo-cpo adecuado.

¿Por qué se hace de ese modo? Es la forma de obtener la misma inclinación que tienen los anillos en el ensamble.

¿De qué otro modo podría hacerse? Podría checarsé contra un estándar, algunas medidas.

¿Cómo debería hacerse? Debería medirse la inclinación ver la diferencia de anillos y disco y adaptar la máquina a que cubra esta diferencia medida.

CONCLUSIONES DEL RECTIFICADO

De acuerdo a las respuestas obtenidas, se encuentran fallas en el propósito, la persona y los medios.

Al igual que en dimensionar, el operario debe estar capacitado y orientado; se le deben proporcionar las herramientas suficientes para medir el ángulo y comparar su medición contra algo que le indique qué tanta desviación tiene el ángulo y corregirlo. Debe primero medir y luego hacer la operación.

C. EL FACTOR HOMBRE

C.1. Objetivos de una empresa. Las industrias son una serie o conjunto de operaciones que tienen como finalidad inmediata la producción, o sea, la transformación de las materias primas procedentes en último término, de la naturale-

za en productos útiles al hombre, con lo que se logra la circulación, el fomento de la riqueza y la elevación del nivel de la economía.

Las empresas se crearon para hacer productivo a un país, cumpliendo con los siguientes objetivos.

- 1.- La empresa debe ser rentable social y financieramente.
- 2.- La empresa debe crecer y permanecer como tal.
- 3.- La empresa debe satisfacer una necesidad que exista en el mercado.
- 4.- La empresa debe desarrollar al personal dentro del trabajo.

En una empresa existen muchos factores que influyen sobre su productividad. Para lograr la máxima productividad se busca la óptima relación entre todos los recursos de la empresa. FIG. V.C.1.

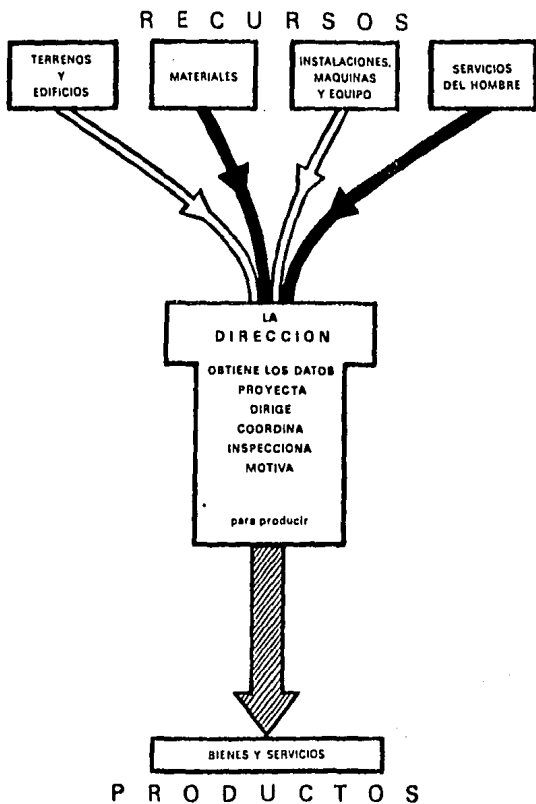


FIGURA V.C.1.

El principio y el fin de toda organización es el "elemento humano", con él se logra coordinar todos los recursos que determina la productividad de la empresa.

Sin embargo, la empresa se olvida del hombre productor con necesidades, puesto que solo lo usa como vehículo para producir. En el sistema de prioridades de la empresa el hombre está colocado en el 4o. nivel.

Se crea un ciclo degenerativo: Al inversionista le interesa la utilidad económica por lo que se vuelve un esclavizador que sólo quiere producir, en lo que el hombre trabajador hace lo que le corresponda sólo por remuneración, sin realización y lo ve como un castigo.

El trabajo es un beneficio social. Cuando el trabajo se hace por el trabajo mismo, se vuelve rutinario. El hombre se acostumbra a hacer su trabajo porque así lo ha hecho durante mucho tiempo. Empero, cuando el trabajo se hace por la realización del hombre, cada vez mejorará su trabajo, porque al hacerlo se sentirá bien.

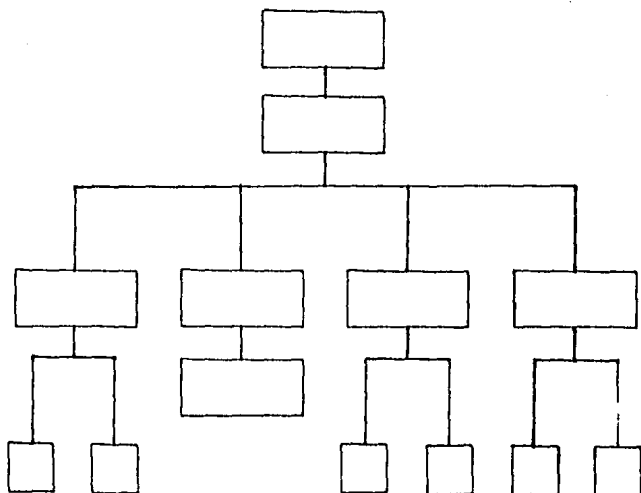
Un individuo sólo es capaz de aportar si satisface las siguientes condiciones: que quiera hacerlo, que sepa hacerlo y que lo haga.

C.2. Factores que influyen en el desempeño del trabajo. En la actualidad existe un nuevo concepto en la industria, la calidad de vida de trabajo que estudia las condiciones de trabajo para el diseño de métodos de trabajo en las organizaciones en términos de dirección industrial.

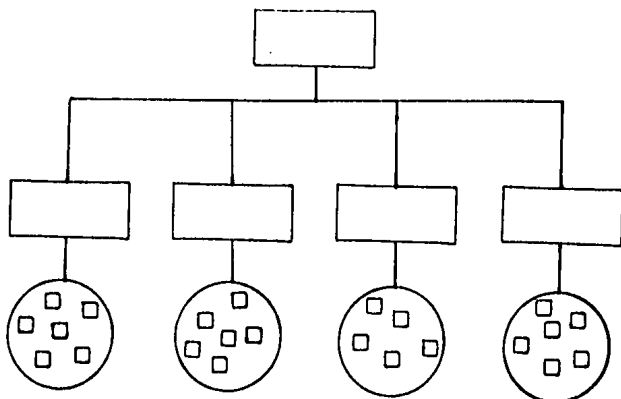
Existen tres consideraciones que deben hacerse.

- 1.- No solo concierne el producto, sino también la gente.
- 2.- Se deben crear alternativas para usar en los lugares de trabajo.
- 3.- México necesita desarrollar sus propios sistemas de ca lidad de vida de trabajo.

La organización tradicional del trabajo consiste en una jerarquía como se muestra en el siguiente croquis:



Las empresas están cambiando a un nuevo sistema de organización del trabajo.



Son organizaciones adaptativas donde la jerarquía se cambia por grupos semi-interdisciplinarios y semi-autónomos.

El analista debe acoplar sus métodos a este nuevo sistema y estar listo a oír y aprender del trabajador para tratar de improvisar, inventar y sobre todo arriesgar.

Los factores que la calidad de vida considera que influyen en el desempeño del trabajo son:

- 1.- Una paga adecuada y programas lógicos para beneficio del trabajador.

- 2.- Ambiente seguro y saludable
- 3.- Hacer el lugar de trabajo un lugar para aprender, Crecer y cambiar con el trabajo.
- 4.- Seguridad del trabajo. Garantías.
- 5.- Participación en la toma de decisiones.
- 6.- Integración social; que cada trabajador sea parte de la organización.
- 7.- Reconocer y hacer cumplidos de las contribuciones de los trabajadores.

