



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA

CAMPUS II

**“EVALUACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA
OFICIAL MEXICANA NOM-020-STPS-2002, RECIPIENTES
SUJETOS A PRESIÓN Y CALDERAS, FUNCIONAMIENTO-
CONDICIONES DE SEGURIDAD, APLICABLE AL
GENERADOR DE VAPOR DE LA FES-ZARAGOZA.”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

I N G E N I E R O Q U Í M I C O

P R E S E N T A:

MACÍAS MEDINA ALBERTO CHRISTHIAN

MÉXICO, D.F.

JUNIO

2013





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

ZARAGOZA

CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

OFICIO: FESZ/JCIQ/ 372/12

ASUNTO: Asignación de Jurado

Alumno (a): Macías Medina Alberto Christian

PRESENTE

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado, la jefatura a mi cargo, ha propuesto a los siguientes sinodales:

PRESIDENTE	I.Q. HUGO HÉCTOR MARTÍNEZ Y ROJAS
VOCAL	I.Q. EVERARDO ANTONIO FERIA HERNÁNDEZ
SECRETARIO	I.Q. CUAUHTÉMOC LAGOS CHAVEZ
SUPLENTE	M. en C. FAUSTO CALDERAS GARCÍA
SUPLENTE	I.Q. JAVIER TORRES LUNA

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
México D.F. a 25 de octubre de 2012

JEFE DE CARRERA

DR. ROBERTO MENDOZA SERNA





Agradecimientos.

Ante todo gracias a Dios, por permitirme vivir todos los momentos buenos, difíciles y aún los más tristes que me han dado la madurez y fortaleza para superarme y seguir adelante.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza por su apoyo decidido, generoso y desinteresado durante mis estudios.

A los profesores y al jurado del examen de quienes aprendí lo necesario para llegar a este momento y que me han formado profesionalmente.

Gracias también a mis estimados AMIGOS de la facultad, que me apoyaron y me permitieron entrar en su vida durante los años de la universidad.

A mis amigos que nos apoyamos mutuamente en nuestra formación profesional y que hasta ahora, seguimos siendo amigos: Citlali Pérez, Faviola Caballero, Martha Rico, Víctor Prado y a Deyanira Soriano por haberme insistido a realizar este trabajo.

A mis familiares por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

¡Gracias a ustedes!



ÍNDICE



ÍNDICE

	Página
RESUMEN	8
INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO I. SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	
1. Planteamiento sobre la Seguridad Industrial.	14
1.1 Objetivo de la Seguridad Industrial.	18
1.2 La Seguridad Laboral.	19
1.3 Higiene Industrial.	19
1.3.1 Objetivo de los programas de Higiene Industrial.	20
1.3.2 Definición de enfermedad profesional.	20
1.3.3 Lista de Enfermedades, sustancias tóxicas y de profesiones, industrias o correspondientes.	21
1.3.4 Clasificación de agentes ambientales.	22
1.4 Impacto de la Higiene y Seguridad Industrial.	23
1.5 Cultura de Seguridad y Prevención de Riesgos.	25
CAPÍTULO II. RECIPIENTES SUJETOS A PRESION	
2. Recipientes sujetos a presión.	28
2.1 Clasificación de los recipientes sujetos a presión.	28
2.1.1 Usos y aplicaciones de los recipientes sujetos a presión.	28
2.1.2 Materiales empleados en la fabricación de los recipientes sujetos a presión.	29
2.1.3 Peligros asociados con recipientes a presión.	29
2.1.4 Inspección de Recipientes sujetos a presión.	31
2.2 Generadores de vapor y Calderas.	31
2.2.1 Tipos de calderas.	33
2.2.2 Calderas de gran volumen de agua.	33
2.2.3 Caldera de mediano volumen de agua (Ignitubulares).	34
2.2.4 Calderas de mayor superficie de calefacción.	35
2.2.5 Calderas de Pequeño Volumen de Agua.	37
2.2.6 Calderas de mayor Volumen de Agua.	40
2.2.7 La válvula de seguridad y alivio.	41
2.3 Principales características del generador de vapor Clayton.	44



CAPÍTULO III. LEGISLACIÓN EN MATERIA DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO

