



95
20j

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE INGENIERIA

**Inspección de Calderas y Recipientes
Sujetos a Presión**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A :

ILDEFONSO TINOCO SOLORIO



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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.



Universidad Nacional
Autónoma de
México

FACULTAD DE INGENIERIA
Exámenes profesionales
Núm.40-
Exp.Núm.40/214.2

Al Pasante señor Ildefonso TINOCO SOLORIO
P r e s e n t e

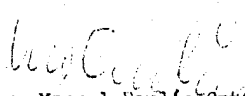
En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el profesor Ing. Daniel Barrios-Morales F., para que lo desarrolle como tesis en su examen profesional de Ingeniero MECANICO ELECTRICISTA.

INSPECCION DE CALDERAS Y RECIPIENTES SUJETOS A PRESION

- I. Introducción
- II. Inspección de Equipo nuevo
- III. Inspección de las Instalaciones y de los equipos en operación.
- IV. Diferentes tipos de pruebas
- V. Ingerencia de las compañías aseguradoras en las inspecciones de equipo sujeto a presión.
- VI. Conclusiones."

Ruego a usted tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar examen profesional; así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares, en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Muy atentamente,
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D.F. 17 de Sepbre. de 1970
EL DIRECTOR


Ing. Manuel Paulín Ortiz


MPO' MJO' bag

I N D I C E

CAPITULO I.- INTRODUCCION	Pags. 1 a 6
CAPITULO II INSPECCION DE EQUIPO NUEVO.	Pag. 7
Inspección durante la fabricación en la planta de manufactura.	Pags. 7 a 10
Inspección del diseño y de los materiales usados en la construcción de las calderas y recipientes sujetos a presión.	Pags. 11y12
Inspección de la materia prima	Pags. 12 a 15
Inspección de los materiales durante la fabricación.	Pag. 15
Curvatura de las placas y soleras.	Pags. 16y17
Biselado y recalcado de las placas.	Pag. 18
Agujeros para remaches y cabezas de remaches.	Pag. 18
Agujeros para los tubos.	Pag. 19
Rolado de tubos ó fluses.	Pags. 19y20
Registros de mano, registros de hombre, y aberturas para lavado.	Pag. 21
Soportes de refuerzo y tirantes.	Pag. 22
Uniones de bridas y soldadura.	Pag. 23
Inspección y control finales.	Pag. 24
CAPITULO III.- INSPECCION DE LAS INSTALACIONES, Y DE LOS EQUIPOS EN OPERACION.	Pag. 25
Características de los cuartos para calderas.	Pags. 26 a 29
Características de las Instalaciones de las calderas, sus accesorios, y equipos auxiliares.	Pags. 29 a 59

Inspección de chimeneas, tanques para combustible, estructuras, - tuberías de vapor, soportes, juntas de expansión, refractarios, valvulas de seguridad, discos de ruptura, indicadores de nivel, - cristales de nivel, valvulas de cierre, manómetros, sistemas de alimentación de agua, tuberías - de descarga, controles automáticos, cámaras de electrodos, flotadores, dispositivos de corte - de combustible.

Pags. 29 a 59

Inspección de los equipos sujetos a presión durante su operación.

Pags. 59 a 85

Personal de operación, frecuencia de las Inspecciones, Inspecciones externas, Inspecciones - internas.

CAPITULO IV.- DIFERENTES TIPOS DE PRUEBAS.

Pag. 86

Pruebas destructivas.

Pags. 87 a 103

Pruebas hidrostáticas.

Pags. 87 a 99

Prueba de martillo.

Pag. 100

Prueba de la válvula de seguridad.

Pags. 100 a 105

Pruebas no destructivas.

Pags. 103 a 120

Pruebas de funcionamiento de -- los tubos de nivel de las calderas.

Pag. 103

Método de prueba por líquido - penetrante.

Pags. 104 a 113

Método de examen por medio de - partículas magnéticas.

Pags. 113 a 119

Método ultrasónico para examen de soldaduras.

Pags. 119 y 120

CAPITULO V.- INGERENCIA DE LAS COM
PANIAS ASEGURADORAS -- Pag. 121
EN LAS INSPECCIONES -
DE EQUIPOS SUJETOS A
PRESION.

Objetivos de practicar las Inspe-- Pags. 121y122
cciones a los equipos sujetos a --
presión.

Coberturas que puede otorgar el se Pags. 123 a 127
guro de calderas y recipientes su--
jetos a presión.

CAPITULO VI.- CONCLUSIONES. Pags. 128 a 130

CAPITULO I

INTRODUCCION .

El propósito del presente trabajo es el dar a conocer los principales métodos o formas de llevar a cabo las Inspecciones de las calderas y recipientes sujetos a presión, con la idea de que pueda ser de utilidad para evitar accidentes ocasionados por la falta de Inspecciones de tales equipos.

Principalmente las calderas son los --- equipos que debido a sus características presentan más riesgos, además de que en la Industria es muy común la existencia de las mismas, siendo normalmente el corazón de las fábricas en que son utilizadas, y de suma importancia en las plantas termoeléctricas.

Sin embargo no es posible olvidarse de las Inspecciones que deben llevarse a cabo -- sobre los recipientes a presión, los cuales -- especialmente en la Industria Química son sumamente variados, y además también pueden ocasionar grandes daños en el caso de que se produzca un accidente en ellos.

Fundamentalmente las Inspecciones practicadas a los equipos sujetos a presión se ba

san en los requisitos marcados por reglamentos gubernamentales tales como el reglamento de Inspección de generadores de vapor y reci pientes sujetos a presión emitido por el departamento del Distrito Federal, y el emitido por la Secretaría de Trabajo y Previsión Social.

Dentro del medio de las Compañías de Seguros adicionalmente se toman en cuenta otras fuentes de información para documentarse en relación a la forma de practicar este tipo de Inspecciones, siendo estas fuen tes de información algunos manuales de Prevención de Pérdidas, los cuales son utilizados en países de alto grado de desarrollo Industrial.

En los E.E.U.U. de Norte América por ejemplo la vigilancia de la aplicación del código de normas para calderas y recipientes sujetos a presión de la "American Society of Mechanical Engineers" (A.S.M.E.) se realiza a través del National Board Inspection Code el-

culd es un organismo que se encarga de verificar que tanto la fabricación, Instalación, así como la operación de las calderas y recipientes sujetos a presión se lleven a cabo conforme a lo estipulado en el código "A.S.M.E.", y en el mismo manual de Inspección del "National Board"

Es interesante hacer mención de esto, ya que en nuestro país se ha constituido un comité de normas para calderas y recipientes sujetos a presión, el cual ha tenido como base los lineamientos marcados por el código "A.S.M.E."

Para explicar esto me referiré a continuación al origen del mencionado comité.

En el transcurso del año de 1964, se efectuaron en la "Asociación Mexicana de Ingenieros Mecánicos y Electricistas", una serie de reuniones a invitación del comité de calderas y recipientes sujetos a presión del "A.S.M.E." (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos) para lograr una posible adopción en México de su código de calderas, el cual representa más de 70 años de experiencia en ese campo, consecuentemente se formó un grupo para el estudio de nor-

mas para calderas y recipientes sujetos a presión, que estableció las bases para la formación del actual comité de normas.

Este organismo fue creado por iniciativa de la "Asociación Mexicana de Ingenieros Mecánicos y Electricistas", apoyado por el colegio de Ingenieros Mecánicos Electricistas y bajo los auspicios de la American Society of Mechanical Engineers (A.S.M.E.), a través de su comité de calderas y recipientes a presión, teniendo por objeto traducir e interpretar el código (A.S.M.E.), promover su adopción por parte de los organismos oficiales y fabricantes de nuestro país. así como el otorgamiento de sello y certificados de construcción A.M.I.M.E.-A.S.M.E. y la formación de un consejo nacional de peritos en calderas y recipientes sujetos a presión.

Por espacio de tres años este grupo se dedicó a la tarea de organizar el actual comité de normas en forma muy similar al del grupo (A.S.M.E.) así como difundir entre la Industria y organismos oficiales el trabajo que se realiza, por lo que en el año de 1966 fue nombrado "Comité consulti-

vo de la Secretaría de Industria y Comercio, - Consultor en la Secretaría de Trabajo y Previsión Social en la revisión y actualización de su reglamento de calderas y recipientes a presión y en el Departamento del Distrito Federal para la elaboración de un reglamento similar.

El 4 de Agosto de 1967, el A.S.M.E., concedió a la A.M.I.M.E. el derecho de traducir y publicar el código A.S.M.E. para calderas y recipientes a presión, transformarlo al Sistema Métrico Decimal, y distribuirlo, coincidiendo la firma de este convenio con la primera edición en Español de una de las secciones del código (A.S.M.E.), siendo esta la sección VII denominada "Reglas sugeridas para el cuidado de las calderas de Potencia" edición realizada por La Comisión Federal de Electricidad.

Este trabajo que ha venido realizando el comité de normas para calderas y recipientes a presión desde el punto de vista del código A.S.M.E., ha permitido facilitar la interpretación y aplicación del mismo.

En nuestro país, la gran mayoría de fabri

cantes de equipos sujetos a presión, utiliza como su mejor guía, las normas del código -- A.S.M.E., sin embargo la fabricación, Instalación y operación, están estrictamente de acuerdo tanto con el código A.S.M.E., como con el National Board, adaptados a nuestras necesidades.

He querido mencionar todo lo antes expuesto, ya que considero es de gran interés el conocimiento de los trabajos que realiza este organismo, además por estar íntimamente ligado con los trabajos de las "INSPECCIONES DE CALDERAS Y RECIPIENTES SUJETOS A PRESIÓN", - objeto del presente trabajo.

CAPITULO II

INSPECCION DE EQUIPO

NUEVO

La Inspección de preferencia deberá llevarse a cabo desde la construcción de las calderas y recipientes sujetos a presión, debiendo -- averiguarse a los requisitos marcados en el código correspondiente, lo cual estará garantizado por el estampado del sello o certificado de autorización.

Para poder obtener el sello o certificado de autorización de un equipo sujeto a presión de los antes mencionados, deberá estar controlada su construcción por un Inspector Autorizado, quien practicará tres visitas para seguir el curso de la fabricación de la caldera o recipiente sujeto a presión en la forma siguiente:

"PRIMERA VISITA"

El Inspector tiene que comprobar que la fábrica o el taller estén autorizados para construir calderas u/o recipientes sujetos a presión por la autoridad que corresponda.

Además deberá examinar los diseños de los equipos propuestos, a fin de comprobar que están dentro de los reglamentos del código.

digo de fabricación correspondiente.

Así mismo revisará los materiales que se utilizan en la construcción.

" SEGUNDA VISITA "

El Inspector debe cerciorarse que todos los soldadores sean obreros calificados. En esta visita también revisará cuidadosamente los métodos de remachado y soldadura, la preparación de los bordes recalcados, la barrenación de agujeros, para remaches y tubos en el caso de las calderas, y en general el ensamble de los equipos sujetos a presión.

" TERCERA VISITA "

En esta última visita se deberán supervisar las pruebas hidrostáticas, además se deberá hacer un examen final de la mano de obra en general. Si se juzga que el acabado final del equipo es satisfactorio y que está de acuerdo con los requisitos del código correspondiente, se procederá a sellarlo certificando las formas de datos del fabricante.

Una vez hecho esto los equipos desde el

punto de vista de construcción, han pasado - ya la primera "Inspección Autorizada" concerniente a su construcción.

En vista de que Esta Inspección solamente puede efectuarse correctamente en el caso de existir los requisitos de códigos que orienten al "Inspector Autorizado", junto con - los planos detallados, que muestren la preparación de las diferentes secciones, su forma y el sistema de ensamble, será sumamente difícil para un Inspector revisar todos los detalles de cada pieza que forme parte de cada caldera o recipiente a presión, por lo tanto la revisión se concretará a un método de revisión por muestreo, complementando esta revisión, con Inspecciones de los que de acuerdo con lo observado, puedan dar lugar a sospechas de que las condiciones del código no se están cumpliendo debidamente.

En opinión del Inspector, no debe quedar duda alguna, de que la caldera o recipiente sujeto a presión, llena los requisitos de las especificaciones aplicables del códi-

go de construcción correspondiente.

En el caso de que la caldera o el recipiente a presión tenga que construirse total o parcialmente en el lugar de la Instalación la Inspección debe comprender ambas cosas, es decir tanto la sección que se construye en la fábrica o taller, como la que se construye en el sitio del montaje.

Sin importar la magnitud de la Inspección y de las pruebas efectuadas en la fábrica o talleres, el equipo una vez terminado su montaje, tiene que ser sometido a Inspecciones y pruebas en la obra misma.

La terminación de una nueva unidad en la obra, es considerada solamente como un trabajo de fábrica o taller transferido, en donde rigen los mismos principios de trabajo.

"INSPECCION DEL DISEÑO Y LOS MATERIALES USADOS EN LA CONSTRUCCION DE LAS CALDERAS Y RECIPIENTES SUJETOS A PRESION"

El Inspector Autorizado tiene que estudiar el diseño anticipadamente, en especial lo relativo a las cargas a que van a estar sujetas las numerosas partes de la unidad.

También estudiará los detalles de construcción de obra, en relación con el diseño especialmente las medidas tomadas para la construcción a base de soldadura. Así mismo deben considerarse los materiales que se utilizan en la estructura, tales como las aleaciones de acero, y los metales no ferrosos que necesitan un tratamiento especial para que las soldaduras sean satisfactorias.

Todos los detalles de los problemas relacionados con la soldadura y de los correspondientes materiales, se examinarán antes de iniciar la fabricación.

También se deberán analizar las propiedades químicas y físicas del acero, tal como se indican en los datos de las pruebas -

realizadas por laminadoras, para cerciorarse de que satisfacen los requisitos de los códigos.

Después de esto, se deberán comparar los números de las guías de la compañía laminadora reportados con los números de las placas. Si las marcas de identificación han sido borradas o las placas cortadas en dos o más partes, se deberá obliar al fabricante a la restauración o transferencia correcta de dichas marcas.

Todo el material utilizado se deberá calibrar o medir para determinar si los calibres coinciden con los especificados por el código, tomando las medidas pertinentes en caso de variaciones. Con objeto de que los estándares se mantengan de acuerdo a los asignados para los materiales, se efectuarán las pruebas de laboratorio físicas y químicas procedentes, en el lugar de manufactura.

PLACAS.- Todas las placas se examinarán para localizar defectos superficiales, tales como costras de escoria, depresiones superficiales, siempre y cuando estas no excedan el límite de 101 mm. (4 pulg.) en su longitud, o

si la depresión es menor del 5% del grueso - de la placa más más que los lugares maquinados para la colocación de los tubos y de los remaches. Las placas "hojeadas" deberán ser rechazadas. Cuando sea posible la Inspección debe realizarse antes de ser empleado el material. Se permitirá una tolerancia de 0.25-mm. (0.010 pulg.) menos en el espesor prescrito del material.

A continuación se muestra una tabla de espesores mínimos permitidos para las placas según el código A.S.M.E.

ESPESOR MINIMO PERMITIDO DE LAS PLACAS

CALDERAS PARA GENERACION DE FUERZA			CALDERAS PARA CALEFACCION.	
ESPESOR MÍNIMO EN PULGADAS.	PLACA PARA EL CUERPO Ó DOMO DIÁM. EN PULGS.	ESPEJO DIÁMETRO EN PULGADAS.	PLACA PARA EL CASCO Ó PARA OTRA SECCIÓN DIÁM. EN PULGS.	ESPEJO Ó CABEZAL DIÁMETRO EN PULGADAS.
1/4	36 Ó MENOS		42 Ó MENOS	
5/16	DE 36 A 54		DE 42 A 60	42 Ó MENOS
3/8	DE 54 A 72	42 Ó MENOS	DE 60 A 78	DE 42 A 60
7/16		DE 42 A 54	MÁS DE 78	DE 60 A 78
1/2	MÁS DE 72	DE 54 A 72		MÁS DE 78
9/16		MÁS DE 72		

TUBOS.- Los tubos deberán examinarse buscando defectos de superficie o diferencias en el espesor de sus paredes. Los tubos deberán estar hasta donde sea practicamente posible, libres de depresiones ocasionadas por costras de escoria, así como de rayones ó golpes mecánicos.