Muchos de estos factores son controlados por la dirección de la empresa, sin embargo, deben recordarse para ponerse en práctica . Los demás factores se llevan a la práctica haciéndolos parte del trabajo del operario.

Tanto el inversionista como el trabajador deben entender que ambos son parte de la empresa para apoyarse y crear un ciclo positivo en el cual los dos busquen la realización. En la mayoría de los casos el trabajo se puede mejorar.

Que la gente comprenda que su trabajo es valioso y que aprenda a mejorarlo es el problema que se presenta, por lo que se recurre al concepto de sistemas sociotécnicos.

C.3. Sistemas sociotécnicos. Son la base para entender el mundo actual. Al conjunto de ideas técnicas desarrolladas para unificar el criterio del trabajador, inversionista y sociedad en una organización se le llama sistema sociotécnico. Se busca el equilibrio entre producti-

vidad, trabajo y calidad con factores flexibles y adaptables para lograr una democracia en el trabajo.

Los sistemas sociotécnicos se crearon para valorizar el trabajo humano y se realizan a partir de tres conceptos.

- 1.- Teoría de los sistemas. Buscar terminar lo que se comienza.
- 2.- Psicoanálisis. Comprensión de un grupo. Qué autoridad y qué límites.
- 3.- Antropología. Estructuras sociales, relaciones humanas, manejo de símbolos.

Características de los sistemas sociotécnicos.

- 1) Se crean sistemas informales para que los trabajadores puedan negociar y obtener una optimización conjunta.
- 2) Existe una redundancia a base de funciones. Es decir, utilizar una capacidad extra para resolver problemas extras.
- 3) Tienen un análisis de las variaciones de la norma. Cuando las expectativas de la situación sean igual a las percepciones de la situación no habrá problema en la organización.
- 4) Especificar la tolerancia mínima para funcionar. Se subdiseña una novedad para innovar más tarde.
- 5) Los sistemas son limitados entre ellos mismos. Gestión de fronteras, pero son integrados entre sí. (semi-autónomos).

- 6) Hay una relación abierta con el contexto organizacional. El futuro siempre es impredecible, se trata de idear una relación con el medio ambiente que conduzca a un futuro conocido.
- 7) Autocontrol. Conocimiento integral de las relaciones con las máquinas, que no se controle por un medio externo al incluir las fallas y no evitarlas se está logrando que el trabajador aprenda a solucionar sus dificultades, lo que le dá seguridad.

Tanto para el caso en estudio como para muchas industrias mexicanas, una contribución a la resolución de problemas empresariales es recurrir a los conceptos de calidad de vida de trabajo y los sistemas sociotécnicos.

De acuerdo al concepto de examinar y a las respuestas del cuestionario de fondo, se implementará un sistema sociotécnico cuya característica principal sea el autocontrol. "Quién si no el mismo operario sabe si está mal y puede corregirlo".

De esta manera, el sistema cumplirá tanto para los objetivos de la empresa como para la realización del hombre.

La forma de cómo idear un sistema sencillo, con el cual el operario pueda auto-controlarse se estudia en el capítulo VI.

CAPITULO VI

IDEAR

A. QUE IDEAR

A.1. Sumario

El estudio de métodos establece 7 etapas con objeto de mejorar procesos o procedimientos en la elaboración de un producto:

- 1) Seleccionar
- 2) Registrar
- 3) Examinar
- 4) Idear
- 5) Definir
- 6) Implantar
- 7) Mantener en uso

Etapa 1: Selección

Al seleccionar se busca escoger tanto la fase que causa problemas como el lugar de estudio. En este caso se elige como fase al procedimiento de ajuste para válvulas de compuerta, y como lugar de estudio, el área de prueba hidrostática. La razón de ésta elección es debido a que se considera que en éstas zonas puede haber un incremento de producción eliminando tiempo de repeticiones obsoletas.

Etapa 2: Registrar

En el área de prueba hidrostática se puede hacer un registro de válvulas que se prueban.

Con la ayuda de las gráficas de control de Shewhart se registran hechos con los cuales es evidente que el ajuste es la operación más importante para las válvulas y no se lleva a cabo correctamente.

Etapa 3: Examinar

En esta etapa se examina el procedimiento con mayor detalle y se deduce que:

1. Los operarios no tienen un patrón que les indique los límites de la operación.
2. La calidad del trabajo debe inspeccionarse por el mismo operario (auto-control).
3. Deben hacerse pequeños cambios a la secuencia cursograma analítico y agregar algunas inspecciones.

Etapa 4: Idear

Idear significa inventar, imaginar, proyectar, concebir, formar modelos que satisfagan una necesidad. En esta etapa, se cumple el motivo de este trabajo al modificar el procedimiento de ajuste para válvulas de compuerta. El objetivo es crear un sistema sencillo, económico que tenga características como las mencionadas en el capítulo V Examinar. Es decir, donde el operario se auto-controla, sabe que es parte de la Empresa y obtiene su realización personal. Y al mismo tiempo la empresa se vuelve más eficiente, más rentable y puede satisfacer la demanda del mercado.

Etapas Subsecuentes:

Las siguientes etapas, involucran a la dirección de la empresa y no son objeto de este estudio. Se considera que son el arranque con autorización de la dirección del mé todo propuesto.

A.2. Manual de huellas para rectificado de válvulas. Una forma sencilla de lograr los objetivos planteados es eliminando las repeticiones de las actividades, dimensionar y rectificar (capítulo V cuestionario de fondo) y aplicando el concepto de auto-control.

Cuando el trabajo es organizado de tal modo que permita a una persona tener el dominio total del logro de resultados planeados, esa persona se dice que está en un es tado de auto-control y que puede ser responsable por los resultados.

El auto-control es un concepto universal que se puede aplicar al Gerente General responsable del funcionamiento de una división a ganancias; de un Gerente de Planta responsable de lograr ciertas metas propuestas para esa plan ta; un maquinista que maneja un torno; etc.

Antes de que una persona pueda sostener un auto-control, varios criterios fundamentales deben juntarse.

El debe tener:

1. Conocimiento de lo que se supone debe hacer.
2. Conocimiento de lo que está haciendo.
3. Los medios para regular que lo que está hacien-

do cumple las metas. Estos medios deben siempre incluir la autoridad para regular y la habilidad para regular, ya sea:

a) Variando el proceso del que ésta persona está encargado o,

b) Variando la conducta de la propia persona.

Si todos estos parámetros se han cumplido, la persona se dice que está en un estado de auto-control y que puede ser responsable por las deficiencias en el desarrollo.

Si alguno de estos parámetros no se cumple, la persona no está en estado de control, y hasta donde lleguen sus deficiencias, no puede ser responsable.

¿Cómo lograr los medios para que la persona se encuentre en un estado de auto-control?

¿Cómo regular que el proceso de ajuste esté correcto o incorrecto?

La creación de un manual de rectificado para las válvulas de acero tipo compuerta, conduce a la respuesta de estas preguntas. El manual consiste en huellas marcadas en el disco de la válvula, con las tolerancias y especificaciones para cada medida de válvulas.

La huella se forma embarrando tinta a los lados del disco. Se ensambla el disco en la cavidad del cuerpo y se golpea para marcarle donde quedan los anillos, se saca el disco y se observa la huella. Esta se compara con la huella del manual obteniendo así, un patrón con el cual comparar el trabajo desarrollado por el operario. En ésta forma, el ope

rario se dará cuenta que está incorrecto su trabajo antes de probar la válvula, con lo cual se eliminan actividades de repetición. FIG. VI. A.1

El auto-control se lleva a cabo cuando el operario compara su trabajo contra la huella del manual, la empresa se vuelve productiva porque elimina tiempos perdidos en repeticiones.

Para lograr hacer el manual de huellas para rectificado, es necesario recurrir nuevamente al control estadístico de calidad.