3. Antecedentes Históricos de la legislación para la prevención de riesgos de trabajo en México.	50
3.1 Legislación Nacional.	50
3.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.	50
3.1.2 Ley Federal de Trabajo.	51
3.1.3 Ley del Seguro Social.	55
3.1.4 Ley General de Salud.	56
3.1.5 Ley Federal sobre Metrología y Normalización.	58
3.1.6 Reglamento Federal de Seguridad e Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.	58
3.2 Normas Oficiales Mexicanas.	64
3.3 Legislación Internacional.	67

CAPÍTULO IV. INSPECCIÓN DE RECIPIENTES SUJETOS A PRESIÓN

4. Inspección de los recipientes.	70
4.1 Pruebas no destructivas.	70
4.1.1 Inspección visual.	71
4.1.2 Líquidos penetrantes.	71
4.1.3 Ultrasonido.	71
4.1.4 Medición de espesores.	72
4.1.5 Metalografía.	72
4.1.6 Dureza.	72
4.2 Procedimientos para realizar las pruebas no destructivas a los recipientes sujetos a Presión.	73
4.2.1 Procedimiento para la Inspección visual.	73
4.2.2 Procedimiento para la Inspección con líquidos penetrantes.	75
4.2.3 Procedimiento para la Detección de fallas con haz angular de ultrasonido.	78
4.2.4 Procedimiento para la Detección de fallas con haz recto de ultrasonido.	86
4.2.5 Procedimiento para la Medición de espesores.	89
4.2.6 Procedimiento para la Réplica metalográfica de campo.	91
4.2.7 Procedimiento para la Medición de durezas.	94

CAPÍTULO V. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA Y SUS EQUIPOS

5. Descripción general de la Planta.	99
5.1 Los Equipos de proceso.	99
5.2 Sección de Laboratorios.	100
5.3 Servicio de vapor.	101



CAPÍTULO VI. REQUISITOS PARA LA EVALUACIÓN DE UN RECIPIENTE SUJETO A PRESIÓN

6. Identificación de los equipos susceptibles de ser evaluados por la NOM-020-STPS-2002.	103
6.1 Excepciones.	103
6.2 Información requerida.	104
6.3 Requisitos mínimos de seguridad para los equipos.	105
6.3.1 Condiciones físicas y operativas.	105
6.3.2 Requisitos documentales.	106

CAPÍTULO VII. REALIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN

7. Realización global del proyecto.	109
7.1 Alcances del proyecto.	109
7.2 Plan de trabajo.	110
7.3 Presentación del plan de trabajo a la empresa.	112
7.4 Ejecución del plan de trabajo.	112
7.5 Documentación solicitada a las áreas de trabajo.	114

CAPÍTULO VIII. TRÁMITE DE AUTORIZACIÓN ANTE LA STPS

8. Trámite de permiso ante la STPS.	117
8.1 Procedimiento para obtener la autorización de funcionamiento.	117
8.2 Cómo se efectúan las inspecciones.	119
8.3 ¿Qué es una verificación?	119
8.4 Unidades de Verificación.	120
8.5 Documentos que la U.V. solicita al usuario, previo a la verificación.	120
8.6 Obligaciones de la U. V.	121

CAPÍTULO XI. RESULTADOS

9. Resultados	125
9.1 Hojas de la evaluación	126

CONCLUSIONES	139
---------------------	------------

BIBLIOGRAFÍA	142
---------------------	------------



RESUMEN



Resumen.

En el presente proyecto se evaluó el cumplimiento de la Norma aplicable, en materia de seguridad y salud en el trabajo, en la operación del generador de vapor de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, utilizando para ello como referencia la Norma Oficial Mexicana 020-STPS-2002, Recipientes sujetos a presión y calderas-Funcionamiento-Condiciones de Seguridad y la Guía para el trámite de autorizaciones y bajas de: Recipientes sujetos a presión y/o generadores de vapor emitida por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). Para la realización del proyecto, primeramente se diseñó un plan de trabajo, el cual fue autorizado por el ingeniero encargado de la Planta Piloto de la FES Zaragoza y después aplicado en tiempo y forma.