PIEZAS DE FUNDICIÓN.- Se deberá efectuar un exámen para cercionarse de que las piezas de fundición estan libres de defectos importantes que han sido recocidas, " de que el espesor de sus paredes no sea más delgado de lo que se ha calculado en el diseño.

OTROS COMPONENTES.- Los remaches, varillas de acero, espaciadores, tirantes " demás componentes similares se Inspeccionan en el caso de que presentaran defectos peligrosos.

INSPECCION DURANTE LA FABRICACION

Durante el proceso de manufactura de la caldera ó recipiente a presión, el material tiene que Inspeccionarse, cerciorandose de que no tiene agrietamientos detectables a simple vista, burbujas ó poros de fundición, oquedades ó algunos otros defectos que se puedan presentar durante -

la fabricación y tampoco debe estar excesivamente marcado por el martillo.

Si los defectos son de tal magnitud que afecten su resistencia en forma notable, la caldera ó recipiente sujeto a presión serán rechazados.

CURVATURA Y AJUSTE DE LAS PLACAS Y SOLERAS.

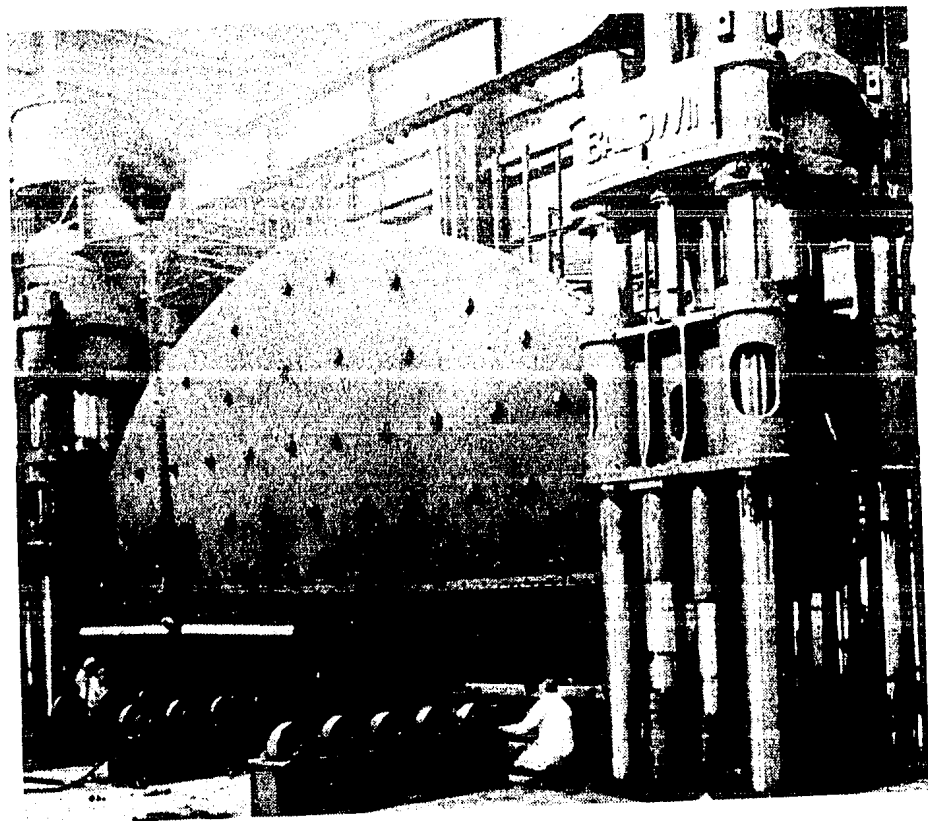
Las soleras cubrejuntas y los bordes de las placas del casco que forman juntas longitudinales, son roladas o conformadas para darles la curvatura correcta. Las formas cilíndricas son roladas ó conformadas hasta formar un círculo tan perfecto como sea posible.

El espacio entre los bordes de la placa una vez rolada y unida mediante pernos no debe exceder de 6 mm. [1/4 pulg.] para su unión mediante una solera cubrejunta remachada. La distancia entre los bordes y la forma de la ranura no deben exceder los límites establecidos para el procedimiento, ni las restricciones que corresponden a la calidad del obreo calificado.

La circunferencia interior de un anillo exterior no debe exceder a la circunferencia -

exterior del anillo interior correspondiente en más de 6 mm. (1/4 pulg.) midiéndose estas -- circunferencias antes de unir las mediante -- pernos.

Una vez que las placas o formas han sido conformadas propiamente, la junta provisional que precede a la soldadura, se revisa para -- cerciorarse de que los bordes están a tope, o tienen el ajuste correcto, sosteniéndose en -- su posición mediante puntos de soldadura o -- por otro medio cualquiera. Al armar secciones de cascos, tapas u otras partes, para soldar las juntas circunferenciales o de otra índole, deben comprobarse cuidadosamente en su alineamiento para evitar una unión inapropiada que pueda ocasionar posteriormente reparaciones tardadas y costosas, con la consiguiente demora en la -- terminación.



Prensa dobladora de 8 000 toneladas, dando forma a la placa de una caldera.

BISELADO Y RECALCADO DE LAS PLACAS.

Cuando las perforaciones para los remaches, los tubos o fluses son punzonadas se deben inspeccionar antes y después de ser rimadas, para determinar si han sido maquinadas correctamente. En el caso de que los agujeros no hayan sido punzonados, sino barrenados, partiendo del metal sólido, se comprobará su tamaño antes y después de rimarlos, deberán ser removidas todas las esquilas y rebabas, rematando los filos de los cantos.

AGUJEROS PARA REMACHES.

El diámetro máximo del barrenado terminado no debe exceder al diámetro del remache frío en más de $1/16$ pulg. (1.6 mm.). Para remaches hasta de $7/8$ pulg. (22 mm) de diámetro, es preferible limitar el barrenado a un tamaño de $1/32$ pulg. (0.8 mm.) más grande que el diámetro del remache frío.

CABEZAS DE LOS REMACHES.

El remache debe ser lo suficientemente largo, para rellenar el hueco del barrenado por completo. Debe meterse en tal forma que proporcione una cabeza completa de remache,

la cudad debe tener la forma prescrita por el código, sin que los dados del martillo causen depresiones excesivas en la placa.

Ninguna cabeza de remache puede tener -- una excentricidad mayor del 20% del diámetro del perno del remache frito.

AGUJEROS PARA LOS TUBOS

El diámetro inicial de los barrenos terminados para los tubos, no debe exceder del diámetro nominal del tubo en más de $1/32$ de pulg. (0.8 mm.) para el lado del fuego de una caldera Igneotubular, $1/16$ de pulg. (1.6 mm.) en el lado opuesto y $1/32$ de pulg. (0.8 mm.) en las calderas Acuotubulares.

En caso de que se utilicen castillos -- deberá tomarse en cuenta el grueso de su pared para la barrenación de los agujeros.

ROLADO DE TUBOS O FLUSES

Una vez que se han colocado los tubos -- se Inspeccionan para un rolado o expansión correcta, así como para un rolado o expansión de acuerdo a código y para abocinarlos, rebordarlos o soldarlos. En el caso de contar con

personal inexperto, generalmente el rolado es suficiente, si los tubos son accesibles pero si es difícil alcanzar el extremo del tubo para observar el avance del rolado, los tubos resultan con frecuencia insuficientemente rolados.

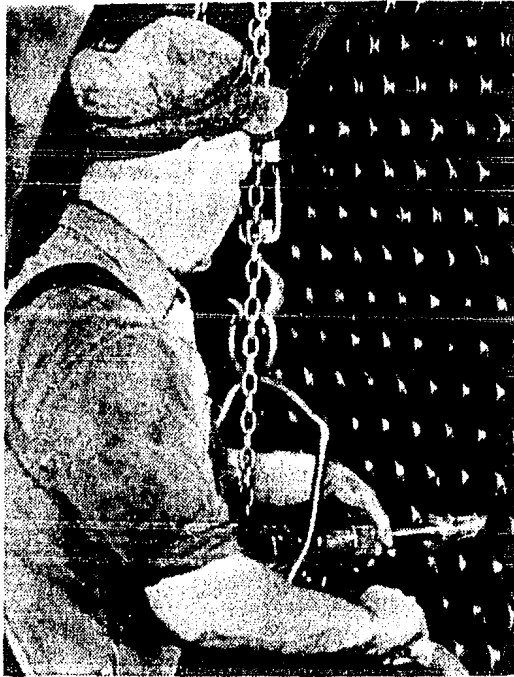
REGISTROS DE MANO, REGISTROS DE HOMBRE Y ABERTURA PARA EL LAVADO.

El número y localización de los registros de mano y de hombre, así como las aberturas para el lavado, deben estar de acuerdo con el dódigo.

En el caso de que tales aberturas deban usarse para la remoción de tubos, deben coincidir con los barrenos de los tubos de tal manera, que éstos últimos puedan retirarse y volverse a colocar sin dañarse ni dañar a los barrenos. Las aberturas dotadas de bridas, así como las bridas para puertas, deben ser calentadas debidamente y presentadas antes de proceder a barrenar los agujeros para los remaches, o soldar los bordes.

ACCESORIOS.

La columna de agua, valvulas de seguridad, conexiones de purga, así como otros accesorios, deben ser del tamaño adecuado y -



Rolado y abocinado de fluses, mediante un expansor neumático para tubos.

colocados en el lugar correcto. Todas las orejas, mensulas, toberas, y otros aditamentos, - deben tener un ajuste cerrado y adaptarse a - la curvatura del casco ó superficie sobre la que se colocan.

SOPORTES DE REFUERZO Y TIRANTES

Los tirantes ó barras de soporte diagonales que van remachados, tienen que calentarse debidamente y ajustarse. Todos los tirantes y barras de refuerzo deben tener la tensión correcta y homogénea. Los barrotes de la bóveda superior o cielo se colocarán sobre asientos planos, debiendo quedar firmemente asentados sobre sus elementos de carga, todas las superficies de carga planas deben ser rectas y sostenidas en su lugar hasta que se coloquen los tirantes.

Las cuerdas de los pernos de refuerzo y los barrenos roscados deben tener los hilos - limpiamente cortados y embonar lo más justamente posible. Los extremos de los tirantes - deben sobresalir de las placas lo suficiente para ser remachados limpiamente. Los pernos - cuyo material presente rajaduras, o sea que-

bradizo serán rechazados.

UNIONES DE BRIDAS.

El inspector tendrá que revisar las secciones unidas por medio de bridas, para localizar posibles rajaduras, ocasionadas por la colocación u apriete de las bridas, así como por golpes de martillo, secciones resuemadas, marcas profundas de herramientas u otros defectos o daños que presenten las superficies; se revisan los platos de las bridas, comprobando su grueso y la exactitud de su forma.

SOLDADURA.

El Inspector deberá.

- 1.- Revisar los procedimientos de los soldados res su calidad como obreros.
- 2.- Examinar los cordones de soldadura.
- 3.- Examinar la técnica de soldadura que se aplica.
- 4.- Supervisar el alivio de tensiones de las partes soldadas.
- 5.- Evaluar la calidad de la soldadura, sometiendo a pruebas normales.

INSPECCION Y CONTROL FINALES.

Después de la prueba hidrostática la caldera deberá vaciarse, limpiándose las costras de escorias y los sedimentos, terminando esto se procede a la inspección final interior y exteriormente, así como al control del alineamiento, circularidad y medidas generales.

La caldera debe nivelarse, tomándose las medidas exactas, especialmente para los domos de equiso interno.

C A P I T U L O I I I

INSPECCION DE LAS INSTALACIONES Y DE LOS

EQUIPOS EN OPERACION

Considerando la importancia que presenta des de el punto de vista seguridad, el llevar a cabo una Instalación adecuada de un equipo su jeto a presión, así como que la operación del mismo represente una garantía para la seguridad, en este capítulo inicialmente se hará -- hincapié en los requisitos que deberán observarse en una Instalación, y posteriormente se indicarán los puntos que deberán tomarse en cuenta para saber si el equipo es operado ó no dentro de ciertas normas de seguridad.

En general las Instalaciones correspondientes a las calderas, son más completas y complicadas, por lo cual se dará mayor énfasis a tales Instalaciones, ya que en el caso de los recipientes sujetos a presión dependiendo de su función podrán localizarse instalados en diferentes formas, sin embargo las Instalaciones para las calderas podrán ser la base para establecer una guía en la Inspección de los recipientes sujetos a presión, y sus equipos complementarios.

Tomando en cuenta las consideraciones anteriores, enseguida menciono los puntos -- que considero básicos para realizar una Inspección adecuada en una caldera. Primeramente nos referiremos a la Instalación propiamente dicha, y en segundo lugar en lo referente a su operación.

III A .- INSPECCION DE LAS INSTALACIONES.

Las calderas deberán estar colocadas en un espacio destinado a ellas, el cuál no podrá ser usado para otro fin y deberá satisfacer las condiciones siguientes:

Ia.) Las paredes, techos y pisos deberán ser construidos con materiales incombustibles.

Ib.) De preferencia alguno de los muros deberá ser de celosía, ó algún material ligero - ó bien los techos construidos con material ligero, de tal manera que en el caso de producirse una explosión la energía disipada - pueda encausarse hacia algún lugar en que - los daños consecuenciales sean mínimos.

1c.) Deberá existir un espacio mínimo tal que, la distancia entre el techo y la parte superior de la caldera permita efectuar sin molestias, reparaciones, inspecciones, ajustes y pruebas, pero en ningún caso será menor de un metro.

1d.) Las calderas deberán estar situadas a una distancia conveniente de los muros adyacentes siendo tal que permita efectuar sin ninguna dificultad de espacio las reparaciones que pudieran llevarse a cabo en un momento dado. Esta distancia no deberá ser menor de un metro, sin embargo pueden exceptuarse de este requisito las calderas cuya superficie de calefacción sea menor de dos metros cuadrados.

1e.) Deberán contar con suficientes escaleras y plataformas para inspección, operación y mantenimiento de las calderas y sus accesorios, cuando así se requiera.

1f.) Todos los locales destinados a calderas, deberán contar con un número suficiente de salidas que permitan la rápida evacuación de los mismos en todo momento. Esta misma condición se

rá exigible en los casos en que existan túneles para los conductos de vapor y otros sitios en donde haya peligro de que los trabajadores queden atrapados.

1g.) Deberá contarse con buena iluminación y ventilación en todo momento en el local de calderas y disponer además de una fuente adicional de iluminación para casos de emergencia.

1h.) Deberán colocarse en lugares apropiados - uno o más extinguidores contra incendio, y un mínimo de dos cubetas con arena, dependiendo - esto de la capacidad de las calderas instaladas, y del combustible empleado por ellas.

1i.) Cuando se trate de calderas a intemperie deberán estar protegidas con una cubierta adecuada para evitar que el agua de la lluvia - entre en contacto con las partes a presión, - refractario y aislamiento.

Los techos tendrán alguna pendiente: las bridas de la cubierta y las viguetas de amarre

horizontales deberán tener agujeros de drenaje - además deberán apegarse a lo enunciado en los - puntos siguientes:

1j.) El aislamiento deberá protegerse con una - cubierta delgada de metal o con pintura a prue- ba de agua.

1k.) Deberán proveerse refugios para los traba- jadores, además se recomienda protecciones o so - techados para almacenar carbón, equipo de encen - dido, accesorios varios, instrumentos y contro- les, y además auxiliares de la caldera que nece - siten atención.