B. GRAFICAS DE CONTROL DE SHEWHART DE LAS CARACTERISTICAS DE CALIDAD MEDIBLE.

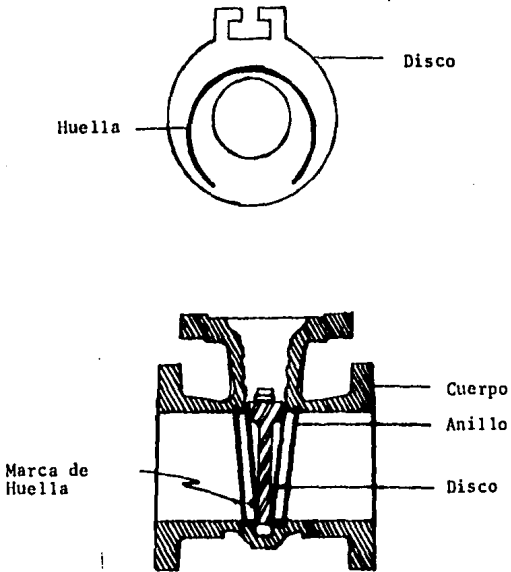
B.1 Variabilidad del producto. El control estadístico de calidad es el proceso regulado a través del cual se mide el cumplimiento de la calidad real comparándola con los estándares establecidos y obrando en la diferencia.

Todos los productos manufacturados deben llenar ciertos requisitos, ya sea expresados o implícitos. Muchos de éstos requerimientos pueden ser establecidos por variables. La mayor parte de las especificaciones de variables proporcionan tanto un límite superior, como un inferior, con respecto al valor medido.

De las cuatro técnicas del control estadístico de Shewhart mencionadas en el capítulo IV.

1. Gráfica de control de Shewhart de las características de calidad medibles.

Fig. VI. A.1



2. Gráfica de control de Shewhart de fracción defectuosa.

3. Gráfica de control de Shewhart del número de defectos por unidad.

4. Control de muestreo. Protección de la calidad.

Al identificar alguna de las variaciones de calidad como posibles variaciones de las características medibles, la gráfica de control de Shewhart de las características de calidad medibles ó gráfica por variable, indica cómo lograr regular un proceso y en esta forma, evitar ajustes frecuentes innecesarios que tienden a incrementar la variabilidad del proceso más bien que a disminuirla.

Ningún proceso de producción es lo suficientemente bueno para fabricar todas las unidades del producto exactamente iguales. Cierta variabilidad es inevitable; la cantidad de esta variabilidad básica dependerá de diferentes características del proceso de producción tales como máquinas y operadores.

B.2. Beneficios que representa la gráfica por variable. La técnica de la gráfica por variable permite mejores decisiones sobre las tolerancias de ingeniería y mejores comparaciones entre los diseños y métodos de producción alternos. A través de la mejora de los procedimientos de aceptación convencionales, a menudo se obtiene una mejor calidad a un menor costo de inspección.

Se espera que las gráficas de control de Shewhart

de las características de calidad medible puedan:

1. Eliminar el tiempo perdido en repeticiones.
2. Manifestación inmediata de variaciones indeseables.
3. Reducción en los costos.
4. Formación de un récord permanente de la calidad.
5. Bases para establecer o modificar especificaciones.
6. Efecto psicológico favorable a la disciplina en el trabajo y a la formación del sentido de responsabilidad.

B.3. Construcción de las gráficas por variables.

La construcción de este tipo de gráficas no presenta dificultades. Sobre un eje horizontal, de izquierda a derecha y con igual separación, se marcan números desde cero hasta los que sean necesarios de acuerdo con los elementos individuales. En éste caso, cada válvula probada de la misma medida es un elemento individual que forma al eje horizontal. Sobre un eje vertical se marcan valores que comprenden las mediciones que se hagan de las características de las válvulas probadas, es decir, la medida de la huella de la válvula.

En el cruce de las líneas paralelas a los ejes que partan de las medidas de las dimensiones individuales y del número progresivo de las dimensiones individuales y del número progresivo de las medidas observadas, se colocan puntos o círculos pequeños; estos puntos o círculos unidos

entre sí por líneas rectas forman una línea quebrada indicativa de las variaciones que ocurren durante el proceso.

La información que la gráfica contiene fue obtenida de la siguiente manera:

1. Antes de someter cada válvula a la prueba hidrostática se midió la cuerda de la circunferencia de la parte de la huella que no está marcada. Esta distancia es la variable que diferencia una huella de otra. (Y)

2. En la prueba hidrostática se comprobó la falla o aprobación de la válvula.

En consecuencia, cada válvula probada tenía su medida de huella, con lo cual se pueden formar las gráficas por variable para cada medida de válvula.

En el momento en que la distancia variable (Y) de la huella está en los extremos se presenta la fuga de agua en la prueba hidrostática. En esta forma, automáticamente la gráfica muestra los límites de tolerancias de las medidas de la huella para que la válvula pase la prueba hidrostática.

B.4. Especificaciones de las gráficas. Las gráficas aparecen con el dibujo de su respectiva huella en el manual de rectificación.

Se propone la huella y su correspondiente gráfica que explica el por qué tiene esas dimensiones para cada medida de válvula.

Dado que el estudio muestra que el error en el pro

cedimiento de ajuste es sólo para válvulas mayores de 8" inclusive, el manual de rectificación se hace para medidas de 8", 10", 12", 14", 16", 18", 20", 24" y 30".

En cada dibujo de huella de rectificación, se incluye la medida que marca la localización que debe tener la huella para así obtener la máxima vida útil de la válvula. Las tolerancias de esta dimensión son puramente de diseño.

Se considera un muestreo de 30 válvulas probadas por medida de válvula para obtener la distancia Y promedio y los límites de esta distancia.

Es decir, cada válvula rectificada que se concidere dentro del muestreo se le mide la distancia no marcada de la huella. En la prueba hidrostática se comprueba el funcionamiento de la válvula y se registra para así obtener las gráficas que se muestran en el manual.

La característica principal de este proceso es que se manifiesta la retro-alimentación. Cada vez que la válvula se pruebe y muestre una falla, el operario repite el ajuste sabiendo a qué distancia Y la válvula falla. En esta forma, la probabilidad de falla se va reduciendo hasta encontrar la distancia Y los límites de ésta.

En la retro-alimentación, la información obtenida en el paso final sirve como dato para otro producto que se encuentra al inicio del proceso.

C. MANUAL DE TOLERANCIAS PARA RECTIFICACION DE VALVULAS.

Con el objeto de que exista una base de comparación para el operario, con lo cual se pueda afirmar que la válvula no fallará en la prueba hidrostática, se presenta el manual de huellas de rectificación de válvulas tipo compuerta.