Se revisó toda la documentación que actualmente existe dentro de la Planta Piloto referente al generador de vapor, según lo solicita la NOM-020-STPS-2002, referida anteriormente y se determinaron los documentos faltantes que dicha norma refiere.

Se elaboró un informe detallado de los hallazgos encontrados al realizar esta evaluación, el cual se entregó al ingeniero encargado de la Planta Piloto.

Como resultados del presente trabajo se encontró que actualmente el generador de vapor de la Planta Piloto cubre un 30% de la documentación solicitada por la NOM-020-STPS-2002, por lo cual no podrá solicitar autorización de operación ante la Secretaría del Trabajo y Previsión Social.

Dado los resultados obtenidos en el presente trabajo, finalmente se elaboró una serie de recomendaciones para lograr el 100% de cumplimiento de la NOM-020-STPS-2002 y se entregó al encargado de la Planta Piloto.



INTRODUCCIÓN



Introducción.

Los recipientes sujetos a presión, generadores de vapor y las calderas forman parte fundamental de la vida cotidiana de muchas empresas. Los recipientes sujetos a presión se utilizan en diversas actividades, ejemplos de ellos son los compresores requeridos para inflar las llantas a los vehículos de la empresa, los tanques hidroneumáticos que sirven para bombear el agua desde una cisterna hasta un tanque elevado, las marmitas que se utilizan para la cocción de los alimentos en el comedor de la empresa; los generadores de vapor necesarios para producir el vapor requerido para los procesos de esterilización en los hospitales, entre otros.

La caldera o generador de vapor, suele utilizarse para servicios tales como el agua caliente de las duchas, o para la alimentación de las máquinas lavaplatos, sin considerar todos los procesos en los que se requiere de vapor seco o húmedo para la transformación de materias primas en productos o subproductos terminados.

Es atribución de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social emitir normas oficiales mexicanas de seguridad y salud en el trabajo para que en los centros de trabajo se adopten medidas de seguridad que protejan a los trabajadores, a las instalaciones y a las inversiones de los empleadores.

En ese sentido, la NOM-020-STPS-2002 establece las condiciones de seguridad y las medidas preventivas para evitar riesgos de trabajo por el uso y el funcionamiento de los recipientes sujetos a presión y calderas en los centros de trabajo, que cuenten con mayores probabilidades de riesgo por variables de presión, dimensiones y fluidos, a los que la STPS les otorga números de control.

La Secretaría del Trabajo y Fomento al Empleo en el Distrito Federal, informó que cada año se registran a nivel nacional un promedio de mil 368 muertes de trabajadores, muchas de las cuales pudieron evitarse con prevención.

Durante la celebración del Día Internacional de la Seguridad y la Salud en el Trabajo 2011, se llamó a los gobiernos federales y estatales a invertir en Seguridad e Higiene en el Trabajo, ya que el 90 por ciento de las empresas mexicanas no cumplen con la normatividad en la materia. Ante autoridades y representantes de la Comisión Consultiva Estatal de Seguridad e Higiene en el Trabajo del Distrito Federal (COCOESHT-DF), resalto la importancia de crear conciencia entre las partes laboral y patronal para prevenir accidentes y enfermedades dentro del gremio.

Como ya se mencionó, el uso de calderas o generadores de vapor es cotidiano en la industria de procesos; sin embargo este uso representa un riesgo para la integridad de los trabajadores, de las instalaciones y en casos extremos del medio ambiente, ya que por fallas o errores en la operación de estos equipos existe una alta probabilidad de terminar en accidentes, tal es el caso de lo sucedido en la Refinería “Antonio Dovalí Jaime” del sistema PEMEX Refinación, ubicada en la ciudad de Salina Cruz Oaxaca, ocurrido en el mes de septiembre del 2006, en donde se registro una fuerte explosión en la caldera CB-6, que provoco un incendio en la planta de alquilación, junto a la planta catalítica, altamente toxicas, este hecho resulto muy peligroso no solo para quienes laboran en la Refinería sino para la población que la circunda en un radio de ocho kilómetros, pues una fuga de la planta



de sustancias altamente explosivas pudo acabar con toda la vida presente en esa superficie y todo esto debido a la falta de mantenimiento en los equipos. Como consecuencia de la situación 15 trabajadores sufrieron quemaduras en un 80 % del cuerpo, teniendo algunos impactado el cuerpo por proyectiles metálicos y fracturas.