1l.) Cuando no exista sotechado, los accesorios como válvulas de seguridad, cristales de nivel- de agua, sopladores de hollín retráctiles y las cabezas de los rotativos, deberán protegerse in - dividualmente contra los cambios bruscos de tem - peratura y la intemperie, con cubiertas de lámi - na.

1m.) Las tuberías de los manómetros, drenajes - de los cristales de nivel, columnas de agua y - líneas de purgas, deberán protegerse del conge - lamiento por medio de resistencias eléctricas. 6 venas de vapor dentro del aislamiento o insta-

landolas convenientemente en el propio aislamiento de la caldera.

1n.) Los cristales de nivel deben verse desde el área de operación. Si se necesitan espejos en algunos puntos, debe preverse acceso a ellos para su limpieza y conservación.

1o.- La succión de los ventiladores de tiro forzado debe protegerse contra la lluvia mediante cubiertas apropiadas.

2o.- Las chimeneas o los ductos de salida de los gases de la combustión deberán instalarse en tal forma que llenen las condiciones necesarias de estabilidad y además eviten que los productos resultantes de la combustión, originen perjuicios a terceros.

3o.- Los tanques generales de almacenamiento de combustible en ningún caso podrán ser instalados dentro del local destinado a las calderas. En caso de ser necesario usar "tanques auxiliares" de combustible dentro del espacio destinado a las calderas, deberán ser cerrados y su tubería de ventilación deberá descargar a algún espacio libre ventilado.

4o.- La cimentación de una caldera o un reci-

piente a presión deberá estar dimensionada de acuerdo con las condiciones del terreno y calculada para soportar las cargas que -- actuarán sobre ella, sin que ocurran asentamientos o deformaciones apreciables.

50.- Las estructuras deberán ser construídas para soportar los esfuerzos transmitidos a ellas por cargas o expansiones de la caldera o recipiente sujeto a presión.

60.- La estructura que soporte a la caldera o recipiente a presión expuesta a alta temperatura, deberá protegerse a fin de que no sea afectada por el calor, aislandolas o dejando claros ventilados. El acero no debe ser expuesto a temperaturas mayores de 315°C (600°F); y el concreto a no más de 204°C --- (400°F).

70.- Las estructuras de acero que soporten calderas o recipientes a presión deberán protegerse cuidadosamente contra goteras, fugas de vapor u otro fluido, además deberán mantenerse pintadas con pintura anticorrosiva.

Las columnas deberán recubrirse en sus bases con concreto hasta una altura de-----

30 cms. sobre el nivel del piso, cuando están expuestas a corrosión, siendo de cuando menos 5 cms. el espesor del recubrimiento.

80.- Las tuberías de vapor en general deberán contar con soportes y juntas o curvas de expansión ó estar instaladas de manera que se les permitan movimientos originados por su expansión, debiendo además estar aisladas térmicamente.

8a.) Los soportes de las tuberías no deben unirse a estructuras cuyo alineamiento pueda verse seriamente afectado por deflexiones causadas por cambios de carga.

8b.) Las tuberías localizadas sobre miembros estructurales horizontales deberán colocarse sobre rodillos u otros mecanismos que permitan movimientos, y dispuestos con juntas o curvas de expansión para disminuir esfuerzos en la tubería misma ó en los soportes.

8c.) Las tuberías colgadas de estructuras horizontales deberán contar con soportes y juntas o curvas de expansión para permitir movimientos horizontales de la tubería bajo cualquier

condición.

8d.) Cuando se usen juntas de expansión deberán hacerse arreglos adecuados para resistir esfuerzos axiales en las tubertas producidas por la presión interna.

9^e. - Los tabiques refractarios deberán instalarse de tal manera que las partes a presión puedan dilatarse o contraerse sin ninguna restricción.

9a.) La colocación del refractario suspendido deberá efectuarse de manera que la carga quede uniformemente distribuida en todos los puntos de suspensión.

9b.) Los soportes para refractario suspendido deberán diseñarse con resistencia y rigidez suficiente para eliminar cualesquier esfuerzos sobre los tabiques. Todos los refractarios y soportes deberán estar instalados estrictamente de acuerdo con las recomendaciones e instrucciones de los diseñadores.

10o.) Toda caldera deberá tener por lo menos una válvula de seguridad si su superficie de calefacción generadora de vapor es menor de 50 metros cuadrados o si su capacidad evaporativa no

excede de mil kilogramos de vapor por hora. -
 En caso de exceder estas cantidades, deberá tener dos o más valvulas de seguridad.

La instalación de las valvulas de seguridad en las calderas deberá llevar los requisitos siguientes:

10a.) Las valvulas de seguridad deberán conectarse a las calderas independientemente de cualquier otra conexión de vapor y tan cerca de ella como sea posible, no debiendo instalar accesorios innecesarios que limiten el flujo de vapor.

10b.) No deberán existir valvulas de cualquier tipo entre las valvulas de seguridad y la caldera, así como en los tubos de descarga de estas a la atmósfera.

10c.) Cuando se usen tubos de descarga, éstos deberán tener un área no menor que la de la válvula de seguridad correspondiente y estar instaladas en forma tal que no ejerzan esfuerzo alguno sobre la válvula misma; y además no permita la acumulación de agua en ella.

10d.) La descarga de la o las valvulas de

seguridad deberá hacerse siempre, fuera de las plataformas o pasillos de circulación.

10e.) Toda válvula de seguridad estará provista de una palanca o de un dispositivo que permita accionarla a fin de comprobar su libre funcionamiento.

10f.) Si se usa un dispositivo silenciador en la válvula de seguridad, el área de salida del mismo deberá ser suficientemente amplia para evitar que entorpezca el funcionamiento de la válvula.

10g.) La capacidad de descarga de la o las válvulas de seguridad de una caldera, deberá ser tal, que descarguen todo el vapor que pueda ser generado sin permitir que la presión se eleve más de 6% arriba de la presión más alta a la que cualesquiera de las válvulas haya sido calibrada y en ningún caso arriba de 6% de la presión máxima permisible de trabajo de la caldera.

10h.) Cuando existan una o más válvulas de seguridad en una caldera, deberán ajustarse a 6% abajo de la presión máxima permisible de trabajo. Las siguientes válvulas pueden ajustarse -

dentro de un margen de 3% sobre la presión máxima permisible de trabajo, pero el margen de ajuste de todas las valvulas deberá quedar -- comprendido dentro de un rango que no exceda del 10% de la de mayor regulación.

10i.) En todo sobrecalentador deberá existir una o varias valvulas de seguridad cerca de la salida.

Si el cabezal de salida del sobrecalentador permite el libre y completo paso de vapor de un extremo a otro, y está construido de manera que el vapor se le suministre en toda su longitud, las valvulas de seguridad podrán -- instalarse en cualquier lugar del cabezal.

10j.) La capacidad de descarga de la o las -- valvulas de seguridad del sobrecalentador podrá ser considerada dentro de la capacidad total de descarga requerida por la caldera; siempre y cuando no haya valvulas intermedias -- que interrumpen el flujo de vapor de la caldera a la o las valvulas de seguridad del sobrecalentador.

Considerando además que la capacidad de descar

ga de la 6 las valvulas de seguridad de la caldera, aparte de las del sobrecalentador, sea por lo menos de 75% de la capacidad total requerida para todas las valvulas.

10k.) En todo recalentador deberá existir una o más valvulas de seguridad, de tal manera -- que la capacidad total de descarga sea por lo menos igual al flujo máximo de vapor para el cual fue diseñado el recalentador.

10l.) En sistemas intercomunicados de presiones diferentes, los cabezales de baja presión y -- sus ramales deben estar protegidos por valvulas de seguridad cuya capacidad combinada sea equivalente a la cantidad total de vapor que pueda pasar del sistema de alta presión al de baja presión. En la determinación de la cantidad total de vapor que pueda pasar de un sistema a otro, los cálculos se harán tomando como base la presión de escape de las valvulas de seguridad en los dos sistemas.

10m.) Todos los recipientes sujetos a presión -- no expuestos al fuego, deberán protegerse con dispositivos de alivio de presión: que no podrán

ser valvulas de seguridad, valvulas de alivio o discos de ruptura, todos ellos contruidos de materiales apropiados para resistir presión, temperatura, corrosión y condiciones especiales del servicio a que se destinen. No deberán usarse asientos de hierro fundido.

Los dispositivos para alivio de la presión deberán evitar que ésta se eleve más de 10% de la presión máxima permisible de trabajo.

En algunos casos un solo dispositivo de alivio de presión podrá usarse pero de tal manera que satisfaga los requisitos de seguridad exigidos.

10n.) Los dispositivos de alivio de presión, deberán construirse, localizarse e instalarse en tal forma que sean fácilmente accesibles para su inspección y reparación.

10o.) Se podrán usar discos de ruptura en vez de valvulas de seguridad o de alivio, en recipientes que contengan sustancias o gases nocivos que contaminen la atmosfera o puedan dañar a las valvulas mencionadas, provocando su inoperación siempre y cuando la descarga se haga al exterior.

10p.) Las valvulas de seguridad o alivio deberán ser del tipo de compresión directa por resorte y estar provistas de un dispositivo elevador para que el disco de cierre pueda levantarse manualmente de su asiento cuando la presión en el recipiente alcance el 75% de la presión regulada.

11q.- Con objeto de verificar los indicadores de nivel instalados en las calderas a continuación mencionamos los requisitos que deberán cumplir tales dispositivos.

11a.) Se considerará como nivel mínimo aquél en que no haya peligro de recalentamiento en cualquiera de las partes de una caldera, cuando sea operada a dicho nivel.

11b.) Toda caldera deberá tener por lo menos un crystal indicador de nivel de agua, excepto las calderas que trabajen a presión mayor de ----- 28kg/cm.2. las cuales tendrán dos cristales de nivel.

11c.) Los cristales de nivel pueden estar directamente conectados a la caldera o a una columna de agua.

11d.) Las conexiones del crystal de nivel y la tubería correspondiente no serán de diámetro no-

minal interior menor de 12.5 mms.

11e.) Los cristales de nivel podrán estar dotados de protección adecuada para evitar que al romperse estando en servicio puedan lesionar a las personas que se encuentren cerca.

11f.) Los cristales de nivel deberán estar provistos de valvulas ó grifos de purga con conexiones apropiadas para que descarguen al drenaje.

11g.) Se podrán usar en los indicadores de nivel valvulas ó dispositivos automáticos que cierran en el momento en que el cristal de nivel por cualquier causa se rompiera.

11h.) Los cristales de nivel deberán estar colocados e iluminados de tal manera, que el nivel del líquido sea fácilmente visible desde los lugares normales de operación.

Cuando la altura y configuración de la caldera hagan difícil la observación directa del nivel, podrán usarse espejos para reflejar la imagen, hasta un lugar conveniente; circuitos cerrados de televisión y otros medios de transmisión de la indicación a distancia también podrán usarse.

11i.) En las calderas Igneotubulares horizontales, la indicación más baja del cristal de nivel, permitirá que haya por lo menos una altura de 7.5 cms, de agua arriba del punto más alto de los tubos o placas que pudieran dañarse por sobrecalentamiento.

11j.) Todos los cristales de nivel deberán estar provistos de válvulas de cierre en ambos extremos de tal tipo, que no permitan la acumulación de sedimentos o depósitos que puedan -- obstruirlos.

No se deberán usar para este propósito -- válvulas de globo de tipo común.

11k.) Cuando se utilicen válvulas de cierre en las tuberías de conexión entre la caldera y la columna de agua, dichas válvulas deberán tener las características siguientes:

1.- Ser de material adecuado para las condiciones de presión y temperatura de trabajo de la caldera.

2.- Ser de diseño apropiado que evite cualquier obstrucción en ella.

3.- Tener una indicación fácilmente visible de su posición de abierta.

4.- Disponer de un mecanismo para fijarla en su posición de abierta.

11l.) Todas las calderas deberán tener tres o más grifos de prueba o comprobación de nivel de agua, colocados a niveles comprendidos entre -- los extremos visibles del cristal; Excepto cuando la caldera tenga dos niveles de cristal independientes, colocados a la misma altura. Las calderas que no excedan de 10m². de superficie de calefacción solo requerirán dos grifos de -- prueba.

11ll.) En la columna de agua podrán hacerse unicamente conexiones para reguladores de alimentación, alarmas y cortes de combustibles por bajo nivel de agua, manómetros y otros aparatos, siempre que no requieran un flujo de vapor o de agua considerables,

12^o.- Toda caldera deberá tener conectado cuando menos un manómetro a la cámara de vapor, colocado de tal manera que se apegue a los siguientes requerimientos.

12a.) Deberá estar instalado de tal forma que es é exento de vibraciones, pueda ser convenientemente ajustado y permita una visión clara y --

despejada al operador desde su posición usual.

12b.) El manómetro deberá conectarse con un si
fón o dispositivo semejante, de capacidad sufi-
ciente para que el tubo de BOURDON del manóme-
tro quede lleno de agua, y la conexión estard-
en tal forma que el manómetro no pueda aislar-
se de la caldera sino por medio de un grifo co
locado cerca del manómetro y provisto de un - -
mango en "T" o palanca que quede paralela al -
tubo en que está colocado, cuando el grifo es-
té abierto.

12c.) Para las calderas que operan a presiones
de 35 kg./cm². o más, se deberán emplear valvu
las en vez de grifos. Las conexiones del manó-
metro que estén llenas de vapor o agua, deben-
acondicionarse para soportar la presión y tem-
peratura del vapor máximas permitidas; pero si
la temperatura pasa de 208° C. no se usaran ni-
tuberías ni conexiones de latón o cobre y éstas
deberán ser de acero u otro material capdz de-
resistir las temperaturas y presiones del vapor.

12d.) Las conexiones del manómetro con la cal-
dera, excepto el sifón, no serán menores de - - -
6.35 mms. de diámetro (Diámetro nominal.)

12e.) Cuando sea necesario emplear para las conexiones del manómetro un tubo de más de tres metros de largo, puede hacerse una excepción a la regla de que el manómetro no pueda desconectarse sino por un grifo colocado cerca de él - y pueda usarse próximo a la caldera una válvula o un grifo de cierre, arreglado de tal manera que al quedar abierto esté enclavado o sellado.

12f.) La carátula del manómetro estará graduada aproximadamente al doble de la presión a la que esté regulada la válvula de seguridad; pero en ningún caso a menos de una y media veces dicha presión. La carátula será de tamaño tal y estará marcada conforme al sistema métrico decimal en forma que las graduaciones y el indicador puedan verse claramente por una persona de visión normal a una distancia igual a -- una vez y media el ancho del frente de la caldera, y deberá tener señalado en rojo la presión máxima permisible de trabajo de la caldera.

12g.) Todas las calderas deberán estar provistas de una conexión con válvula de 6.35 mms. de

diámetro nominal, con el objeto exclusivo de poder instalar un manómetro patrón cuando la caldera esté en servicio.

12h.) Los manómetros y sus tuberías de conexión deben localizarse de manera que no se expongan a temperaturas menores de 4°C (40°F) o mayores de 65°C (150°F).

12i.) Cuando se tengan cuartos de control, los manómetros serán de un tamaño tal que puedan -- ser leídos desde la posición regular que guarda el operador de los controles. En tales instalaciones la transmisión de las indicaciones de los manómetros, al cuarto de control puede efectuarse por medios neumáticos, eléctricos u otros si se cuenta con personal adiestrado para el mantenimiento del equipo y si se tienen dos métodos de medición, independientes. En cualquier caso deberá haber por lo menos un medidor para la -- presión de la caldera con lectura directa cerca de ella.

13º Toda caldera deberá estar provista de un sistema de alimentación de agua que permita abastecerla en cualquier circunstancia mientras se encuentre a presión.