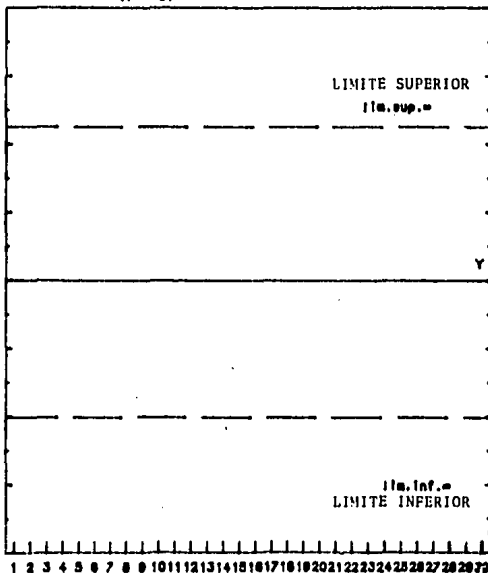
COMO COMPRENDER LA INFORMACION QUE CONTIENEN LAS GRAFICAS:
MANUAL DE GRAFICAS DE TOLERANCIAS

VALVULAS TIPO COMPUERTA

MEDIDA : DE VALVULA



TOLERANCIA (pulg)



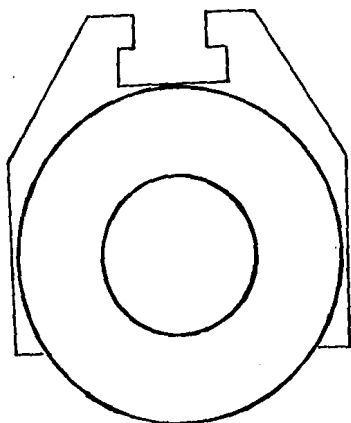
VALVULAS PROBADAS MEDIDA DE LA DISTANCIA
QUE NO SE MARCA EN LA
HUELLA.
PROMEDIO Y =

COMO COMPRENDER LA INFORMACION QUE CONTIENE EL DIBUJO:

LOCALIZACION DE HUELLA

VALVULAS TIPO COMPUERTA

MEDIDA : DE VALVULA



r TOLERANCIA
DE
DISEÑO

v DISTANCIA QUE NO SE MARCA
EN LA HUELLA.

ESPECIFICACIONES GENERALES DE LAS GRAFICAS.

1) El cálculo de los límites es:

LIMITE SUPERIOR

(Y mínima de falla - Y máxima aprobada) / 2 +
Y máxima aprobada.

LIMITE INFERIOR

(Y mínima aprobada - Y máxima de falla) / 2 +
Y máxima de falla.

2) El promedio Y significa la distancia a la cual los operarios deben abrir la huella.

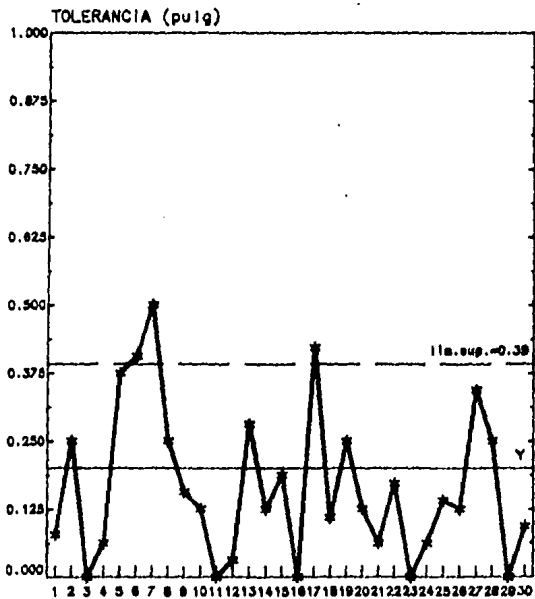
3) Las tolerancias están dadas en pulgadas y su intervalo va aumentando según aumente el tamaño de la válvula.

MANUAL DE GRAFICAS DE TOLERANCIAS

VALVULAS TIPO COMPUERTA

MEDIDA:

8"



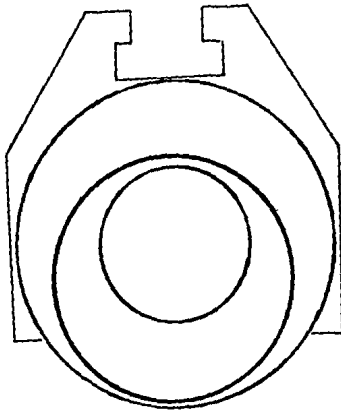
VALVULAS PROBADAS

PROMEDIO Y = 0.1816"

LOCALIZACION DE HUELLA

VALVULAS TIPO COMPUERTA

MEDIDA: 8"



3/4" - 1/32

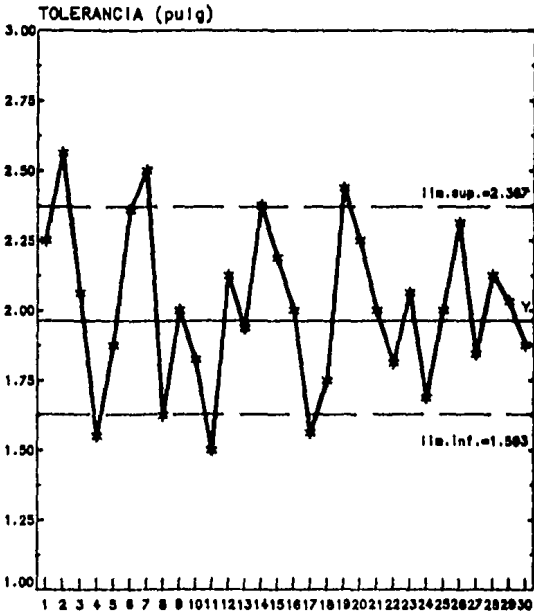
Y

MANUAL DE GRAFICAS DE TOLERANCIAS

VALVULAS TIPO COMPUERTA

MEDIDA :

10"



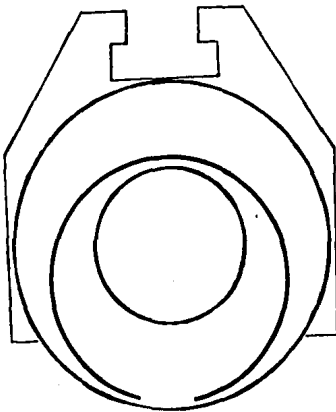
VALVULAS PROBADAS

PROMEDIO Y = 1.9758"

LOCALIZACION DE HUELLA

VALVULAS TIPO COMPUERTA

MEDIDA : 10"



|
13/16" - 1/16
|

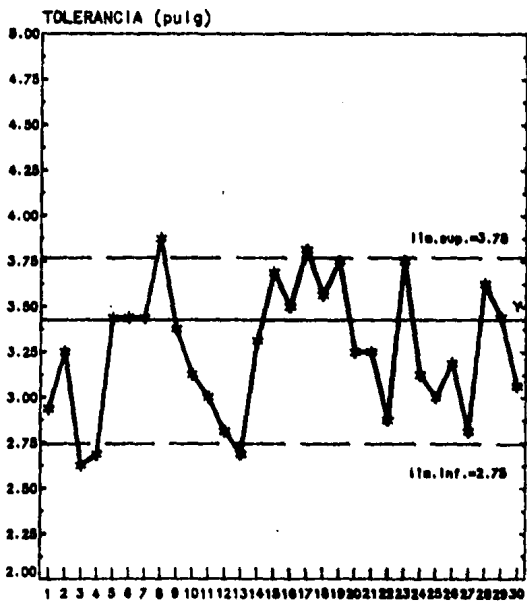
—Y—

MANUAL DE GRAFICAS DE TOLERANCIAS

VALVULAS TIPO COMPUERTA

MEDIDA :

18"



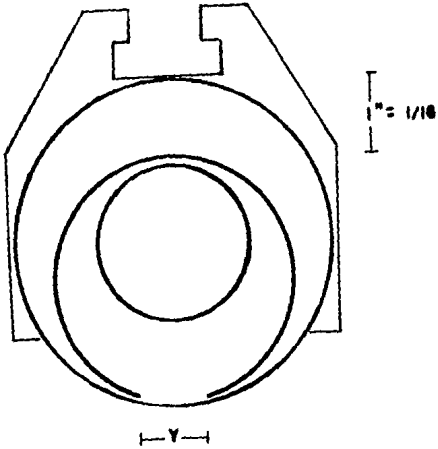
VALVULAS PROBADAS

PROMEDIO $\bar{Y}=3.42$

LOCALIZACION DE HUELLA

VALVULAS TIPO COMPUERTA

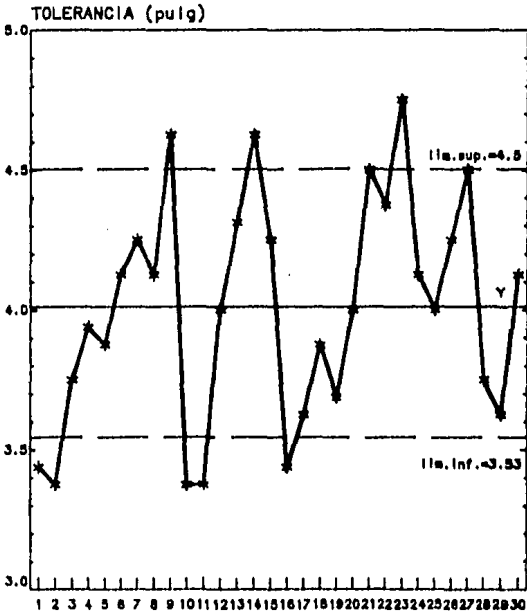
MEDIDA: 12"