Para evitar en lo posible accidentes de este tipo de equipos de proceso, es necesario realizar auditorías, análisis de riesgos y verificaciones de las condiciones de operación de los equipos para que se ajusten o cumplan con la estricta normatividad para así poder evitar daños al personal, equipos y entornos.

Uno de los métodos para el análisis y supervisión de riesgos más efectiva está basada en la realización de Evaluaciones del Cumplimiento de la Normatividad en materia de seguridad, salud y medio ambiente de trabajo, la cual toma como base la Normatividad Oficial Mexicana.

La Secretaría del Trabajo y Previsión Social emite Normas Oficiales para cumplir con los lineamientos respectivos de cada una de ellas y evitar daños a los trabajadores y pérdidas a las empresas.

Al realizar dicha evaluación normativa se pueden identificar si cumple o no con ésta, así como proponer medidas para mejorar la seguridad.

Dado lo anterior en el presente proyecto se planteo el Objetivo General:

Evaluar el Cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana 020-STPS-2002, Recipientes sujetos a presión y calderas-Funcionamiento-Condiciones de seguridad; en la operación del generador de vapor de la Planta Piloto de la FES Zaragoza con el fin de verificar si se encuentra o no dentro de los parámetros que esta Norma dicta.

Para dar cumplimiento al objetivo general se plantearon los siguientes objetivos particulares:

- Elaborar un plan de trabajo para verificar el cumplimiento de la normatividad en la operación del generador de vapor de la Planta Piloto de la FES Zaragoza.
- Revisar, en las instalaciones de la Planta Piloto de la FES Zaragoza la información existente referente al generador de vapor, con base al plan de trabajo.
- Determinar la pertinencia de los documentos.
- Determinar, después de haber analizado todos los rubros planteados en este proyecto si existe documentación faltante requerida por la STPS.
- Elaborar un informe detallado de los hallazgos encontrados en esta evaluación.
- En el caso que no se cumpla con la Normatividad hacer las recomendaciones pertinentes, tendientes a cumplir con el 100% de los requisitos de la Norma aplicable para el funcionamiento, operación y mantenimiento del generador de vapor de la FES Zaragoza.



CAPÍTULO I SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL



1. Planteamiento sobre la Seguridad e Higiene Industrial.

El hombre, a lo largo de la historia, se ha visto acompañado de accidentes, bajo las más diversas formas y circunstancias, desde las cavernas hasta los confortables hogares de la actualidad.

Al ejecutar actividades productivas es evidente que el riesgo a tenta contra la salud y el bienestar. Conforme se ha ido haciendo más compleja la realización de las actividades de producción, se han multiplicado los riesgos para el trabajador y sean producido numerosos accidentes y enfermedades laborales. Sin embargo, no obstante la importancia que representa para el hombre el mantenimiento de condiciones saludables y seguras, el reconocimiento de dichos factores es un hecho muy reciente y se puede llegar a apreciar su evolución por el estudio de la seguridad e higiene industrial.

La introducción de la maquinaria para la producción cambio integralmente el cuadro industrial, a finales del siglo XVII se desarrolló en Inglaterra el sistema de fábricas, descuidándose el bienestar físico de los trabajadores. Los accidentes y enfermedades causaban una gran cantidad de muertes a los grupos laborales sometidos a los trabajos de largas horas sin protección, con ventilación e iluminación inadecuados.

A medida que el desarrollo industrial avanzaba, la tarea de los trabajadores se fue haciendo más especializada, por lo que un accidente repercutía directamente en la producción, dado que esta era interrumpida, provocando pérdidas económicas para la empresa, de tal modo los patrones se fueron interesando cada vez mas por el control de las causas de los accidentes, así como reducir los riesgos de las actividades a los que estaban expuestos sus trabajadores. Con el paso de los años se fue haciendo más necesario el realizar estudios de medio ambiente laboral hasta llegar a lo que se ha manejado como Seguridad e Higiene Industrial.