13a.) El sistema de alimentación será capaz de suministrar el agua a la caldera a una presión por lo menos 6% mayor que la presión de escape más alta a que se encuentre regulada alguna -- válvula de seguridad en la misma.

13b.) Las calderas que empleen combustibles gaseosos líquidos o sólidos en suspensión, podrán estar provistas de un solo sistema de alimentación, siempre y cuando dispongan de dispositivos que corten, automáticamente y de inmediato el abastecimiento de combustible, si el nivel del agua, en el interior de la caldera desciende al nivel mínimo permisible y que además el material refractario, no retenga el suficiente calor como para dañar la caldera durante la -- interrupción.

En caso contrario a esta última condición deberán tener por lo menos dos sistemas uno de los cuales deberá ser operado por vapor.

13c.) El agua de alimentación deberá ser introducida de tal manera que no descargue directamente sobre superficies expuestas al fuego o a gases de elevada temperatura, ni cerca de las juntas remachadas. De ser necesario el extremo

de descarga del tubo de alimentación, estará provisto de un deflector que desvía la corriente del agua.

13d.) El tubo alimentador deberá estar provisto de un check cerca de la caldera y de una -- válvula de cierre entre el check y la caldera. Siempre que se use una combinación de válvulas de cierre y check, con un solo asiento y un solo disco, en la que el vástago cierre la válvula al ser atornillado será considerada solamente como válvula de cierre y deberá instalar se un check separadamente.

13e.) En el caso de que dos ó más calderas --- sean alimentadas por un sistema de abastecimiento común, deberá existir una válvula de cierre regulable, colocada en el ramal que vaya a cada caldera e instalada entre la fuente de alimentación común y el check. Cuando la caldera esté provista con sistema de alimentación duplicado -- cada sistema estará equipado, tal como se ha indicado anteriormente.

13f.) Cuando la tubería de abastecimiento de una caldera esté dividida para alimentar un tambor en más de un punto o para alimentar más de-

un tambor, y todas las conexiones esten provistas de valvulas de cierre y check, puede omitirse en la linea de abastecimiento común el check y la válvula respectiva.

13g.) Cuando se conecta directamente un economizador u otro equipo para calentar el agua de -- alimentación, con la caldera sin valvulas intermedias las valvulas de alimentación y los checks requeridos estarán colocados en la entrada del economizador o del equipo calentador del agua de alimentación.

13h.) En las calderas con superficie de calefacción generadora de vapor no mayor de 10 metros cuadrados, el diámetro interior de la tubería de alimentación no será menor de 12.7 mms.

Cuando la superficie de calefacción sea mayor de 10 metros cuadrados, los diámetros de -- las tuberías de alimentación, serán apropiados para permitir el flujo de agua máximo que la caldera requiera para mantener su nivel correcto de operación, pero en ningún caso será menor de 19 mms. de diámetro interior.

13i.) La tubería de alimentación entre la caldera la válvula de cierre y el check, será de ace-

no sin costura y de un espesor apropiado para soportar ampliamente las condiciones máximas de trabajo de la caldera. Si la presión es mayor de 7Kg./Cm^2 , y la temperatura del agua excede de 104°C , la parte de la tubería de alimentación mencionada, será por lo menos del espesor equivalente al de cédula 80, y en ningún caso deberá ser galvanizada.

13j). El agua de alimentación deberá estar disponible en la caldera a un flujo que sea adecuado para salvar cualquier emergencia así mismo preferentemente el agua de alimentación deberá ser tratada y deareada adecuadamente antes de introducirla a la caldera.

13k). Deberán instalarse manómetros en la succión y descarga de las bombas o en la línea de alimentación de agua a la caldera, para determinar si el comportamiento de la bomba es satisfactorio, si se mantiene la presión de suministro, y si la línea de alimentación está libre de obstrucciones.

13l). Deberán instalarse cristales de nivel o indicadores y alarmas adecuados en todos los tanques de almacenamiento de agua de alimentación, para indicar la cantidad disponible.

13m.) Deberán instalarse en su caso manómetros ó registradores de temperatura en la línea de alimentación, previniéndose un pozo para termómetro patrón para verificar la exactitud de los registradores ó termómetros permanentes.

13n.) Si se utilizan reguladores para el suministro del agua de alimentación, deberán estar contruidos para poder operarlos manualmente, y se pondrá una pequeña línea de derivación alrededor de la válvula reguladora para controlar mejor durante el llenado de la caldera, la prueba hidrostática ó puesta en servicio de la caldera. Si el regulador no puede operarse manualmente, será necesaria una línea de derivación adecuada, alrededor del regulador para satisfacer las condiciones requeridas.

14^o. A continuación mencionaremos los requisitos que deberán cumplir las tuberías de descarga en las instalaciones de calderas.

14a.) La tubería de descarga de fondo de la caldera se define como una conexión provista de válvula adecuada, por la que pueda desalojarse-

a presión el agua de la caldera; independientemente de las tuberías de descarga de las columnas de agua cristales de nivel, reguladores de agua de alimentación, etc.

14b.) Cada caldera deberá estar equipada, por lo menos con una tubería de descarga instalada de -- tal manera que toda el agua de la caldera pueda salir por ella y tendrá por lo menos una válvula apropiada.

14c.) En toda caldera cuya presión permitida exceda de 7 Kg./Cm². ó en una batería de calderas, cuas tuberías de descarga se conecten a un mismo tubo de evacuación, estarán equipadas con una válvula de abertura rápida y otra válvula de abertura retardada.

14d.) Las valvulas para las tuberías de descarga de la caldera estarán libres de obstrucciones o bolsas que puedan recolectar sedimentos y restringir el flujo: y el material y diseño deberán ser los adecuados para la presión y temperatura de operación.

14e.) Las valvulas macho de descarga tendrán una guarda o collar que sujete en su sitio el vástago móvil.

14f.) Cuando la presión máxima permisible de trabajo exceda de 7 Kg./Cm², las conexiones y tuberías para la descarga, entre la caldera y las -- valvulas, deberán ser de hierro forjado o acero, del tipo reforzado, dependiendo de las condiciones de temperatura y presión, y en ningún caso -- podrán ser galvanizadas.

14g.) Para presiones que excedan de 14 Kg./Cm². -- las válvulas deberán ser de acero, llenando los requisitos mencionados en el punto (14 d).

14h.) Cuando la tubería de descarga esté expuesta al calor directo del horno, deberá protegerse por medio de ladrillos refractarios o por otros -- materiales, resistentes al fuego, instalados de tal manera que los tubos puedan ser inspeccionados fácilmente.

14i.) Las tuberías de descarga de las calderas -- evacuarán en un lugar que no presente peligro -- de lesiones para los operarios y no deberán descargar directamente a los albañales; sino que -- en todo caso deberán conectarse primeramente a -- un recipiente o tanque de purgas.

14j.) Las tuberías de descarga de fondo y las -- de superficie en las calderas, en ningún caso --

tendrán un diámetro mayor de 5.1 Cms. pudiendo instalarse dos o más en caso necesario.

14l.) Toda salida para descarga de vapor para utilización excepto las conexiones para valvulas de seguridad o de sobrecalentador estará equipada con una válvula de cierre, colocada en un punto accesible de la tubería de entrega de vapor, y tan próxima a la conexión de salida de la caldera como sea factible y conveniente. Cuando dichas salidas sean mayores de 51 mms. las valvulas usadas en la conexión serán de tipo de vástago roscado con caballete exterior para que a distancia, pueda verse por la posición del vástago, si la válvula está cerrada o abierta. El volante puede estar colocado en el caballete o en el vástago.

14m.) Si se utiliza una válvula de desconexión entre la caldera y su sobrecalentador, la capacidad total de las valvulas de seguridad de la caldera misma deberá ser suficiente, sin contar con el auxilio de la o las valvulas de seguridad del sobrecalentador.

14n.) Todas las valvulas de cierre y los aditamentos entre ella y la caldera, deberán cumplir con los requisitos de resistencia, en cuanto a presión.

y temperatura, exigido por las normas de construcción para este tipo de valvulas y aditamentos. - Las valvulas deberán estar grabadas y ostentar una placa con la indicación de sus características.

14o.) Cuando dos o más calderas están conectadas a un cabezal o a una línea principal de vapor, la conexión de cada caldera estará equipada con una válvula check, y una de cierre, o dos valvulas de cierre, entre las cuales habrá desagüe amplio y libre; la descarga de este desagüe estará a la vista del operador cuando accione la válvula. Las válvulas de cierre consistirán preferiblemente de una válvula automática de cierre y no retorno contigua a la caldera y otra válvula del tipo de vds tigo con rosca y caballete exterior.

14p.) Cuando se requiera más de una válvula de cierre, las adicionales también deberán llenar los requisitos requeridos en cuanto a temperatura y presión.

14q.) Cuando una válvula de cierre esté colocada de manera que pueda originar acumulación de agua en la línea, ésta deberá estar provista de un sistema de desagüe.

14r.) Todas las líneas de desagüe, como tuberías, aditamentos y valvulas, cumplirán con los requisitos para tubería de vapor o de agua según sea el servicio, .

14s.) Se proveerán las medidas necesarias para la expansión y salida de vapor conectadas a la caldera dotándolas de anclaje firme en puntos apropiados para que no se transmitan esfuerzos indebidos a la caldera o calderas.

14t.) Todo sobrecalentador deberá estar equipado con un sistema de desague por lo menos; colocado de manera que coadyuve en la forma más efectiva a su correcto funcionamiento.

15º. Otro aspecto importante en cuanto a la instalación de una caldera, y /o recipiente sujeto a presión es el de los controles automáticos, por lo cual en este punto abordaremos las condiciones a que deberán sujetarse tales controles.

15a.) Se permitirá el uso de controles automáticos para el funcionamiento de los equipos sujetos a presión pero sin omitir la supervisión y atención del funcionamiento de éstos a fin de que la operación tenga la seguridad debida.

15b.) Toda caldera debe contar con un dispositivo

automático que interrumpa la combustión cortando el abastecimiento de combustible, cuando el agua descienda al nivel mínimo permisible; es recomendable que cada caldera cuente con un dispositivo de alarma que opere cuando el agua descienda al nivel mínimo permisible.

15c.) Las calderas que estén provistas de mecanismos automáticos que regulen el abastecimiento de agua de alimentación y que corten el suministro de combustible cuando baje el nivel del agua a un límite previsto, se ajustarán a lo siguiente:

Los materiales empleados en la construcción y montaje de los dispositivos y aparatos que formen el mecanismo de control automático deberán ser los apropiados para trabajar con seguridad bajo las condiciones de presión y temperatura de la caldera en que se encuentren instalados.

Las cámaras y receptáculos de los mecanismos de control que trabajan sometidos a presión, deberán tener marcado en lugar visible y con caracteres no menores de 8 mms. la presión de diseño para la que han sido construidos.

Los dispositivos electrónicos de control y su instalación deberán llenar los requisitos exi

gldos por los ordenamientos de la Secretaría de Comercio.

Estos dispositivos también llevarán en lugar visible sus características de trabajo; y ya instalados no deberán estar sometidos a cargas mayores que las asignadas por el fabricante.

15d.) Todos los dispositivos de los controles-automáticos, deberán instalarse de manera que sea fácil su limpieza, prueba, inspección y reparación.

15e.) Todos los dispositivos reguladores de agua de alimentación estarán conectados a la caldera independientemente de las tuberías de alimentación de agua.

15f.) No se deberán tomar de las conexiones a las cámaras del flotador o de las de otros controles de nivel, ni de las tuberías que unen estas con la caldera, otras tomas que no estén destinadas a controles de operación, manómetro, columnas de agua y sus purgas.

15g.) En los cambios de dirección en ángulo recto de las tuberías de conexión de los controles con la cámara de agua de la caldera, se colocarán cruces en vez de codos, colocando en ellas--

taponos removibles para fines de limpieza.

15h.) La cámara de electrodos o flotadores estarán provistas de conexiones adecuadas para drenaje y serán de diámetro interior no menor de 19mms. estos drenajes deberán conducirse mediante tubería a lugares donde puedan descargar sin causar daño.

15i.) El flotador o los electrodos de un dispositivo destinado a cortar el combustible cuando el nivel del agua baje al nivel mínimo permisible, - estarán colocados de manera que el cierre del combustible tenga lugar cuando el nivel de agua descienda a un mínimo de 25 mms. arriba de la tuerca inferior del cristal de nivel.

15j.) Cuando en una caldera se monten escalonados dos o más dispositivos de seguridad para la protección por bajo nivel de agua, el último control debe operar cuando el nivel de agua se encuentre a 25 mms. como mínimo arriba de la fila superior de tubos si la caldera es del tipo Igneotubular o -- bien al nivel mínimo permisible señalado por el fabricante de la caldera si se trata de otro tipo.

15k.) Deberá colocarse en lugar visible y en forma

permanente una marca o flecha que indique el nivel mínimo al cual opere el dispositivo de corte de combustible. No se requiere marca, alguna en el caso que la cámara del flotador o electrodos formen unidad con la columna de nivel.

15l.) Las cámaras de flotadores o de electrodos serán de diseño apropiado para que la acumulación de algunos sedimentos no entorpezcan su funcionamiento.

15m.) Los flotadores serán de material resistente a la corrosión, y condiciones de operación, -- al igual que aquellas partes que compongan el mecanismo y se encuentren en contacto con el agua de la caldera,

111. B INSPECCION DE LOS EQUIPOS SUJETOS A PRESION DURANTE SU OPERACION.

1º Toda caldera independientemente de estar operada en forma manual o automática deberá estar siempre convenientemente vigilada durante el tiempo que esté en operación.

1a.) El personal a cargo de la operación de las calderas, deberá tener certificado de competencia para su cargo, expedido por autoridad competente.

1b.) La operación de una caldera o grupo de calderas con superficie de calefacción superior a 500 metros cuadrados, deberá estar bajo la vigilancia de un jefe de planta, auxiliado por un operador y los fogoneros necesarios, de acuerdo con los turnos de trabajo y la localización de las calderas.

1c.) La operación de una caldera o grupo de calderas con superficie de calefacción mayor de 300 M². deberá ser operada por un fogonero "A" auxiliado por los fogoneros "A" necesarios.

1d.) La operación de una caldera o grupo de calderas con superficie mayor de 50 M². y hasta 300 M². deberá ser operada por un fogonero "A" auxiliado en caso necesario por fogoneros "B".

1e.) La operación de una caldera con superficie de calefacción no mayor de 50 M². podrá estar a cargo de un fogonero "B".

1f.) En el local de las calderas y a disposición del personal encargado de las mismas, deberá existir un ejemplar del instructivo de operación, y mantenimiento preventivo, formulado por el perito Director, en el cual queden explícitas las principales, operaciones de funcionamiento, y man-

tenimiento a que rutinaria o eventualmente pueda quedar sujeta, dicha caldera; así como los procedimientos a seguir en los casos de emergencia; y un ejemplar de la sección VII del código A.M.I.V.E.- A.S.M.E. relativo a las reglas para operación y mantenimiento de calderas.

1g.) Para cada caldera se deberá llevar un libro diario, autorizado por el perito director en el cual serán anotados durante cada turno los datos de operación que el perito ordene, y las novedades ocurridas durante el turno.

2º Todas las calderas en operación excepto las que están exentas por ordenamientos legales, tienen que ser revisadas por inspectores autorizados. El National Board recomienda que las calderas que generan vapor para fuerza sean inspeccionados anualmente, tanto en su interior como en su exterior estando sin presión inspeccionando nuevamente el exterior estando la caldera bajo presión, de ser posible (cosa que se practica a medio año entre las dos inspecciones anuales regulares) En las calderas de baja presión, para calefacción, se recomienda la inspección anual, con una revisión interna cada dos años si es que la construcción de-

la caldera lo permite.