MANUAL DE GRAFICAS DE TOLERANCIAS

VALVULAS TIPO COMPUERTA

MEDIDA :
14"



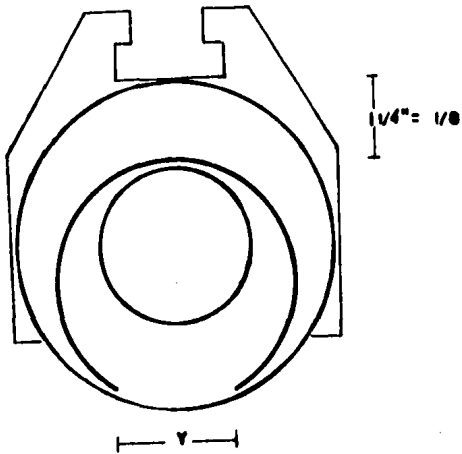
VALVULAS PROBADAS

PROMEDIO $\bar{Y} = 4.02"$

LOCALIZACION DE HUELLA

VALVULAS TIPO COMPUERTA

MEDIDA: 14"

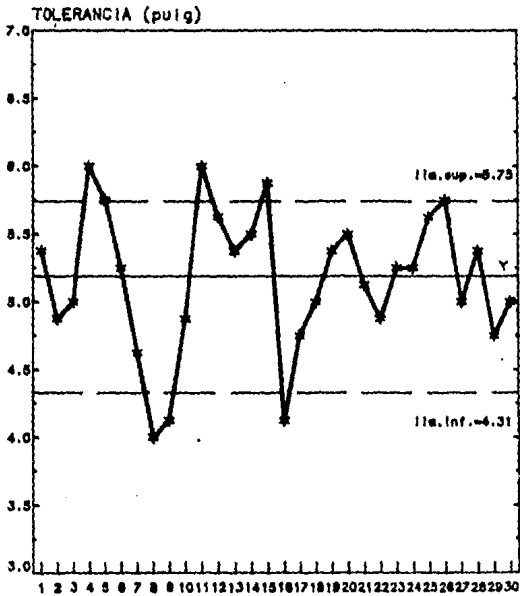


MANUAL DE GRAFICAS DE TOLERANCIAS

VALVULAS TIPO COMPUERTA

MEDIDA :

18"



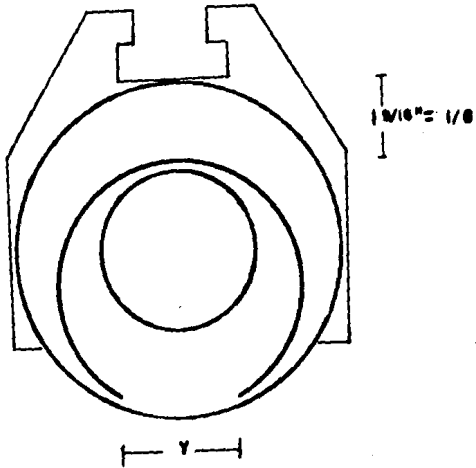
VALVULAS PROBADAS

PROMEDIO \bar{Y} = 5.2"

LOCALIZACION DE HUELLA

VALVULAS TIPO COMPUERTA

MEDIDA: 16 "

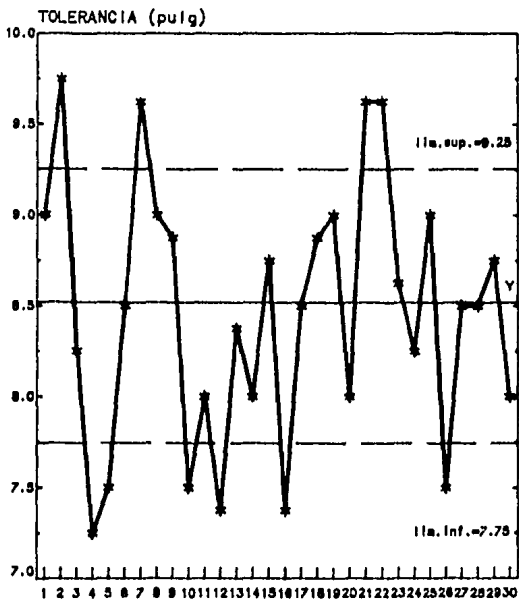


MANUAL DE GRAFICAS DE TOLERANCIAS

VALVULAS TIPO COMPUERTA

MEDIDA :

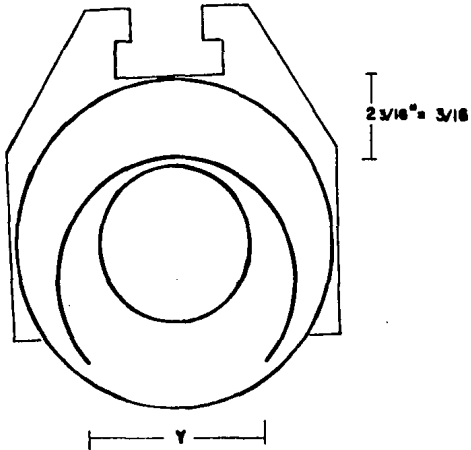
18"



LOCALIZACION DE HUELLA

VALVULAS TIPO COMPUERTA

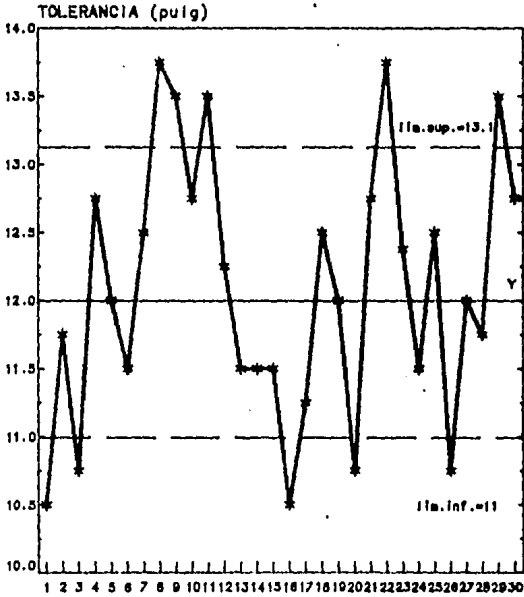
MEDIDA : 18 "



MANUAL DE GRAFICAS DE TOLERANCIAS

VALVULAS TIPO COMPUERTA

MEDIDA :
20"



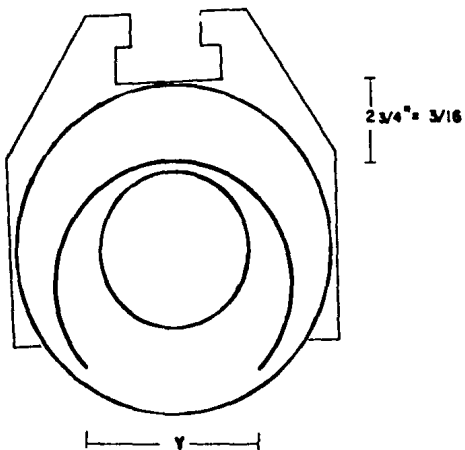
VALVULAS PROBADAS

PROMEDIO Y = 12.06"