Por lo anterior la Seguridad e Higiene Industrial es una rama que se ocupa de las normas, procedimientos y estrategias, destinados a preservar la integridad física de los trabajadores, de este modo, la Seguridad e Higiene Industrial esta en función de las operaciones de la empresa, por lo que su acción se dirige, básicamente, a prevenir accidentes laborales y a garantizar condiciones personales y materiales de trabajo capaces de mantener un nivel óptimo de salud de los trabajadores.

La Seguridad Industrial es una realidad compleja, que abarca desde problemáticas estrictamente técnicas hasta diversos tipos de efectos humanos y sociales. A la vez, debe ser una disciplina de estudio en la que se han de formar los especialistas apropiados, aunque su naturaleza no corresponde a las asignaturas académicas clásicas, sino a un tipo de disciplina de corte profesional, aplicado y con interrelaciones legales muy significativas.

La propia complejidad de la Seguridad Industrial aconseja su clasificación o estructuración sistemática. En eso, no se hace sino seguir la pauta común del conocimiento humano, que tiende a subdividir las áreas del saber con objeto de hacerlas más posibles, no sólo a su estudio, sino también a su aplicación profesional.



La Seguridad Industrial es divisible como disciplina, y que ello mejora tanto el nivel de impartición educacional, como la comprensión de la fenomenología asociada a los riesgos industriales, e igualmente la articulación legal de las disposiciones preventivas que se han ido promulgando. Al considerar y estudiar la evolución de los conceptos anexos a la Seguridad Industrial se aprecia que, bien los técnicos, bien los legisladores, han optado por abordar los temas de manera limitada en cuanto a sus casos. Un intento omnicomprendivo de la Seguridad hubiera sido fallido por la imposibilidad de abarcar todo el campo afectado. Los técnicos y legisladores han ido reaccionando a medida que era posible abordar una problemática acotable y de solución posible. Ello ha influido en que la Seguridad Industrial presenta, de hecho, una estructuración relativamente fácil de identificar, que precisamente se comenta en este capítulo.

La estructura de la Seguridad Industrial está dada según tres niveles relativos al ámbito cubierto, y según varios pilares de vertebración de su estudio. Los tres niveles hacen referencia a:

- Seguridad laboral u ocupacional.
- Seguridad de los productos industriales.
- Seguridad de los procesos y las instalaciones industriales concretas (empresas, servicios, instalaciones).

En cuanto a los pilares de estudio podemos señalar las líneas siguientes:

- Análisis según el origen físico del riesgo.
- Metodologías generales de Seguridad y principios de aplicación genéricos (como los conceptos de Costo-Beneficio, uso de normatividad).
- Metodologías específicas de diversas áreas (Alta Tensión, Baja Tensión, Máquinas).

La *seguridad*, como tantos otros conceptos genéricos, tiene una acepción amplia y no exenta de subjetividad. *Seguro e inseguro* son adjetivos que aplicamos con relativa ligereza a situaciones de la vida, sin que necesariamente nuestra apreciación responda a un análisis riguroso de aquello que juzgamos. De hecho, tal análisis es a menudo imposible de efectuar porque en él concurren circunstancias no gobernadas por leyes físicas, sino por la decisión de personas. Esa es en general una importante causa de subjetividad e incertidumbre. La otra lo es la propia naturaleza, a través de sus agentes meteorológicos, sismo tectónicos y demás. Es obvio que el factor humano y el elemento natural van a estar siempre presentes en todas las actividades, incluidas las industriales, pero en éstas cabe reducir la incertidumbre propiamente industrial hasta límites muy bajos, acordes con los principios de protección que deben inspirar la Seguridad Industrial como técnica.

En la evolución histórica del desarrollo industrial suelen distinguirse tres fases que pueden caracterizarse por los conceptos primordiales o más significativos de cada una de ellas.

La primera fase, propia de los albores de la revolución industrial, estuvo fuertemente marcada por el concepto de *productividad*, pues resultaba primordial asegurar que los nuevos procesos de producción tuvieran capacidad suficiente para rentabilizar las inversiones requeridas. Es una fase que se dio sobre todo en los países de más temprana industrialización, pero que también se aprecia en los países de incorporación más tardía a la revolución industrial, en los cuales se hubo que hacer un primer esfuerzo para asimilar tecnología y hacerla productiva, por encima de otras consideraciones.