El propietario usuario debe preparar la caldera para la inspección interna en la fecha fijada y debe tomar medidas para la ejecución de una prueba hidrostática, si es necesaria, en presencia del inspector autorizado.

El inspector deberá acercarse lo más posible a las partes de la caldera, tanto interior como exteriormente, con el fin de que tenga la mejor visión posible de la superficie. Cuando sea necesario probar accesorios ó aparatos, estas pruebas tendrán que efectuarse por el operador de planta, en presencia del inspector, si es que no existen órdenes en otro sentido.

La inspección abarca las condiciones de las calderas, de las paredes de agua, sobrecalentadores, recalentadores y economizadores, con sus armaduras, así como las conexiones de vapor, las de purgas y las conexiones del agua, con las válvulas y accesorios correspondientes.

Un registro especialmente minucioso se aplicará a los indicios de corrosión interna o externa a las fugas en las costuras, fugas por la expansión de las uniones ya sean soldadas o atornilladas.

das; y también por sobrecalentamiento.

El inspector debe también preocuparse por mambraras con fugas, choque de las flamas sobre las placas de los domos y focos de sobrecalentamiento.

Deberá practicarse una reinspección de todos los defectos previamente anotados y de las reparaciones recomendadas para su ejecución. Deberá también revisarse la estructura de carga para determinar si es adecuada para el servicio que presta.

Además se tomarán en cuenta las condiciones del cuarto de calderas y de los aparatos instalados que junto con la impresión causada por los operadores, servirá al inspector como guía para formarse un criterio acerca del cuidado general que recibe el equipo.

3º Después de una inspección satisfactoria se extiende el certificado de inspección anual. Este certificado es válido para doce meses. El certificado de inspección debe colocarse en un marco protegido por vidrio, en el cuarto de calderas | si la caldera es portátil el certificado de inspección debe colocarse en un estuche metá

lico, asegurado a la caldera misma o guardado en la caja de herramientas). Un certificado de inspección podrá ser cancelado siempre que se llegue a comprobar que la caldera afectada no reúne las condiciones necesarias de seguridad pública, o que no satisface los requisitos y reglamentos del código de inspección correspondiente. En el caso de omitir la preparación de una caldera para la inspección interna ó para la prueba hidrostática no obstante la oportuna notificación (con siete días de anticipación - como mínimo) del inspector autorizado es motivo suficiente para retener el certificado de inspección mientras no se cumpla con el requisito.

4^o La caldera tendrá que suspender su servicio a intervalos regulares, para su inspección interna limpieza y reparaciones. Estos períodos de tiempo son determinados por la experiencia, de acuerdo con las condiciones de operación, del agua, y del combustible, así como la demanda de carga de la caldera. Las inspecciones rutinarias efectuadas por un inspector de la propia planta son solo complementarias y no pueden sustituir a las efectuadas por un inspector autorizado.

Durante el tiempo que transcurre entre las inspecciones practicadas por los inspectores -- autorizados el inspector de la planta debe observar detenidamente la operación y las condiciones de las calderas. Tan luego como se note algún defecto serio, condiciones dudosas o que afecten la seguridad sucesos imprevistos escasez de vapor o agua o desequilibrio en la operación (descenso en la eficiencia) debe hacerse un reporte inmediato al Ingeniero Supervisor o a la gerencia de la planta. Si la situación lo amerita la gerencia -- hará la correspondiente notificación a la compañía de Seguros y requerirá una inspección.

5º El inspector de la planta necesita tener un registro con todos los datos importantes relacionados con la unidad generadora de vapor, tales como los datos del diseño, dimensiones, antigüedad, peculiaridades de los defectos previamente notados, reparaciones o modificaciones hechas cuyas constancias beneficiarán mucho al inspector autorizado.

El registro de todas las inspecciones practicadas debe guardarse en forma ordenada, de manera que cualquier cambio en las condiciones de la caldera sea notado y determinado fácilmente especialmente

te en lo que se refiere al grueso de las incrustaciones, corrosión, grado de abrasión, rupturas y otras circunstancias anómalas.

Al inspector de la planta se le entregan copias de los reportes de las inspecciones practicadas por los inspectores autorizados, y tiene que verificar que se lleven a cabo las recomendaciones de los reportes lo más rápido y cuidadosamente posible.

6º La caldera tiene que pararse, desconectarse del servicio, enfriarse y ser preparada para la inspección, de acuerdo con lo establecido por el código (A.M.I.M.E.-A.S.M.E.) sección VII (cuidados para la caldera de potencia). Una caldera debidamente preparada para una revisión debe estar fría, limpia y seca.

7º Un examen practicado por el inspector autorizado a una caldera durante su operación es llamado "inspección" externa". Esta es una inspección de la caldera, de sus accesorios y conexiones que se hace con el fin principal de observar la operación y el estado del mantenimiento.

No se requiere preparación especial para estas inspecciones basta proporcionar al inspector las facilidades necesarias de acceso a la caldera

y a las conexiones. Si durante la inspección se descubre la existencia de una fuga o ruptura se quitará una cantidad suficiente de revestimiento o de la mampostería de la montadura, para permitir un examen detallado.

Si el recubrimiento no puede ser removido en ese momento el inspector ordenará el paro de la caldera durante el tiempo necesario para la remoción del material en cuestión y el examen apropiado de la caldera.

8º Una "inspección interna" comprende un examen completo y determinado de todas las secciones de la caldera, en cuyo cometido el inspector entrará al fogón y a los domos, si son del tamaño suficiente.

Se les dá especial atención a aquellas partes de la caldera que son más inaccesibles y difíciles de limpiar, se removerán de ser necesario muros de tabique y chaquetas de recubrimiento para lograr una inspección completa.

Considerando la importancia de esta inspección a continuación mencionaremos los puntos más importantes por revisar en el interior de la caldera.

A). "Superficies en contacto con el agua"

El interior de la caldera se inspecciona para localizar roturas, pernos o tirantes rotos co
rrosión por picaduras, abrasión, incrustación, y
puntos delgados. Una vez terminada la inspección
se eliminan los materiales depositados.

Se revisan las superficies, especialmente -
en la parte superior de los domos de vapor y de-
agua, productos químicos disolventes de incrustata
ciones, aceite, grasa y otras sustancias que pudi
dieron haber sido introducidas intencionalmente-
o de alguna otra forma, junto con el agua de alime
ntación.

Si se localiza la presencia de aceite tienen
que tomarse las medidas pertinentes inmediatas para
suspender el que siga entrando a la caldera, -
ya que aún la cantidad más pequeña de este material
es peligrosa. El aceite y la incrustación en -
los tubos de las calderas acuatubulares, o en la-
superficie superior de la bóveda del cielo del fogo
n, encima del fuego, es especialmente indesea-
ble ya que frecuentemente origina tal debilitami-
ento que conduce a la rotura o al abolsamiento.

B). "Superficies expuestas al fuego"

La flexión las ampollas y las fugas, son sign tomas de fallas en la caldera, Si los abolsamientos o las ampollas adquieren tales dimensiones, - que debiliten con exceso la pared de la placa ó el tubo, y en especial si a consecuencia de estos defectos ha aparecido un escape, la caldera tiene que pararse, inmediatamente hasta que haya sido convenientemente reparada.

C). "Superficies Externas"

Se realiza una inspección cuidadosa, con objeto de localizar focos de corrosión en las superficies exteriores de los domos, así como fugas en las placas de los cielos de los fogones, ductos de humo valvulas y tuberías, las líneas de purga que están empotradas en mamposterías se descubren para su inspección.

D). "Corrosión"

La corrosión localizada a lo largo de una costura de soldadura o inmediatamente junto a esta es mucho más peligrosa que aquella localizada en la placa sólida aunque las proporciones en ambas sean las mismas. El agrietamiento y la rotura a lo largo de las costuras longitudinales, son especialmente peligrosos pues su aparición se pre

senta justamente cuando el material está bajo su máxima tensión. Se producen serias proporciones de corrosión frecuentemente en los lugares en los que la circulación del agua es lenta esas superficies requieren un examen especialmente cuidadoso.

Para los efectos estimativos de la acción de la corrosión y otros defectos en la resistencia de un casco, se ha hecho una comparación con la eficiencia de la unión, longitudinal remachada de la misma caldera, cuya resistencia es en cualquier circunstancia menor que la de la parte sólida de la placa.

E). "Puntos de tensión".

Los puntos en donde se localizan los esfuerzos críticos son especialmente inspeccionados, sobre todo los cordones de soldadura que están sometidos a estos esfuerzos. El efecto es sumamente peligroso si el metal de la soldadura es poroso ó si no está bien aplicado de modo que la distribución de esfuerzos no sea uniforme.

Cualquier situación anormal en las condiciones de la soldadura o de los elementos estructurales que tenga un efecto debilitante debe anotarse cuidadosamente.

F). "Uniones Remachadas"

Se examina detenidamente la cara interior de las uniones remachadas, para cerciorarse de las condiciones en que se encuentran los remaches así como para comprobar si las planchas metálicas no se han adelgazado, si hay rajaduras, corrosión, o cualesquiera otra clase de defectos.

G). "Uniones Traslapadas"

Las calderas con uniones traslapadas tienen la tendencia a la ruptura en la parte en donde los extremos de las placas forman la costura recta -- traslapada. Si se localizan fugas u otros defectos en este punto, tienen que ser minuciosamente investigados, removiendo los remaches o ranurando la placa, para saber con exactitud si hay roturas en la costura. Algunas rajaduras que se desarrollan en las placas del cuerpo de acero de la caldera, son por lo general peligrosas con excepción de los agrietamientos ocasionados por el fuego, que partiendo del borde de la placa se pierden en los barrenos de los remaches o en las costuras circulares. Un número limitado de estas roturas ocasionadas por el fuego, pueden tolerarse. Las calderas con roturas en la unión solapada, deben ser suspendidas.

H.) "Ligamentos"

Los ligamentos entre los tubos y los barrenos para los mismos en la caldera, deben ser -- examinados minuciosamente. Si se descubren fu--gas, puede sospecharse que los ligamentos se han roto.

I.) "Bridas"

Todas las bridas deben ser cuidadosamente-inspeccionadas, especialmente las localizadas - en cabezales que carecen de tirantes.

El agrietamiento interior de éstos cabeza-les en los bordes interiores y el agrietamiento de la superficie exterior cóncava a la presión, - es una cosa muy común ya que éstos cabezales -- tienen un ligero movimiento que es el que ocasiona éste defecto. Las calderas construidas con ca-bezal de tipo invertido (perfil en Bayoneta) son muy propensas a sufrir roturas y agrietamientos.

Generalmente algunas de éstas partes no permiten la observación directa de manera que es necesario introducir un espejo para inspeccionar - las condiciones interiores.

J.) "Cabezales".

En los cabezales se han previsto registros de mano para permitir el aseo y la inspección.

Las incrustaciones suelen causar dificultades en la circulación, lo que ocasiona el deterioro de los tubos. Los cabezales inferiores para las paredes de agua deben ser revisados de manera especial.

K). "Tubos".

Las superficies de los tubos deben ser examinadas cuidadosamente para la localización de abolsamiento roturas o defectos en la soldadura. La atención principal debe concentrarse en los extremos, de los tubos y en los espejos de las calderas de tubos de humo, así como en los extremos de los tubos, y en los domos y cabezales de las calderas acuatubulares para descubrir indicios de corrosión fugas en los tubos, a consecuencia del rolado frecuente. Donde existe un tiro energético de los gases de combustión los tubos se adelgazan por los efectos de la abrasión resultante del choque de partículas de combustible o cenizas o bien por el empleo inapropiado del soldador de hollín. La fuga en uno de los tubos puede conducir frecuentemente a una intensa corrosión de

una cierta cantidad de tubos inmediatos adyacentes.

En las calderas acuotubulares los extremos de los tubos son examinados contra desgaste de metal ó condición quebradiza (cristalización del acero) , y la existencia de tubos demasiado cortos. Los extremos de los tubos de circulación ameritan una inspección especial esmerada, así como los nipples del domo de lodos.

Los tubos de humo frecuentemente se abolsan, pero muy rara vez se revientan.

Si se nota que tienen un grado suficiente de distorsión, los tubos deben ser repuestos. El espacio que queda entre los tubos se inspecciona para cotejar las restricciones de circulación.

El interior de los tubos se revisa para comprobar si contiene escorias u otras adherencias.

En las calderas horizontales tubulares de retorno, los fluses se deterioran más rápidamente en el extremo que dá al lado del fuego.

Estos se inspeccionan golpeandolos con un martillo ligero en la superficie exterior, pa-

ra comprobar si han perdido mucho espesor. En las calderas de tubos verticales, los fluses pueden sufrir deterioro en la parte superior, cuando se les expone a la acción de los gases de la combustión, mientras carecen de agua de enfriamiento.

L.- "Tirantes"

Todos los tirantes, ya sean diagonales ó atravesados, deben ser examinados, comprobando que su tensión sea la correcta. Los extremos son revisados en los puntos de sujeción, en donde pueden aparecer roturas, especialmente en los barrenos, punzones o taladrados, para remacharlos ó atornillarlos. Se debe dar especial atención a los indicios de abrasión, corrosión, incrustaciones y picaduras.

M.- "Concentración de calor y Mamparas"

La concentración de calor o el choque de flamas son cosas indeseables. La concentración de calor puede ser ocasionada por:

- 1.- Quemador inadecuado ó instalación defectuosa de este ó del alimentador de carbón.
- 2.- Choque de las flamas sobre placas secas, especialmente en la bóveda posterior de las calderas horizontales de retorno.

3.- Localización de las bóvedas de combustión en tal forma que ocasionan el choque de las flamas contra la superficie de los tubos de agua.

Por otra parte también deberán revisarse las mamparas de las calderas acuotubulares. La falta de las mismas, causa frecuentemente la temperatura excesiva de los gases de combustión en ciertas secciones de la estructura de la caldera que no están diseñadas para soportar este calor, condición que puede ser peligrosa en algunas ocasiones.

N.- "Equipo Interno de los Domos".

Se examinará el tubo de alimentación interna, los tubos para vapor seco, y los tamices de vapor, y además el equipo interno de los domos para asegurarse de que no tiene acumulacion de incrustaciones en los orificios y perforaciones. Todos los accesorios se revisan anotando las conexiones que pudieran estar flojas y señalando las juntas y piezas dañadas o faltantes.

D.- "Conexiones".

Todos los accesorios y conexiones de la línea general de vapor, la alimentación de agua, valvulas de seguridad, drenes, purgas, columnas -

de agua, vidrio de mira y los manómetros son inspeccionados, para comprobar que estén colocados en el lugar previsto en el diseño, conectados correctamente y que no estén rotos ni deformados.

P.- "Montadura de la caldera"

Las montaduras de material refractario se revisan para localizar cuarteaduras asentamientos y tabiques flojos, que quedan recargados contra las partes de las calderas. Si las estructuras de soporte de acero están aisladas a base de construcciones de tabique, éstas deben examinarse para comprobar que se encuentran en buen estado y que el espacio de aire, si existe, se mantenga correcto. El revestimiento del fogón se revisa para localizar desgajamientos, cuarteaduras o asentamientos. En las calderas-acuotubulares verticales se inspeccionan las paredes del altar, para tener la seguridad de que el domo de lodos está debidamente protegido.

En las calderas acuotubulares dotadas de cabezales seccionales o de una pieza se revisan las paredes frontales y posteriores para cercio

rarse de que los asientos de los cabezales están debidamente protegidos.