LOCALIZACION DE HUELLA

VALVULAS TIPO COMPUERTA

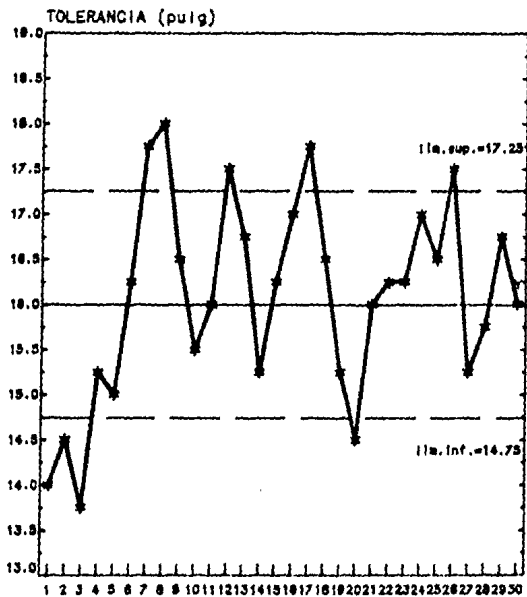
MEDIDA: 20"



MANUAL DE GRAFICAS DE TOLERANCIAS

VALVULAS TIPO COMPUERTA

MEDIDA :
24"



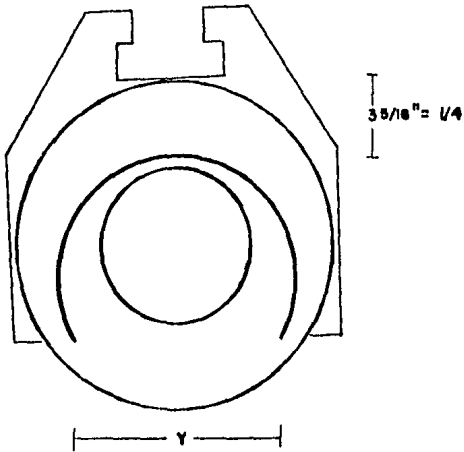
VALVULAS PROBADAS

PROMEDIO \bar{y} = 16.05"

LOCALIZACION DE HUELLA

VALVULAS TIPO COMPUERTA

MEDIDA : 2 4"



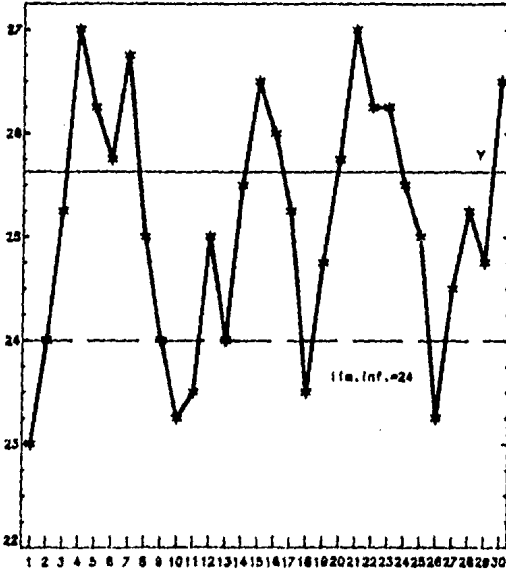
MANUAL DE GRAFICAS DE TOLERANCIAS

VALVULAS TIPO COMPUERTA

MEDIDA :
30"



TOLERANCIA (pulg)



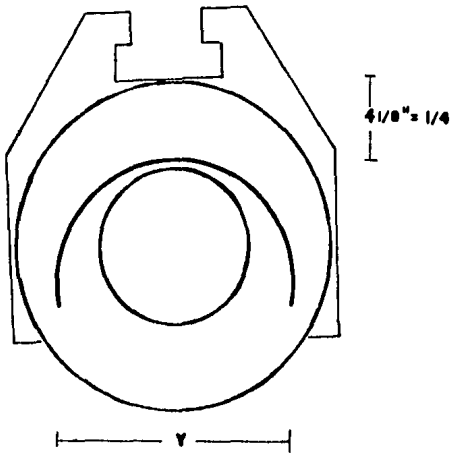
VALVULAS PRBADAS

PROMEDIO $\bar{Y} = 25.64"$

LOCALIZACION DE HUELLA

VALVULAS TIPO COMPUERTA

MEDIDA: 30"



D. PROCEDIMIENTO DE AJUSTE PARA VÁLVULAS DE ACERO TIPO COM-PUERTA.

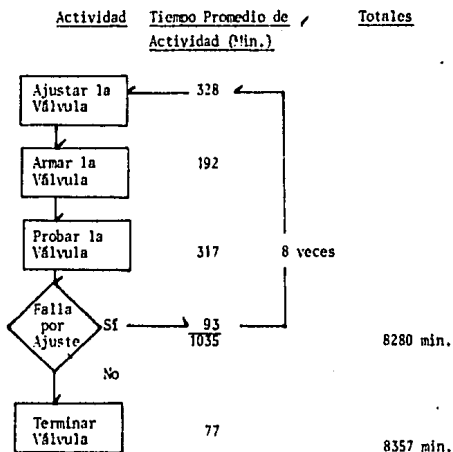
Con la inclusión del manual y el concepto de auto-control, el procedimiento de ajuste para las válvulas queda conformado de la siguiente manera.

D.1 Cursograma analítico del método propuesto.

FIG. VI. D.1

El cambio que se propone del diagrama que se muestra en la Fig. IV. D.1:

Diagrama del método Actual



Tiempo total para tener la seguridad de que se apruebe una válvula de medidas entre 14" y 30".

ACTIVIDAD	Requisitos		Programa		Ejecución	
	M	T	M	T	M	T
OPERACION	7		8		1	
TRANSPORTE	6		6		-	
INSPECCION	2		3		1	
DEMONA	2		2		-	
ALMACEN	2		2		-	
INSTANCIA VIAJADA	56.5		56.5		-	

CURSOGRAMA ANALITICO		
Ajuste de disco al ensamble		
TRABAJO: 14" x 30"		
NOMBRE	EQUIPO	MATERIAL
LUGAR: planta 1 disco		
COMIENZA EN: Recoger disco fundic.		
TERMINA EN: Almacén de embarque		
COMPUESTO POR:		FECHA:

DETALLES DEL METODO (PRESENTE / PROYECTADO)	C O C C M V						OBSERVACIONES
	C	O	C	C	M	V	
1. Recoger disco de fundición y ensamble de cuerpo-anillo.							
2. Llevar el disco al torno que ejecuta el procedimiento de ajuste.						7	
3. Desbastar disco.							
4. Llevar disco a sección de soldadura.						13	
5. Esperar turno en sección de soldadura.							
6. Agregar soldadura requerida al disco.							
7. Regresar disco al torno.						13	
8. Ajustar disco en torno.							
9. Probar disco en ensamble cpo-ani							Debe bajar hasta tapar orificio.
10. Asentar anillos de ensamble							
11. Llevar disco y ensamble cpo-ani a máquina rectificadora.						25	
12. Rectificar disco.							
13. Marcar huella							
14. Comparar huella con manual							Si no cumple las tolerancias repetir desde actividad 11.