En una segunda etapa, el concepto de *seguridad* adquiere la mayor relevancia, en su doble vertiente de seguridad interna en la fabricación o en los procesos industriales, y seguridad



externa en el uso de los productos o los servicios industriales. Tan pronto se dominaron las técnicas fundamentales de la industrialización en los diversos países, y según su historia particular de desarrollo, se produjo cierto realineamiento de objetivos, en los cuales la seguridad aparece como característica a cumplir necesariamente, aunque no de manera maximalista. Bien es cierto que en esta segunda fase el concepto de productividad siguió siendo imprescindible, y de hecho las fases de la industrialización se suceden precisamente porque se van asumiendo y madurando los objetivos de las etapas previas. El concepto de seguridad aparece ligado a lo que podríamos denominar requisitos imprescindibles, que dependen del estado del arte.

Aunque la industria haya de seguir satisfaciendo los criterios de rentabilidad económica para los cuales es necesaria la productividad, su optimización no puede en ningún caso contrariar los requisitos esenciales de seguridad.

En la tercera fase, que podríamos considerar se inicia en el mundo industrializado después de la Segunda Guerra Mundial, cobra importancia decisiva el concepto de *calidad*, puesto que no basta con asegurar unos mínimos requisitos de seguridad, ni tampoco es suficiente maximizar la productividad a corto plazo o tácticamente, sino que hay que considerar la calidad como valor intrínseco y de carácter estratégico, tanto en relación con los procesos como por la calidad de los productos. Técnicas tales como la Garantía de Calidad, el Total Quality Management o el Aseguramiento de la Calidad, no son sino subfases evolutivas en el tratamiento de la calidad en el entorno industrial. La calidad va también asociada a la complejidad de ciertas industrias emergentes, que a partir de la Segunda Guerra Mundial cobran aún mayor importancia, como es el caso de la Aeronáutica, o bien aparecen a partir de ese momento, como es el caso de la Industria Nuclear.

Aun cuando estas tres fases sean clásicas en los estudios sobre historia industrial, hay que reconocer que la preocupación por la seguridad, e incluso por lo que podríamos denominar seguridad industrial, es prácticamente tan antigua como la historia de la humanidad. Suele recurrirse al ejemplo del Código de Hamurabi para señalar esta preocupación, en ese caso concreto acerca de las edificaciones, pues este código exige que las edificaciones sean hechas con seguridad, e incluso prevé sanciones muy fuertes, contra los constructores cuyas edificaciones no se mantuvieran en pie y provocaran accidentes o muertes. No obstante esta referencia protohistórica, debemos decir que el concepto de seguridad industrial, tal como se entiende hoy día, aparece en la segunda fase de la revolución industrial, si bien cabe encontrar precedentes singulares de preocupaciones en el tema de la seguridad, como es el caso de algunas disposiciones de seguridad laboral en la minería en los tiempos de Felipe II. Ahora bien, ni los conocimientos científicos de ese momento, ni mucho menos su proyección tecnológica, permiten considerar este interesante precedente y otros similares de manera que podamos estudiarlos como ejemplos de seguridad industrial propiamente dicha.

Los productos y servicios industriales son tan comunes en nuestra sociedad actual que se puede caer en la falsa percepción de que esos productos y servicios están garantizados de una manera natural, y no es necesaria mayor preocupación para que sigan aportando un beneficio fiable y cotidiano a la sociedad. Cierto es que la madurez tecnológica de nuestro desarrollo es una garantía magnífica de que dominamos los medios y métodos para aportar esos productos y servicios, pero cierto es también de que, para hacerlo posible, es necesario mantener y acrecentar nuestra capacidad tecnológica y sus características más sobresalientes: seguridad, rentabilidad y calidad.



Opuesta a la percepción que minusvalora la importancia de la tecnología por creer que es un arte dominado y superado, está la percepción, así mismo exagerada, de que la sociedad depende tan críticamente de la tecnología que podría hablarse de un chantaje tecnológico. Cierto es que si en un país desarrollado fallara drásticamente -por poner un ejemplo- el suministro eléctrico o de gasolina, el país se sumiría en un caos socioeconómico de no pequeñas consecuencias. Pero más cierto es aún que con las capacidades tecnológicas disponibles, ese fallo podría restituirse en breve plazo, y la sociedad recobraría su pulso habitual.