La caldera deberá también revisarse en su a lineamiento para determinar posibles asentamientos, pérdidas de verticalidad (fallas de la ploma da o movimientos anormales, que se hacen notorios por el desplazamiento de los domos u otras partes sometidas a presión). En las calderas de tubos de humo se comprueba la nivelación, para tener la se guridad de que no se han inclinado lo cual daría por resultado que una parte de los tubos quedara fuera del agua. Si las cimentaciones de la caldera son independientes de las cimentaciones del edificio, las juntas y uniones del vapor y de la alimentación, deben desconectarse para controlar posibles asentamientos (o se pueden emplear también o tros medios eficaces para lograr esta comprobación). También deberán examinarse los dispositivos para las expansiones y contracciones de la caldera hay que revisar todos los soportes, columnas y los tirantes, comprobando sus posibles desviaciones de a lineamiento o defectos. Las calderas "Suspendidas" son revisadas en las partes en las que la estructura de las mismas queda muy cerca de las paredes de la montura o

del piso, a fin de evitar que las cenizas o el hollín se acumulen y formen una unión en estos puntos. Una unión de esta índole produce esfuerzos excesivos en las estructuras al expandirse durante la operación normal de la caldera.

Las juntas de expansión con sello de agua entre el fogón y el foso de cenizas, se revisará para localizar fugas en el deflector, así como acumulación de lodos.

Q) "Estructura"

El inspector tiene que cerciorarse de las posibles deformaciones de los elementos estructurales que resultan de la carga inadecuada o de sobrecargas momentáneas. Por lo general los efectos de estas circunstancias, son independientes de las secciones soldadas, pero a menos que las uniones soldadas sean prácticamente perfectas, los esfuerzos concentrados de estas cargas se localizan fácilmente en las soldaduras. Si se descubre una falla de esta naturaleza, tendrá que ser reportada inmediatamente quedando la estructura fuera de servicio, hasta que la sección debilitada haya sido convenientemente corregida.

Respecto a los registros de hombre; y todas aquellas secciones dotadas de placas de refuerzo requieren una inspección interna y externa para la localización, de posibles roturas o deformaciones.

R.- "Conexiones de la tubería"

Toda la tubería de interconexión debe revisarse (comprendiendo las líneas de vapor alimentación de agua, purga y drenes) para determinarse:

- 1.- Los dispositivos de interconexión están correctos.
- 2.- Las uniones tienen la suficiente resistencia
- 3.- Los soportes tienen la tensión adecuada.
- 4.- La vibración no es excesiva.
- 5.- Tiene drenaje completo.
- 6.- Los esfuerzos por asentamiento no son excesivos.
- 7.- No existen fugas.
- 8.- Existe la debida compensación para contracciones y expansiones.
- 9.- No hay oclusiones ni obstrucciones internas en las líneas.
- 10.- No hay debilitamientos por la acción de la-

corrosión.

Las tuberías de purga, junto con sus conexiones y armaduras son sujetas a grandes esfuerzos a consecuencia de los cambios de temperatura bruscos cuando se abre repentinamente la válvula. Esto origina expansiones golpes de ariete y vibraciones. La línea de purga debe -- probarse estando en operación la caldera. La capa de protección de tabique o mosaico, debe estar intacta y no interferir en ninguna forma con los movimientos de expansión, ya sea que procedan de la tubería o de la caldera.

S.- "Valvulas"

Todas las valvulas deben inspeccionarse y tienen que estar en buenas condiciones de servicio.

Las valvulas deben estar distribuidas de tal manera, que no se formen bolsas no drenables que dan lugar a golpes de ariete. Las valvulas de retención deben tener un disco que regula el paso libre hasta el cierre completo.

Las valvulas de seguridad son las que requieren la inspección más detenida, ya que constituyen el dispositivo más importante de la cal

dera. En estas valvulas no debe haber acumulacion de óxidos, incrustaciones u otras materias extrañas dentro del cuerpo de la válvula -- que puedan dificultar su libre funcionamiento.

La disposición y el libre funcionamiento de la válvula de seguridad deberán probarse como se indica en el capítulo siguiente.

T. - "Sopladores de Hollén"

Se revisan todos los sopladores de hollén para buscar indicios de desgaste causados por la abrasión de las cenizas volátiles o por el vapor que descarga la tabera del soplador. Las toberas de vapor localizadas en las secciones calientes, requieren la revisión del orificio de salida que puede sufrir una reducción de calibre ocasionado por la contracción.

U. - "Manómetro de Vapor"

El manómetro para vapor, deberá ser removido para que el inspector autorizado se encargue de calibrarlo mediante su comprobación con un manómetro de comparación estandarizado.

Las lecturas en el manómetro, antes de retirarlo deben compararse con las de otros manó

metros colocados en la misma línea de vapor.

Los manómetros para vapor deben estar provistos de un sifón o trampa adecuado, para protegerlos de las temperaturas internas altas.

La tubería que conduce a los manómetros debe tener un dispositivo de purga.

V.- "Accesorios de la Caldera"

La columna de agua, mira de vidrio, grifos de prueba, el interruptor de la alimentación de combustible y el alimentador de agua, deben ser probados para verificar su estado de limpieza, exactitud y funcionamiento correcto. Debe revisarse también su posición con respecto al nivel prescrito del agua.

La columna de agua y el vidrio de mira deben ser observados cuando la caldera tiene vapor para comprobar el libre paso de los fluidos a través de las conexiones, lo que queda demostrado por el movimiento del agua dentro del tubo de vidrio. Debe purgarse algo de agua para tener la seguridad de que la tubería de purga está completamente libre de oclusiones y que los controles de bajo nivel funcionan bien.

Debe observarse el estado de Limpieza de los vidrios de mira, cerciorandose, por prueba de que los grifos del control de nivel no están atascados.

La tubería se inspecciona para comprobar -- que no tiene abolsamientos y que está correctamente colocada. La conexión de vapor para el control de nivel debe ser drenable hacia afuera, mientras que la conexión de agua debe drenar hacia dentro de la caldera.

W.- "Tapones Fusibles"

En el caso de que se utilicen, los tapones fusibles deben mantenerse en buenas condiciones y reemplazarse cada año. Cada vez que la caldera sea destapada, el tapón fusible y la superficie colindante de la caldera deben ser "rasqueados" y pulidos perfectamente. Si el metal del fusible presenta cualquier indicio de alteración tendrá que ser renovado. Un tapón fusible jamás deberá rellenarse con otro metal que no sea metal nuevo, de la calidad y propiedades específicas.

X.- "Controles"

Los controles de temperatura, gráficas de registro, la localización de pilas termoelectri-

cas,

Deben revisarse para comprobar la uniformidad en el sistema de control y la operación de los aparatos de registro. La temperatura, los coeficientes de calefacción y de enfriamiento, son factores que deben coincidir con las normas prescritas.

V.- "Equipo para quemar combustible"

Ninguna inspección será completa, si no se examina el equipo para quemar el combustible, especialmente aquellas partes no accesibles cuando el equipo está en marcha.

Tienen que hacerse reparaciones o cambios convenientes de piezas, de manera que el equipo funcione correctamente, reduciendo la posibilidad de interrupciones, una vez que la unidad es te nuevamente en servicio.

CAPITULO IV

DIFERENTES TIPOS DE PRUEBAS

En este capítulo se describen una serie de pruebas que pueden efectuarse, con objeto de poder determinar las condiciones de seguridad - bien sea en un recipiente sujeto a presión ó de una caldera.

Todas estas pruebas vienen a ser un complemento de la Inspección realizada sobre los equipos sujetos a presión ya sea durante su fabricación ó durante su operación.

Básicamente hemos dividido en dos grupos principales los diferentes tipos de pruebas:

1º PRUEBAS DESTRUCTIVAS

2º PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

Al primer grupo pertenecen todas aquéllas pruebas que involucran el someter a ciertos esuerzos, los materiales componentes de los equipos sujetos a presión, y que por lo tanto podrán fatigar los materiales é inclusive hacerlos fallar.

Otro tipo de pruebas destructivas puede exigir el efectuar cortes u horadaciones a los ma--

teriales con que se han construido los equipos sujetos a presión.

Por supuesto que este tipo de pruebas se llevará a cabo solo en los casos en que sea la única forma de poder determinar las condiciones de seguridad de tales equipos.

En el caso de las "pruebas no destructivas" estas podrán efectuarse sin afectar en lo más -- mínimo las condiciones físicas de los equipos -- sujetos a presión.

Sin embargo estas pruebas en algunos casos no son suficientes para determinar las condiciones de seguridad de un equipo por lo cual su aplicación es un poco restringida.

En seguida se describirá en que consisten -- básicamente los dos tipos citados de pruebas:

1º PRUEBAS DESTRUCTIVAS

A). PRUEBAS HIDROSTATICAS.

Las pruebas hidrostáticas (a base de agua a presión) son hechas en el lugar de manufactura en todas las calderas nuevas, o componentes de las mismas. Una caldera ya sea nueva de segunda mano o reinstalada se somete a una prueba hidrostática cuando se ha terminado su ins-

talación. No se han establecido prescripciones específicas en el código para la prueba de las calderas de calefacción de baja presión en la obra una vez concluida la instalación.

Cuando hay alguna duda respecto a la magnitud de un defecto encontrado en la caldera - el inspector ordenará la práctica de una prueba hidrostática para determinar con más exactitud la seriedad de la falla. La prueba hidrostática tiene por objeto la comprobación de la hermeticidad así como el de averiguar la resistencia mínima de la unidad.

Si se prueba una caldera contra fugas la presión hidrostática aplicada no debe ser menor que la máxima presión a la que opera la válvula de seguridad pero no debe ser mayor que la de la prueba requerida para la comprobación de resistencia. La presión que debe aplicarse es una cuestión de criterio aceptado por parte del inspector, sujeta a ciertas limitaciones prescritas por código.

La experiencia ha demostrado que un cordón de soldadura en una caldera, puede resistir una presión determinada en una prueba, para fallar-

posteriormente bajo una presión igual ó ligeramente menor. Por otra parte, la falla es muy improbable a una presión de trabajo no mayor de las dos terceras partes de la presión de prueba salvo que haya un punto de concentración de esfuerzos por ejemplo, una soldadura mellada ó defectuosa, que sufrirá fatiga prematura como con secuencia de los esfuerzos repetidos.

La prueba hidrostática puede servir para alivio de tensiones en una proporción limitada, mejorando el factor de seguridad de las costuras de soldadura contra golpes de ariete o esfuerzos a baja temperatura.

Las pruebas hidrostáticas no siempre revelan los defectos que más tarde dan origen a fallas.

Esto sucede particularmente en donde aparecen focos de tensión, por ejemplo, los ocasionados por fusión incompleta en la base de la soldadura, cuando estas partes reciben golpes o esfuerzos repentinos en forma de choques.

Es muy posible que en tales circunstancias ocurra posteriormente una ruptura originada por fatiga, a consecuencia de la acción de un esfu-

erzo repetido mucho menor que el aplicado durante la prueba.

La hermeticidad es muy importante en la construcción de calderas. Las fugas se descubren por observación, o son indicadas por la pérdida de presión en una caldera cerrada. El aceite particularmente si es delgado o está caliente, escapará frecuentemente por fugas en donde el agua no escaparía a igual presión.

El aire escapará también por fugas a través de las cuales no escapa el agua: y el hidrogeno-escapa por fugas por las que no sale aire.

Cuando se emplea aceite o agua para aplicar presión, habrá pocas dificultades para localizar las fugas en la parte exterior de las soldaduras hechas a tope, si estas están limpias.

Las soldaduras de los chafalanes interiores y exteriores de una junta de solapa pueden tener pequeñas fugas, en cuyo caso, el agua no será perceptible durante varios días ó quizás semanas.

A veces se aplica presión entre las soldaduras barrenando una placa y roscando el barreno.

Aplicando presión con aire o gas, generalmente aparecerán las fugas de inmediato.

Cuando se efectúa una prueba con aire ó gas a presión, las fugas se localizan sumergiendo el cuerpo en agua y cubriéndolo con jabón líquido ó empleando algún indicador químico que responda con el gas a presión, cuando escapa. Uno de los mejores métodos para comprobar la hermeticidad, consiste en observar la pérdida de presión sobre un período de terminado de tiempo. Si se emplea agua ó aceite para la prueba eliminando el contenido de aire ó de gas de la caldera, la pérdida de presión será muy rápida para cualquier fuga pequeña. Un manómetro ordinario es un medio satisfactorio para señalar la pérdida de presión. Cuando se emplea gas ó aire comprimido la caída de presión es lenta, aparte de que la temperatura y la presión barométrica afectarán la lectura del manómetro. La rotura de un domo ó un casco de caldera, ocasionada por presión de agua es diferente a la ocasionada por el aire a presión. Una rotura ocasionada por el agua, alivia la presión casi instantáneamente permaneciendo pequeña la rotura. En cambio la causada por un medio gaseoso a presión no disminuye la-

presión hasta que ha escapado un volumen considerable de gas.

Como consecuencia de que la presión permanece alta, tiende a desgarrar la abertura, convirtiéndola en un boquete grande que abarca, generalmente la longitud total del domo.

La prueba hidrostática de resistencia de una caldera nueva o recipiente sujeto a presión se rige por los siguientes requisitos de código.

1.- CALDERA PARA GENERACION DE FUERZA.

Una vez que la caldera ha sido terminada, será sometida a una prueba hidrostática con una presión de 1 1/2 veces la presión máxima permitida de trabajo.

2.- CALDERAS PARA LOCOMOTORAS.

La presión hidrostática aplicada no excederá la presión máxima de trabajo.

3.- RECIPIENTES SUJETOS A PRESION CON REQUISITO DE VIDRIO.

Se probará con una presión hidrostática igual a la presión máxima de trabajo.

4.- CALDERAS DE MINIATURA.

Cualquier caldera de miniatura, total o parcialmente construída a base de soldadura, se

probará con una presión hidrostática tres veces mayor que la presión, máxima de trabajo, permitida. Simultáneamente, se aplicará la prueba a martillo (de la que se desistirá en las calderas que han sido sometidas al alivio de tensiones y en las que se han radiografiado todas las soldaduras principales, longitudinales y circunferenciales).

5.- CALDERAS PARA CALEFACCION.

Las calderas para calefacción, se someten a una prueba hidrostática de 60 Lb/pulg². --- (4.22 Kg./Cm².) manométricas si se han de operar con una presión de trabajo máxima de :

a).- 40 Lb/pulg² (2.81 Kg/Cm²) manométricas para las calderas de acero para calefacción y suministro de agua caliente.

b).- 30 Lb/pulg². (2.11 Kg/Cm²) manométricas para las calderas de hierro colado para calefacción y suministro de agua caliente y.

c).- 15 Lb/pulg². (1.05 Kg/Cm²) manométricas, para calderas de vapor en construcción de hierro colado o de acero. Si la caldera está sellada para mayores presiones, la prueba hidrostática

ca será con presión de 1 1/2 veces la presión máxima de trabajo en las calderas de acero y con 2 1/2 veces para las calderas de hierro colado.

Las calderas de acero se prueban en el taller y en la obra. Las de hierro colado, en cambio, no requieren inspección individual en el taller, ni ser probadas en la obra.

Cualquiera prueba hidrostática que se efectúe será con una presión de 1 1/2 veces su máxima presión de trabajo permitida.

La presión de prueba debe controlarse de tal manera, que la intensidad requerida no se sobrepase en más del 6% en calderas nuevas para generación de fuerza; para las pruebas de calderas de calefacción nuevas no debe sobrepasar de 10 Lb/Pulg² (0.7 Kg/Cm²). manométricas en la prueba de calderas de fuerza en servicio no deberá sobrepasarse la presión de prueba en más de 2%.

A continuación describiremos el procedimiento para "la prueba de la caldera".

La caldera o la sección de la caldera es preparada para su prueba sellando todos los ori--

ficios y aberturas. Si la unidad no está en la posición correspondiente al montaje final, deberá ser bloqueada y soportada de una manera a proximadamente igual a la que tendrá en el mon tajé definitivo para evitar su deformación bajo la presión del agua. La posición de la caldera debe permitir la revisión de todas sus par tes durante la prueba.