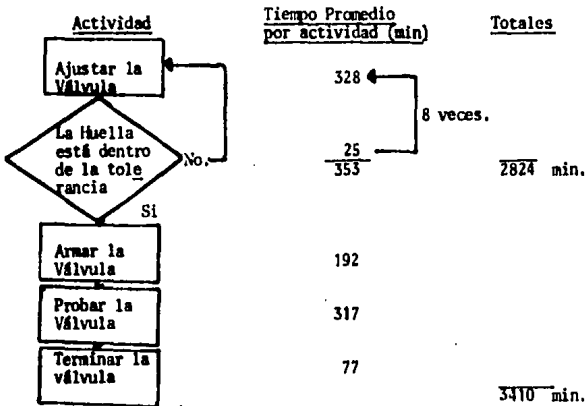
FIG. VI. D.1

DETALLES DEL METODO (PRESENTE PROPUESTO)	O	O	OBSERVACIONES
15. Ensamblar disco en cpo-ani	/	/	
16. Llevar ensamble cpo-ani-dco a sec- ción de prueba.	/	n	
17. Armar válvula	/	/	
18. Probar válvula en prueba hidrostáti- ca.	/	/	
19. Pintar válvula	/	/	
20. Llevar válvula a almacén.	/	n	
21. Válvula lista para embarque.	/	/	

FIG. VI. D.1

Para válvulas grandes, la probabilidad de que la válvula sea aprobada es del 12% (capítulo IV.D. Conclusiones de registrar). Lo que significa que este ciclo se repite para cada válvula por lo menos 8 veces para que la válvula tenga la seguridad de ser aprobada. Con esto, se obtiene un tiempo total para el método actual de 8357 minutos, que comparado con el diagrama del método propuesto. (Fig.VI.D.1):

Diagrama del Método Propuesto



Tiempo total para tener la seguridad de que una válvula salga buena de medidas entre 14" y 30".

En este diagrama existe la misma probabilidad de falla, pero el ciclo que se propone es de menos tiempo, con lo cual el tiempo total para obtener una válvula grande terminada es de 3410 min.

Lo que significa un ahorro en tiempo del 60%.

Por medio del auto-control, el operario observará si la huella está dentro de la tolerancia y el mismo corregirá su error, cuando la huella esté dentro de las tolerancias de las gráficas del manual, la válvula pasará a la siguiente operación [armado].

Si se compara el método actual con el método propuesto, resulta que el propuesto tiene más actividades que el actual, eso es debido a que se agregan dos actividades al cur-sograma analítico.

13. Marcar Huella

14. Comparar huella con Manual

Pero al hacer repetitivo el procedimiento, resulta un ahorro tanto de tiempo total como de esfuerzo de los trabajadores, con lo cual se está quitando la repetición de actividades.

Al reducir el tiempo de operación, la empresa se vuelve más productiva, porque los operarios tienen tiempo para producir más válvulas y se evitan los cuellos de botella que se forman por repetición de actividades.

Se dará el caso en que la válvula se prueba y falle por un incorrecto ajuste, pero la probabilidad de este evento con el manual de huellas se ve reducida un 90%.

D.2. Auto-control

a) Responsabilidades de calidad en la planta.

La planta es el escenario de variadas decisiones que afectan a la calidad. Varias categorías de estas decisiones son tan repetidas que las compañías deben analizar quién va a tomar cuál decisión.

Principales categorías

- Aprobación del proceso: Ensamblar la máquina apropiada, herramienta, instrumento y material y ajustarlo para que el producto resultante sea de acuerdo a la especificación. La decisión debe ser: "El proceso está preparado para producir"
- Aprobación de la continuidad: cuando el proceso ya está andando, es necesario una prueba periódica que compruebe si el producto sigue cumpliendo con las especificaciones.
La decisión debe ser: "El proceso puede continuar o debe pararse".
- Aprobación del producto: Cuando el producto está terminado, existe una necesidad de decidir entre el producto conformado y la especificación.
La decisión debe ser: "El producto cumple con las especificaciones"

A menos que el gerente decida quién va a decidir sobre qué cosa, la gente de la planta (supervisor, operador) deben trabajar entre ellos y ponerse de acuerdo para ver quién decide qué cosa.

b) Concepto de auto-control del operario:

Siempre que el patrón de decisiones esté bajo la responsabilidad del operario, éste podrá sostener la calidad sólo si ha sido puesto en estado de auto-control.

Se dice que el operario está en estado de auto-control sólo si se cumplen los siguientes criterios.

- 1.- Conocimiento de lo que se supone debe hacer.
2. Conocimiento de lo que está haciendo.
3. Los medios para regular lo que está haciendo.

Si estos criterios se cumplen, el operario puede obtener resultados positivos.

Cuando todos los criterios del operador en auto-control con conocidos, los defectos resultantes son controlables por el operador.

CONOCIMIENTO DE LO QUE SE SUPONE DEBE HACERSE

El operario deriva su conocimiento de lo que se supone debe hacer de la variedad de las causas.

Tipos de causas:

1.- Aptitud de uso. La acción que tiene el operario con respecto a las decisiones que debe tomar.

2.- Especificaciones del producto. Deben tomarse algunas precauciones cuando se escogen las especificaciones del producto.

- Proveer de información inequívoca: Algunas veces la especificación es clara, pero pueden existir confusiones en: manuales, órdenes del cliente, estándares, ins

pecciones prácticas, órdenes verbales del capataz.

- Proveer de información importante. Todas las especificaciones contienen múltiples características. La mejor información para el operador es aquella que contiene las características vitales.
- Explicar el por qué. La explicación de los propósitos sirve para agrandar el conocimiento de lo que se "supone debe hacer" y provee de motivación al operario a través del sentimiento resultante de la participación. El entendimiento del "por qué" le agrega interés y vida a las especificaciones inanimadas, haciendo más obvia la clasificación de las características.
- Provisión de estándares. En este punto, existe una orden extensiva de necesidades, especialmente en las características predominantes de la apariencia del producto. Si estos estándares no los provee el gerente o los ingenieros, deben ser fijados por los inspectores y operadores.
- Entrenamiento al operario. Detrás del entrenamiento general están los entrenamientos especiales de trabajos específicos. Por ejemplo, algunas operaciones de soldadura afectan a la seguridad humana. Es una práctica común, requerir que las operaciones vayan con un programa de entrenamiento, incluyendo soldadura de piezas, para calidad del trabajo.

3.- Especificaciones del proceso. Para los casos en que las especificaciones del producto no aparecen sino

hasta las últimas operaciones, el operario debe contar con un criterio para proceso, por ejemplo: la lectura de un manómetro.

CONOCIMIENTO DE "LO QUE ESTA HACIENDO":

Sólo con el conocimiento de lo que hace, el operario puede juzgar si lo que está haciendo es conforme con lo que se supone debe hacer.

1.- Observación personal. Juzgar por medio de los sentidos humanos.

2.- Medidas inherentes al proceso. La información obtenida de la retroalimentación hace que el operario cierre el ciclo de medida inherente al proceso.

3.- Medidas por el operario. En muchos procesos el operario mide para tener la seguridad de "lo que está haciendo". Existen casos en los cuales una sola medida puede dar información suficiente para constituir un adecuado sistema de retroalimentación.

4.- Medidas por el inspector. En este caso, el inspector encargado provee de información al Departamento de Producción.

La retroalimentación juega un papel muy importante en el "conocimiento de lo que está haciendo" pues es una forma de cerrar el ciclo de información y así lograr calidad a menos costo.

MÉTODOS DE RETRO-ALIMENTACION

1.- Por el inspector. El inspector le dice al operario el resultado de sus medidas y que corrija sus errores.

2.- Por el inspector. El inspector corrige el error que existe en la máquina.

3.- Retroalimentación al supervisor. El inspector comunica al supervisor sus medidas y este toma la decisión de cambiar o no la máquina.

4.- Retroalimentación impersonal. Con un pequeño reporte hecho por el inspector.