Entre ambas percepciones extremas, encontramos una realidad habitual en la que se usan continua y extensamente todo tipo de productos y servicios industriales, con resultados muy satisfactorios en cuanto a seguridad y fiabilidad. Es obvio que la seguridad absoluta no existe, y que los riesgos naturales y biológicos confieren a nuestra vida un marco de desarrollo no exento de sobresaltos. Tampoco en la Seguridad Industrial puede existir la seguridad absoluta, pero el nivel al que se ha llegado es muy elevado, y se debe seguir trabajando para que la aparición de nuevas tecnologías y nuevos medios de producción y comercialización no propicien niveles de inseguridad inaceptables para la población ni para las personas profesionalmente expuestas a los riesgos industriales.

Una de las cuestiones más singulares y llamativas de la seguridad industrial es la aparente desproporción entre causas y efectos, sobre todo en lo referente a lo que suele llamarse accidentes mayores, a menudo iniciados por un incidente menor. Por ejemplo, son numerosos los casos en que accidentes industriales de importancia han comenzado simplemente con la utilización de un soplete de soldadura, herramienta ampliamente empleada en la industria y en las construcciones industriales, y cuyos efectos deberían limitarse a la zona tratada, es decir la soldadura. Sin embargo, en muchos accidentes se aprecia esta desproporción entre causas y efectos, y ello tiene su explicación en la concentración de energía y de sustancias inflamables o explosivas que pueda haber en las instalaciones industriales. Precisamente se reserva el nombre de accidentes graves (anteriormente conocidos como accidentes mayores) para aquellas circunstancias en las que hay emisión de energía o de sustancias tóxicas fuera de su recinto nominal de confinamiento, y particularmente fuera de las propias instalaciones, y por tanto en cercanía al medio ambiente humano.

En la práctica las aplicaciones industriales, el hombre se encuentra rodeado de fenómenos físicos que no están en su estado habitual o más estable: cargas eléctricas separadas, sistemas a alta presión, vehículos impulsados a alta velocidad, hornos a muy elevada temperatura, etcétera. Gracias a esas alteraciones de la fenomenología natural, el hombre puede disponer de luz y motores eléctricos, puede trasladarse a grandes distancias en breves plazos de tiempo o puede fabricar mejores y más baratos materiales para su vivienda y confort. El objetivo de la Seguridad Industrial es velar porque esas actividades se realicen sin secuelas de daño inaceptables para los profesionales que las ejecutan, las personas en general, los bienes y el medio ambiente (que en definitiva es un bien público imprescindible para la vida).

Como consecuencia de la preocupación por el riesgo, la Seguridad Industrial ha ido cristalizando en una serie de leyes, decretos y reglamentos que articulan de manera eficaz las exigencias planteadas en dicho terreno. Puede decirse que la práctica los países disponen de legislación de seguridad industrial, aunque ésta es realmente completa sólo en los países más avanzados y con mayor tradición tecnológica se implementa.



La Seguridad Industrial es la encargada del estudio de normas y métodos tendientes a garantizar una producción que contemple el mínimo de riesgos tanto del factor humano como en los elementos (equipo, herramientas, edificaciones, etc.).

Las constantes discusiones acerca de la competitividad de las empresas han girado en torno a varios elementos distantes de la producción salvo contadas excepciones. Sirva esta oportunidad para tratar uno de los puntos clave que se pueden considerar como característica de la empresa competitiva: la seguridad industrial y el mantenimiento de los equipos.

Por otro lado y tal vez más importante es la correcta aplicación de la seguridad industrial para evitar accidentes entre los empleados, puesto que los diferentes tipos de accidentes afectarán a la empresa en muchos aspectos, como perder al trabajador y con él su experiencia y la pérdida de tiempo para el cumplimiento de los pedidos.

1.1 Objetivo de la Seguridad Industrial.

El objetivo de la seguridad Industrial es prevenir los accidentes laborales, los cuales se producen como consecuencia de las actividades de producción y preservar la salud del trabajador, por lo tanto, una fabricación que no contempla las medidas de seguridad e higiene adecuadas no es una buena producción.