Cuando se prueban calderas a más de -----
500 Lb/pulg² (35.15 Kg/Cm²) solo se permite la permanencia del personal de prueba en las pro ximidades de la caldera, aunque para esto se tenga que practicar la prueba fuera de las horas normales de trabajo. La unidad debe permanecer bajo la presión plena, durante un periodo mínimo de ocho horas (no necesariamente con secutivas) para permitir que las fugas por fil tración puedan desarrollarse.

La válvula ó valvulas de seguridad se --
desmontan colocando en su lugar una brida cie ga. Un procedimiento alternativo consiste en mantener el disco de la válvula hacia abajo, -
forzandolo con una mordaza (grava de prueba)
Por ningún motivo debe dársele más tensión al

resorte de la válvula, comprimiendolo, mediante el tornillo de ajuste. Generalmente las -- válvulas de seguridad se colocan después de la prueba hidrostática para evitar el peligro de que se acumulen partículas de polvo en los -- asientos de las mismas.

Los tubos de vidrio para miras, son retirados antes de efectuar la prueba, para evitar la entrada de suciedad de las capas viscosas - superficiales cuando se llena de agua la caldera por vez primera.

El manómetro que se emplea para la prueba es revisado previamente, comparandolo con un - manómetro patrón. Durante la prueba se revisa el manómetro ocasionalmente, para comprobar - su funcionamiento correcto, cerciorandose de - que no se ha trabajado. Si se dispone de otro manómetro, Este se conectará también a la unidad (en un punto distinto) para ratificar las lecturas de presión.

Para elevar la presión hidrostática más allá - de la presión de trabajo de la caldera, se utiliza una bomba de prueba pequeña, las bombas de operación manual dan un resultado satisfactorio

para calderas chicas, de baja presión.

Para las calderas de alta presión y para las unidades muy grandes, se necesita una bomba de prueba impulsada por fuerza mecánica.

La bomba de alimentación puede emplearse para realizar la prueba hidrostática de la caldera, a la presión de diseño. Esto puede efectuarse si la bomba es del tipo centrífugo, pero tiene que emplearse una derivación de recirculación para mantener una corriente segura de circulación a través de la bomba.

Las bombas de desplazamiento positivo no pueden emplearse para la prueba, a menos que sean equipadas con un control de presión de seguridad o con una válvula de alivio para sobre presión.

Para evitar la condensación de humedad en las superficies exteriores de las calderas, la temperatura del agua utilizada para llenarla, no debe ser menor que la temperatura del punto de rocío del ambiente atmosférico circundante. La temperatura mínima permisible del agua para llenar la caldera es de 70°F (21°C).

El agua caliente se evita en las pruebas,

por su tendencia a la retropresión, sin embargo, en las calderas de baja presión, se llega a emplear agua hasta de 160°F (71°C) de temperatura.

Para presiones de 500 lb/pulg². -----
(35.15 Kg./Cm².) la temperatura del agua no debe exceder de 90°F (32.2°C). En épocas de frío deben tomarse precauciones contra la congelación del agua.

Cuando se está llenando la caldera con agua, el aire debe escapar. Deben tomarse precauciones para evitar la formación de bolsas de aire, para que el agua entre en contacto con todas las secciones de superficie, así como para ahorrarse tiempo de bombeo para alcanzar la presión de prueba.

El empleo del aire para pruebas, ha sido descartado. No debe utilizarse a menos que se haya hecho previamente una prueba hidrostática además de la prueba con aire.

Para efectuar la prueba hidrostática, la caldera es llenada con agua limpia, aplicándose gradualmente la presión. Como es difícil llenar de agua completamente el sobrecalentador

o un economizador, se acostumbra llenar estas secciones a través de las conexiones de drenado más alejadas del orificio de deaeración de la caldera. Si el tiempo disponible lo permite la caldera podrá ser llenada totalmente a través de estas conexiones. Cuando se ha alcanzado la presión deseada, ésta será mantenida constante durante un período suficiente para el exámen de todas las partes visibles incluyendo las costuras y los barrenos de aviso. Si se exige, puede aplicarse la prueba del martillo. Si los requisitos de la prueba arrojan resultados satisfactorios, se suspende la presión. Si alguna fuga descubierta puede ser eliminada sin recalcar o rolar excesivamente, la caldera puede ser aceptada una vez que haya quedado hermetica; de otra manera, las partes defectuosas tienen que ser renovadas. Los barrenos de aviso de las placas de las almohadillas de refuerzo no deben taponarse durante la prueba hidrostática. Para control se introduce aire comprimido en el hueco de la almohadilla por el barreno roscado de 1/4 de pulg. (6mm.), aplicandose jabonadura sobre los cordones de soldadura, interior y exteriormente.

B). - PRUEBA DE MARTILLO.

La prueba de martillo consiste en aplicar golpes fuertes y agudos con un martillo, al casco o domo de la caldera, a lo largo del cordón de soldadura. Los espaciamientos de los impactos, deben ser de unas 2 a 3 pulgadas (50 a 75 mms.), en las calderas de miniatura, de unas 6 pulgadas (150 mms.) en otros tipos de calderas. Los golpes deben aplicarse con la rapidez con la que un hombre puede asestar martillazos agudos, con vuelo, tan fuerte como le sea posible, sin deformar ni doblar las placas del cuerpo de la unidad. El peso del martillo debe ser equivalente al 10% del peso de un pie 2. de placa de la caldera, pero no menos de 1 lb.

Durante la prueba deberá utilizarse una placa curvada sobre la soldadura, la cual proporcionará cierta protección al cuerpo cilíndrico.

Esta prueba en la actualidad es motivo de controversia, y los requisitos para su aplicación pueden variar fácilmente.

C). - PRUEBA DE LA VALVULA DE SEGURIDAD.

Todas las valvulas deben inspeccionarse, y tienen que estar en buenas condiciones, de servicio. Las valvulas de seguridad son las que requieren de inspección más detenida ya que constituyen el dispositivo más importante de la caldera. En estas valvulas no debe haber acumulación de óxidos incrustaciones u otras materias extrañas dentro del cuerpo de la válvula que puedan dificultar su libre funcionamiento.

Para efectuar la prueba del libre funcionamiento de la válvula de seguridad se puede proceder de las siguientes formas:

1a Por medio de la elevación de la presión del vapor hasta el punto de escape o purga del vapor.

2a Llenando de agua la caldera, hasta que la válvula dispara por acción de la presión.

3a Disparando manualmente la válvula de seguridad por la acción de palanca.

Por supuesto que existen en algunos casos otros tipos de valvulas de seguridad, las cuales no es posible disparar manualmente, ya que son del tipo sellado.

El Inspector decidirá cuál método ha de emplearse en cada caso particular.

El paso libre de las valvulas de seguridad puede determinarse por medio de las palancas de prueba, pero esto puede hacerse únicamente si la presión del vapor está dentro del margen del 25% de la presión de regulación.

Las valvulas de seguridad no deben usarse para la purga de vapor durante el ajuste de los quemadores, ni para las pruebas que se efectúan en las calderas.

Al momento de probar la válvula de seguridad deben revisarse la tubería de escape, drenes y soportes para determinar:

- a.- Si son adecuados.
- b.- Los esfuerzos de la expansión.
- c.- Si los tubos están libres de obstrucciones.
- d.- Su disposición correcta.

En el caso de ser necesario, la conexión será retirada durante la prueba de la válvula de seguridad.

Por ningún concepto deberá instalarse una válvula de cualquier tipo intermedia entre la-

caldera o recipiente a presión y su válvula de seguridad. La válvula de seguridad tampoco deberá ser graduada en ninguna forma, para que admita una presión de trabajo mayor que la especificada en el certificado de Inspección, una vez que se haya probado.

2.- PRUEBAS DE TIPO NO DESTRUCTIVO.

A) PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO DE LOS TUBOS DE NIVEL DE LAS CALDERAS.

Para efectuar este tipo de pruebas se procede de la forma siguiente:

Se cierra la llave de comunicación con la cámara de agua y se abre el grifo inferior con lo que saldrá el vapor demostrándonos que está expedita la comunicación con la cámara de vapor; después se cierra esta comunicación y se abre la llave que comunica con la cámara de agua, con lo cual ésta fluirá y nos indicará el buen estado de la comunicación con la cámara de vapor; por último se cierra el grifo inferior de desagüe, y se abre la comunicación con la cámara de vapor y el agua ascenderá en el tubo hasta el mismo-

nivel que tiene la caldera.

B) METODO DE PRUEBA POR LIQUIDO PENETRANTE.

La aplicación satisfactoria de este método requiere un trabajo y técnicas especializadas para la interpretación de los resultados. Básicamente existen dos métodos aprobados por los códigos que pueden utilizarse, cada uno de los cuales puede elegir tres tipos de líquido penetrante

El método en sí consiste en la detección de grietas o aberturas que se presenten en las superficies de materiales ferrosos y no ferrosos, las cuales no son porosas.

Las discontinuidades típicas detectables en tales superficies, son fracturas, fisuras, astilladuras, defectos de fundición y laminaciones. El líquido penetrante se aplica a las superficies a examinar permitiendo la entrada a las aberturas antes citadas, después de lo cual el exceso de líquido deberá limpiarse. En seguida se utilizará un revelador el cual al combinarse con el líquido penetrante en las aberturas de las superficies sometidas a prueba, hará que se incremente-

la existencia de discontinuidades en la superficie de tal manera que podrán observarse a simple vista, o por el uso de luz negra. En este tipo de prueba puede utilizarse como el lquido penetrante, cualquier tipo de pintura visible o algún tipo de pintura fluorescente.

a) La pintura visible penetrante, contiene un colorante de tono contrastante, el cuál puede observarse claramente a la luz natural del día, o con la iluminación normal en interiores.

b) El penetrante a base de pintura fluorescente, la cuál contiene un colorante que es detectado bajo "Luz Negra"

PROCEDIMIENTO.

1º.- "Limpieza"

Es esencial que la parte o superficie a examinar debe estar perfectamente limpia, ya que el éxito del método dependerá de la facilidad con que entre en contacto el penetrante con las fallas existentes en el material. La limpieza incluye la remoción de herrumbre, costras, fundentes, salpicaduras, grasa, películas de aceite, agua, mugre, etc.. Esta-

limpieza deberá efectuarse en la superficie - del material pero particularmente en donde se presente algún defecto. Los limpiadores adecuados para este propósito son detergentes, solventes orgánicos, soluciones desincrustantes, chorro de arena abrasiva, vapor, etc.

2º.- "Secado"

Es esencial que la parte ó superficie a examinar deberá secarse debidamente antes de proceder a la aplicación del penetrante de tal modo que no exista humedad ó residuos de los limpiadores en cualquiera de los defectos existentes en el material.

3º.- "Aplicación del penetrante"

El penetrante puede aplicarse por medio de alguna brocha, ó por inmersión, o bien por medio de algún atomizador ó alguna pistola de aire. En general el tiempo de aplicación es corto, el tiempo mínimo de penetración debe ser por lo menos de tres minutos, sin embargo este tiempo mínimo puede ser ampliado dependien----

do de ciertas condiciones tales como cuando la temperatura está entre 40°F (4.4°C) y 60°F --- (15.5°C).

A 40°F (4.4°C) por ejemplo se sugiere el doble de tiempo que el correspondiente a una temperatura de 60°F (15.5°C).

Como técnica normal la temperatura de la superficie o parte a examinar a la cual se aplican el líquido penetrante, el agente limpiador, y la sustancia reveladora, no deberá ser menor de 40°F (4.4°C) ni mayor de 125°F (51.6°C) durante la prueba.

Con objeto de mantener la temperatura en el rango de 40°F (4.4°C) y 125°F (51.6°C) en el local de prueba se pueden utilizar sistemas de acondicionamiento de climas artificiales. Cuando no se pueda mantener la temperatura dentro de los límites antes citados, el tiempo de penetración tendrá que variar.

4° "Remoción del exceso de líquido penetrante"

Después de que haya transcurrido el tiempo de penetración adecuado, deberán limpiarse los residuos del líquido penetrante que existan sobre la superficie o zona de prueba.

En caso de no efectuar debidamente la limpieza, los residuos del líquido penetrante dejarán la superficie de prueba impregnada pudiendo interferir esto la indicación de defectos.

Deberá tenerse cuidado de no quitar el líquido penetrante de las partes defectuosas, al efectuar la limpieza.

Los procedimientos para quitar el exceso de líquido penetrante pueden ser los siguientes:

1.- Por medio de lavado con agua, para lo cual se recomienda que el lavado se efectúe por medio de un atomizador, no debiéndose emplear presiones mayores de 50 psi (3.5Kg/Cm²) ó temperaturas del agua mayores de 110°F (43.3°C).

2.- Por medio de postemulsificantes en este procedimiento se requiere de una etapa adicional.

Siendo esta etapa la aplicación previa de un emulsificante antes de la operación de limpieza.

El emulsificador puede aplicarse por medio de un atomizador, ó por medio de inmersión.

El tiempo de emulsificación es crítico y dependerá de la rugosidad de la superficie en -

que se aplique y del tipo de defectos observados, este tiempo variará de 5 a 10 minutos, - siendo el tiempo normal de 2 a 3 minutos. Después de la emulsificación, la mezcla es removida por medio de agua a presión usando el mismo procedimiento del de lavado con agua.

3.- Por medio de solventes; el exceso de líquido penetrante se quita de la superficie con estopa o trapos húmedos de solvente, pero deberá tenerse cuidado de no limpiar el líquido penetrante simplemente limpiando la superficie con un trapo limpio y seco.

4.- "Revelado".

Existen dos tipos de revelador que pueden ser usados el seco y el húmedo.

1.) El revelador seco es un polvo el cual es aplicado por medio de un cepillo suave, o una-- pistola de aire, formando una película sobre la superficie a ser examinada. La superficie deberá secarse antes de la aplicación del polvo, -- preferentemente con aire caliente.

El tiempo normal requerido para el revelado es aproximadamente la mitad del tiempo permitido para la penetración.

2.) El revelador líquido es una solución de polvo y agua ó un solvente volátil, éste se aplica por inmersión, pistola de aire o atomizador o por medio de una brocha. En cualquier caso cuando se seca el revelador, se deposita una película sobre la superficie por examinar; cuando se usa agua para la solución reveladora el tiempo de secado puede disminuirse aplicando aire caliente.

5º "Examen"

Es difícil apreciar la verdadera magnitud y tipo del defecto cuando la pintura está excesivamente difusa en el revelador. Por lo tanto es una buena costumbre proceder al examen inmediatamente después de la aplicación del revelador.

En ningún caso deberá efectuarse el examen después de haber secado el revelado.

a).- Con pintura penetrante visible, el revelador forma casi siempre una cortadura o marca más o menos clara. Los defectos de la superficie anarecen sobre el penetrante, los cuales son normalmente de color rojo. La iluminación deberá ser adecuada ya que en caso contrario la sensibilidad

lidad se verá disminuida.

b).- Con pintura penetrante fluorescente, el mecanismo es básicamente el mismo, excepto que el examen en este caso se efectúa en un cuarto usando "Luz negra". En este caso se utiliza un filtro de "Luz negra" de tal manera que la luz emitida deberá tener aproximadamente una longitud de onda de 3650 Ångströms. Además se requiere una intensidad luminosa de 90 a 100 pies, candela medida con el filtro para obtener una clara indicación de los defectos.

6°.- "Evaluación de las Indicaciones"

- a).- Las "indicaciones lineales" son aquellas cuya longitud es mayor del doble del espesor.
- b).- Las "indicaciones concéntricas" son aquellas cuya forma puede ser circular o elíptica con una longitud menor del doble del espesor.
- c).- Cualquier indicación dudosa deberá verificarse nuevamente para estar seguros de los defectos que presente, el objeto examinado.
- d).- En general las áreas que presentan penetración de pigmento o sustancia colorante muy extensas deben interpretarse como indicación-

de un procesado inapropiado por lo que tales superficies deberán someterse nuevamente a prueba con un procedimiento modificado y adecuado.