Para las gráficas de control, la retroalimentación depende de la responsabilidad del operario:

<u>Si la responsabilidad del operario es:</u>	<u>La gráfica debe mostrar datos sobre:</u>
Hacer unidades individuales del producto para medir la especificación del producto.	La medida de la unidad individual del producto, comparando con los límites de la especificación.
Mantener las condiciones del proceso acordes con las especificaciones del proceso.	La medida de las condiciones del proceso comparadas con los límites de las especificaciones del proceso
Hacer promedios y rangos en estadística de control de calidad.	Los promedios y rangos comparados con los límites del control estadístico
Mantener el porcentaje defectivo bajo.	Porcentaje defectivo actual comparado con el anterior.

MÉTODOS PARA REGULAR LO QUE ESTA HACIENDO

El tercer criterio del estado de auto-control es la habilidad para regular. Siempre que el producto o proceso falla no conforme a los estándares, el operador debe estar capacitado para cambiar el proceso en la forma en que él deter-

mine eliminar la no conformancia. Este cambio puede consistir en:

1.- Variando las condiciones tecnológicas del proceso.

2.- Variando el "componente humano"

Por último, ¿Cómo saber si el operario está bajo auto-control?.

- I. ¿El operador sabe qué es supuestamente lo que debe hacer?
 - A. ¿Hay especificaciones o instrucciones que suministren datos para esta operación?
 1. ¿Están escritas? Si están escritas en más de un lugar, ¿son todas de acuerdo?
 2. ¿Si existen defectos visuales ¿son simples estándares?
 - B. ¿El operador tiene acceso a esta información?
 - C. ¿Esta información está referida a la práctica?
 - D. ¿Los operarios entienden la información?
 - E. ¿Son éstas especificaciones especiales que tengan un solo criterio de aceptabilidad?
 - F. ¿Sabe el operario a qué dirigirse para obtener una interpretación oficial en caso de duda?
 - G. ¿Sabe el operador cómo se usa el producto?
 - H. ¿Sabe el operador las consecuencias si falla en las especificaciones?
 - I. ¿El inspector revisa usualmente las especificaciones?
 1. ¿Existen desviaciones raras?
 2. ¿El inspector requiere visto bueno de alguna au-

toridad?

- I. ¿El supervisor revisa las especificaciones de vez en cuando?
- K. ¿El operador recibe cambios de especificación rápido?
- L. ¿El operador sabe qué hacer con el material con defectos?
- M. ¿El operador sabe qué hacer con el producto terminado defectuoso?

II. ¿El operador sabe que está haciendo?

- A. ¿Existen equipos para medir?
 - 1. El equipo muestra cómo hace el proceso para diferenciar medidas correctas de incorrectas?
 - 2. ¿Está el equipo disponible para el operador?
 - 3. ¿Tiene mantenimiento el equipo?
 - 4. ¿Es lo suficiente preciso para dar la misma medida en el mismo producto?
- B. ¿Se le informa al operario con qué frecuencia probar su trabajo?
 - 1. ¿Le está permitido probar?
 - 2. ¿Es tiempo suficiente?
- C. ¿Se le ha dicho al operario cuántas piezas probar?
- D. ¿Se le ha dicho al operario el criterio que debe seguir para corregir el proceso?
- E. ¿Existe alguna prueba independiente en la cual tenga que especificar el tamaño o la frecuencia?

- F. ¿El operario tiene que anotar los resultados de sus pruebas?
- G. ¿Alguien verificó que estas anotaciones sean correctas?
- H. ¿El operador siempre notifica sus rechazos al inspector?
- I. ¿El supervisor tiene un récord de la calidad que produce el operario?
- K. ¿Se le muestra el récord al operador y se discute?

II. ¿El operador puede regular el proceso?

- A. ¿Existe algún rápido ajuste que el operador pueda hacer para eliminar los defectos cuando ocurren?
- B. ¿La capacidad de calidad del proceso está medida?
- C. ¿La capacidad de calidad está de acuerdo con las tolerancias permitidas por las especificaciones?
- D. ¿El operador decide cuándo requiere el proceso corrección?
- E. ¿Sabe qué hacer el operador cuando el criterio de acción está excedido?
 - 1. ¿Bajo qué condición el operario toma acción de corrección?
 - 2. ¿Qué acción?
 - 3. ¿Bajo qué condición el operario busca ayuda?
 - 4. ¿Dá ayuda de quién?
- F. ¿El operador tiene acciones que causen defectos que ya han sido escritos?

G. ¿El operador puede prever defectos que no han sido escritos?

Si estas preguntas se contestan acertadamente, el operador se encuentra en estado de auto-control.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

La historia de la industria nos ha llevado a formar una sociedad que cuando se encuentran fallas o tendencias a la falla en un proceso de fabricación, busca modificaciones para obtener mejores resultados.

Es bien sabido por gente de la industria valvulera que uno de los problemas más graves que se presentan en la fabricación de válvulas de compuerta es el sello que hace el disco con el asiento de la válvula (procedimiento de ajuste), una forma de estandarizar ese procedimiento se propone con el Manual de Tolerancias para el Rectificado (Capítulo VI).

Este trabajo es un caso completamente práctico que puede tomarse como representativo de cómo aplicar la teoría que marcan los libros de métodos a la pequeña y mediana industria en México.

En la mayoría de los estudios es necesario un desembolso de dinero para cumplir los objetivos. En este caso, el único desembolso posible es el costo en el cual se incurre por el salario de la persona que realice el estudio de métodos y los posibles gastos en la obtención del manual.

El método propuesto significa un ahorro para la empresa valvulera que dependiendo de la medida de la válvula llega a ser hasta del 60%.

Al involucrar al operario en el nuevo procedimiento es necesario el análisis del trabajo que desempeña lo que lleva a aplicar conceptos como Calidad de Vida de Trabajo y Sistemas Sociotécnicos (Capítulo V).

La Gerencia juega el papel más importante en la aprobación de la instalación del nuevo método, ya que es la única que puede vencer la resistencia al cambio que normalmente se presenta en la gente.

BIBLIOGRAFIA

- Introducción al Estudio del Trabajo. Ginebra, Suiza. Organización Internacional del Trabajo, 1980.
- La Industria Actual de las Válvulas. México, D.F. Asociación de Válvulas y Conexos, 1982. Ing. Fernando Ponds.
- Válvulas de Acero Fundido. México, D.F. Catálogo de Válvulas Axel-Val S.A. de C.V., 1985.
- Válvulas de Acero Fundido. México, D.F. Seminario de Ingeniería Mecánica-Eléctrica, 1972. Ing. José Luis Candela.
- El Petróleo. México, D.F. Instituto Mexicano del Petróleo, 1972.
- Instructivo de Normas para la Prueba Hidrostática. México, D.F. Síntesis del Estandar AP1598. 1985.
- Quality Handbook. Nueva York. Editorial Mc Graw-Hill, 1979. J. M. Juran.
- Control Estadístico de Calidad. México, D.F. Continental, 1980, 3a. Edición. Eugene L. Grant.

- Síntesis de Control Estadístico de Calidad. México, D.F. American Society of Quality Control Sección Ciudad de México, 1960. Domingo M. López y Enrique L. González.
- Calidad, el Secreto de la Productividad. México, D.F. Editorial Técnica, 1985. Felipe de J. Arrona M.
- Statistical Quality control. E.U. Mc Graw Hill. Magazine of Metal Working Manufacturing, Special Report, 1984.
- Quality Control on Industrial Statistics. E.U. Richard D. Irwin, Inc. 1965. Acheson J. Duncan.
- Ingeniería de Métodos. México. Editorial Limusa-Wiley and Sons, Inc. 1967. Edward V. Virich.
- Especificaciones de Ingeniería. México, D.F. Universal de Válvulas, 1984.
- Industrialización y Humanización Objetivo de México. México, D.F. III Simposium Internacional de Ingeniería Industrial y de Sistemas, 1985.