7º "Normas de Aceptación"

Todo material examinado, deberá estar libre de defectos, de tipo concéntrico equidistantes en línea recta entre uno y otro -- por 1/16 pulg. cuando menos, excepto cuando la especificación del material establezca requisitos diferentes.

8º "Remoción y reparación de defectos"

Los defectos inaceptables deberán ser eliminados, y nuevamente examinados para asegurarse de su completa eliminación.

Cuando se elimine un defecto y posteriormente se repare sin necesidad de soldadura, el área tratada deberá dejarse libre de figuras, y grietas o rebabas.

Cuando se requiera soldar después de la eliminación de algún defecto, el área tratada deberá limpiarse y efectuar el trabajo de soldadura de acuerdo con un procedimiento calificado.

Una vez efectuada la reparación, ésta debe ser nuevamente examinada, por el método originalmente utilizado para la detección del defecto.

METODO DE EXAMEN POR MEDIO DE PARTICULAS MAGNETICAS.

Este método de examen a base de partículas magnéticas está aprobado por los códigos y básicamente es utilizado para la detección de discontinuidades en soldaduras, placas piezas forjadas y hierro fundido. La sensibilidad en este método es muy grande para la detección de defectos superficiales y marcas profundas en superficies; Este método solamente es aplicable a materiales ferromagnéticos.

DESCRIPCION DEL METODO

Este método de examen consiste en la magnetización cercana a la saturación del área -- por examinar y en seguida aplicando partículas magnéticas sobre la superficie en cuestión. Las partículas deberán mantenerse sobre las -- fracturas u otras discontinuidades existentes en la superficie debido a la dispersión del -

campo magnético.

MAGNETIZACION

Puede emplearse cualquier medio adecuado para el establecimiento del flujo magnético - necesario, una forma puede ser haciendo pasar una corriente eléctrica a través del material, consiguiendo con esto un acoplamiento magnético (La sección a examinar viene a ser las veces de imán), otra forma es abarcando la parte o superficie a examinar con una bobina, a través de la cual se hace pasar una corriente magnetizante.

MEDIOS PARA EL EXAMEN.

Las partículas magnéticas utilizadas para detectar los defectos deberán ser de las características siguientes:

1).- Partículas Secas.-

Si se utilizan partículas secas para realizar el examen deberán ser de alta permeabilidad y baja retentividad de tal forma y dimensiones que produzca indicaciones adecuadas. Es deseable que el color sea tal que proporcione un contraste adecuado con respecto a la superficie examinada.

2).- Partículas Húmedas.

Si se utilizan partículas húmedas, estas deberán ser rojas, negras o fluorescentes cuando puedan observarse con iluminación a base de rayos ultravioleta. Las partículas deberán mantenerse en un medio líquido adecuado, con una concentración de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de las mismas.

ORIENTACION DE DEFECTOS.

De acuerdo con la forma de producir el flujo magnético se detectarán con gran sensibilidad los defectos lineales situados perpendicularmente a las líneas de flujo, y con una sensibilidad mínima los defectos lineales situados paralelamente a las líneas de flujo.-- Por lo tanto para obtener una detección más efectiva de los defectos, será necesario examinar cada área cuando menos dos veces, produciendo las líneas de flujo en sentido perpendicular entre la primera y segunda magnetización. Una vez efectuada la inspección, la demagnetización según se desee puede o no efectuarse.

PROCESO DEL METODO.

a).- Preparación de la superficie.

La superficie por examinar deberá estar limpia y seca, estando libre de aceite, polvo, herrumbre, o incrustaciones.

En general pueden obtenerse resultados--satisfactorios cuando la superficie por examinar es soldadura, superficies laminadas, piezas fundidas o piezas forjadas.

Sin embargo en algunos casos las superficies a examinar deberán prepararse esmerilandolas ó maquinandolas, cuando las condiciones de las mismas no presenten con claridad los defectos existentes.

b).- Técnica para la Magnetización

La magnetización se efectúa por medio de un equipo eléctrico portátil el cual debe ser operado sobre la superficie a examinar.

Este equipo deberá estar provisto de un interruptor para control remoto, que permita al inspector proporcionar la corriente magnetizante una vez que el equipo se ha instalado en la posición adecuada y que además una vez terminada la operación de magnetización, permita cortar la corriente magnetizante, evitando

do con esto la formación de un arco voltaico.

c). - Espaciamiento:

El espaciamiento entre un punto magnetizado y el siguiente por magnetizar como máximo debe ser de 8 pulg- (0.20 m) si embargo se pueden utilizar espaciamientos menores dependiendo de la forma del área por examinar, o del grado de sensibilidad deseado, pero el es pa cia m i e n t o no deberá ser menor de 3 pulg. --- (0.075m).

Se deberá tener cuidado para evitar sob re ca l e n t a m i e n t o quemaduras de la superficie -- por examinar especialmente cuando el material tenga alto contenido de carbono, ya que esto puede causar manchas ó grietas.

d). - Procedimiento

Una vez que se ha instalado el equipo - en el lugar adecuado sobre la superficie por examinar y que se ha efectuado la magnetización se procede a depositar el polvo de partículas magnéticas sobre la superficie magnetizada. El exceso de polvo debe eliminarse por medio de aire, teniendo cuidado de no retirar: el polvo de los defectos.

Con objeto de conocer la magnitud de las marcas producidas por las discontinuidades en el material examinado deberá observarse cuidadosamente la formación de indicaciones desde el momento en que empiezan a aplicarse las -- partículas magnéticas, y también al momento -- en que empieza a retirarse el exceso de estas partículas.

Con objeto de facilitar la observación -- de las marcas sobre el material, y de que sean claramente notados los defectos será necesario disponer de una buena iluminación.

f). Evaluación de las Indicaciones .

Las discontinuidades y defectos son detectados por la retención de las partículas magnéticas en los lugares en que se presentan las -- fallas, sin embargo no necesariamente siempre -- tales indicaciones son señales de defectos, ya que pueden presentarse también este tipo de -- indicaciones debido a una superficie excesivamente rugosa, variación en la permeabilidad -- magnética (generalmente en zonas afectadas por altas temperaturas.)

Por lo tanto cada tipo de indicación debe ser debidamente analizada para determinar si se trata de algún defecto importante.

Cualquier tipo de discontinuidad lineal deberá rechazarse procediendo a eliminarla, y repararla y posteriormente se volverá a examinar para cerciorarse de que el trabajo de reparación ha sido eficiente.

METODO ULTRASONICO PARA EXAMEN DE SOLDADURAS.

Debido a lo extenso que resultaría la explicación de este método en forma detallada, solamente me concretaré a dar una breve descripción del mismo, ya que es un método de pruebas muy ventajoso y aprobado por los códigos de fabricación.

Este método se emplea comunmente en la detección y localización de defectos en soldaduras y zonas afectadas por sobrecalentamientos.

Existen dos variantes en este tipo de prueba las que se han denominado.

- a).- Método del Rayo en Angulo, y
- b).- Método del Rayo Directo.

De preferencia y siempre que sea posible

es recomendable tratar de detectar defectos en soldaduras mediante el método del rayo en ángulo aplicándose únicamente el método del rayo directo en aquellos casos en que la geometría de la parte a examinar no permita la aplicación del rayo en Ángulo.

En cualquiera de los dos casos, el método consiste en la utilización de un equipo electrónico el cual emite un rayo de alta frecuencia nominal (2.25 MHz) incidiendo y penetrando este en la estructura del material sometido a prueba, con objeto de que dicho rayo nos pueda detectar las condiciones del material por examinar, al evaluar, las indicaciones del mismo relacionadas estas con las amplitudes del "Nivel de referencia" siendo este nivel de referencia la respuesta de referencia corregida por distancia por medio de una curva "Amplitud distancia" electrónicamente modificada por un mecanismo de transferencia.

Como puede observarse este método está basado en la interpretación de las señales indicadas como resultado de la operación de un equipo electrónico de rayos ultrasónicos.

En la actualidad algunas de las compañías aseguradoras en nuestro país están en condiciones de ofrecer un seguro específico para proteger contra los daños que por su propia explosión sufran calderas y/o recipientes sujetos a presión:

Sin embargo la aceptación de estos seguros por parte de las compañías de seguros, está condicionada a cumplir con varios requisitos, entre los cuales el más importante desde el punto de vista técnico es el de practicar una Inspección al equipo por asegurar, y que los resultados -- sean satisfactorios. Para efectuar las Inspecciones correspondientes, algunas compañías cuentan con un departamento de Ingeniería en el cuál existen elementos que efectúan este tipo de trabajos. Los trabajos de Inspección son realizados tendiendo a apegarse a lo expuesto en los capítulos precedentes de tal manera que si existieran condiciones que a juicio del Inspector representaran alguna agravación de riesgo se optaría por negar la cobertura pretendida.

Deseo hacer hincapié en el hecho de que las

Inspecciones no solamente se realizan con el objeto de aceptar ó rechazar los seguros, ya que estas se efectúan periódicamente una vez que se ha contratado el seguro correspondiente. La frecuencia con que se lleven a cabo - tales Inspecciones dependerán de las condiciones que presenten en cada caso particular los equipos asegurados.

Otra de las finalidades de las Inspecciones es la de asesorar a todas aquellas empresas aseguradas que carezcan de personal técnico calificado, tanto en la operación -- como en el mantenimiento que deba proporcionarse a los equipos que normalmente trabajen a presión; esto desde luego representa una -- conveniencia tanto para el asegurado como -- para la Compañía Aseguradora, además de que con esto obviamente el índice de seguridad -- en tales empresas se incrementa.

En algunas empresas en que se tiene personal técnico ocasionalmente se hacen notar las anomalías encontradas durante la Inspección, puesto que es muy común que éste personal técnico se acostumbre a ver como norma-

les algunas deficiencias.

Considerando que pueda ser de utilidad el conocer las coberturas que pueden otorgar las Compañías Aseguradoras, mediante su póliza específica de Calderas y/o Recipientes sujetos a presión, me permito mencionarlas a continuación.

SECCION I CALDERAS Y RECIPIENTES SUJETOS A PRESION CON FOGON.

Bajo esta sección quedarán cubiertos los bienes asegurados contra los daños materiales causados por:

- a) La rotura súbita, violenta e instantánea de cualquier parte de la caldera o recipiente, causada por presión de vapor, agua u otro líquido dentro de las mismas.
- b) La explosión súbita, violenta e instantánea de gas proveniente del combustible no quemado dentro del horno de la caldera o recipiente o de los conductos de gas que van desde el horno hasta su descarga en la chimenea y siempre que se esté utilizando el combustible mencionado en la especificación.
- c) La deformación súbita, violenta e instantánea de cualquier parte de la caldera o recipiente

provocada por presión ó vacío del agua, vapor u otro fluido dentro de la misma y que inmediatamente evite o haga inseguro su uso.

- d) El agrietamiento de cualquier parte de fierro, cobre o bronce o cualquier otro material fundido, en calderas de baja presión (hasta 1.05 Kg./Cm.² en vapor y 2.10 Kg./Cm.² en agua). Siempre que tal agrietamiento permita la fuga del fluido contenido.
- e) La quemadura por insuficiencia de agua, vapor u otro fluido dentro de la caldera ó recipiente y que inmediatamente evite o haga inseguro su uso.

SECCION II RECIPIENTES SUJETOS A PRESION SIN FOGON.

Bajo esta sección quedarán cubiertos los bienes - asegurados contra los daños materiales causados por:

- a) La rotura provocada en forma súbita, violenta e instantánea por la presencia de la presión de vapor, aire, gas, ó líquido que contenga - el recipiente.
- b) La deformación del recipiente ó de cualquiera de sus partes provocada en forma súbita, vio-

monto del daño material sufrido por cada caldera ó recipiente sujeto a presión, ni del -- 10% de la Suma Asegurada asignada a cada uno de ellos.

SECCION IV CONTENIDOS.

Esta sección ampara el escape de, o daños a, los fluidos o sustancias contenidas en cualquiera de los bienes asegurados, que resulten de haberse realizado un siniestro indemnizable cubierto en la póliza.

SECCION V TUBERIAS.

Esta sección ampara la tubería contra los riesgos de rotura, o deformación en forma súbita violenta e instantánea, causada por la presión del vapor, aire, gas o líquido contenido en dichas tuberías.

SECCION VI RESPONSABILIDAD CIVIL POR DANOS A TERCEROS EN SUS BIENES.

Esta sección comprende la responsabilidad civil extracontractual en que incurra el Asegurado -- por daños causados a bienes de terceros, como -- consecuencia directa de la realización de los-

riesgos cubiertos ocurridos a los bienes amparados conforme a las estipulaciones de la póliza.

SECCION VII RESPONSABILIDAD CIVIL POR DANOS
A TERCEROS EN SUS PERSONAS.

Esta sección comprende la responsabilidad ci
vil extracontractual en que incurra el Asegurado
por la muerte o las lesiones que sufra
cualquier persona, como consecuencia directa
de la realización de los riesgos cubiertos -
ocurridos a los bienes amparados conforme a
las estipulaciones de la póliza.

Respecto a las secciones VI y VII (Res
ponsabilidad Civil), quedan también cubier-
tos dentro de los límites de la Suma Asegu-
rada de cada sección, los gastos que se erogu
en con motivo de los procedimientos jurdi-
dicos que se siguieren contra el Asegurado.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES.

En vista del actual desarrollo de nuestro país y especialmente en lo concerniente a la - expansión Industrial, se puede considerar que a la fecha existe una gran variedad de calderas y recipientes sujetos a presión en proceso de fabricación, Instalación, y operación normal. Este hecho implica la razón de hacer destacar la importancia de realizar los trabajos de - Inspección en tales equipos de la manera más adecuada posible.

En los países altamente Industrializados este aspecto se considera de capital importancia, motivo por el cual cuentan con suficiente personal, equipo, y experiencia para lograr los mejores resultados al realizar las Inspecciones de equipos sujetos a presión.

Por lo antes expuesto, finalmente puedo concluir que el objetivo principal que se debe pretender mediante estas Inspecciones, es el de eliminar al máximo posible los riesgos latentes que implican tales equipos, cuando no se tiene un control adecuado de los mismos.

Para lograr tal objetivo considero necesario satisfacer los requisitos básicos siguientes:

1º.- Disponer de Inspectores con las características que a continuación se exponen:

a) Que cuenten con una preparación técnica a nivel de estudios superiores, con el respaldo de por lo menos tres años de experiencia en el campo de las Inspecciones de equipos sujetos a presión.

b) Que tengan un conocimiento lo más amplio posible de los códigos de fabricación de equipos sujetos a presión, así como de los reglamentos existentes para la Inspección de equipos sujetos a presión, ya instalados y/o en operación.

2º.- Disponer de equipo apropiado para realizar las Inspecciones en la forma más completa posible.

3º.- Establecer un programa de Inspecciones con la frecuencia que requieran los equipos sujetos a presión, durante su fabricación.

Instalación u operación, tomando en cuenta sus características particulares.

4º.- Compilación de una información lo más completa posible de siniestralidad en los equipos sujetos a presión, para tener una experiencia más amplia en este campo que nos permita poder analizar tales siniestros y su grado de incidencia.

5º.- Contar con algún laboratorio de Investigación de accidentes ocurridos a los equipos sujetos a presión, para poder determinar las causas que los originaron, y con ello poder establecer medidas preventivas, que puedan evitar futuros daños.

6º.- Mantener una constante actualización en este campo especializado a través de la más alta tecnología existente.

Una vez satisfechos los requisitos básicos antes citados, se podrá lograr un excelente grado de confiabilidad en la utilización de los equipos sujetos a presión.