Una buena producción debe satisfacer las condiciones necesarias de los tres elementos indispensables, seguridad, productividad y calidad. A continuación se enlistan objetivos particulares de la Seguridad en el trabajo:

- Eliminar las causas de las enfermedades profesionales.
- Reducir los efectos perjudiciales provocados por el trabajo en personas enfermas o portadoras de defectos físicos.
- Prevenir enfermedades y lesiones.
- Mantener la salud de los trabajadores.
- Aumentar la productividad por medio del control del ambiente de trabajo.
- Educación de todos los miembros de la empresa, indicando los peligros existentes y enseñando cómo evitarlos.
- Manteniendo constante estado de alerta ante los riesgos existentes.

Otro de los factores de cuidado es la accidentalidad laboral, que se entiende como el suceso imprevisto y repentino que sobreviene por causa o con ocasión del trabajo y que produzca una lesión orgánica perturbadora, ejemplo de estos son: caídas, golpes, compresiones etc.

Se identifica como origen de los accidentes en primer lugar al elemento humano quien por negligencia, por ignorancia, exceso de trabajo, exceso de autoconfianza, falta de interés o desatención, prisa, movimientos innecesarios, mala visión, mala audición, problemas socioeconómicos etc.; comete errores que ponen en peligro su integridad física.



La experiencia de muchas empresas ha dado como resultado una lista de las principales acciones personales que causan accidentes:

- 1.-Usar herramientas y equipos defectuosos
- 2.-Usar el equipo o el material en funciones para lo que no están indicados.
3. Limpiar y lubricar equipos en movimiento.
4. Usar las manos en lugar de herramientas.
5. Omitir el uso de ropa de trabajo, llevar el pelo suelto, mangas largas, relojes, anillos zapatos de tacón alto.
6. Adoptar posturas inseguras.
7. Colocarse debajo de cargas suspendidas.
8. Hacer bromas, chanzas pesadas, payasear, reñir, promover resbalones o caídas.
9. No inmovilizar los controles eléctricos cuando una maquinaria entra en reparación.
10. Hacer inoperantes los dispositivos de seguridad.
11. Trabajar a velocidades inseguras.
12. Soldar, reparar tanques o recipientes sin tener en cuenta la presencia de vapores y sustancias químicas peligrosas.

1.2 La Seguridad Laboral.

El ámbito correspondiente a los profesionales suele denominarse seguridad laboral u ocupacional y esta afecta en varios casos a las organizaciones que entienden del Trabajo. Lógicamente en este campo se trata de proteger al profesional, y de ahí la importancia que adquieren las organizaciones, entidades o institutos dedicados a velar por la seguridad de los trabajadores.

En este caso, en el pináculo de la pirámide normativa aparecen una o varias leyes generales de protección, que ante todo piden la limitación de efectos sobre los profesionales, obligan a mantener unas determinadas estructuras de seguridad, y contemplan un régimen sancionador para actuar contra los individuos o las empresas que transgredan estos principios legales.

1.3 Higiene industrial.

Es el arte, ciencia y técnica de reconocer, evaluar y controlar los agentes ambientales y las tensiones que se originan en el lugar de trabajo y que pueden causar enfermedades, perjuicios a la salud o al bienestar, o incomodidades e ineficiencia entre los trabajadores. La definición admite que en los lugares de trabajo hay agentes ambientales o tensiones que pueden causar enfermedades. Esos agentes pueden ser reconocidos, evaluados y controlados.

Se pueden distinguir cuatro ramas fundamentales dentro de la Higiene Industrial:

- a) Higiene Teórica: Dedicada al estudio de los contaminantes y se relaciona con el hombre, a través de estudios y experimentaciones, con objeto de analizar las relaciones dosis-respuesta y establecer unos estándares de concentración.
- b) Higiene de Campo: Es la encargada de realizar el estudio de la situación higiénica en el ambiente de trabajo (análisis de puestos de trabajo, detección de contaminantes y tiempo de exposición, medición directa y tomas de muestras, comparación de valores estándares).



- c) Higiene Analítica: Realiza la investigación y determinación cualitativa y cuantitativa de los contaminantes presentes en los ambientes de trabajo, en estrecha colaboración con la Higiene de Campo y la Higiene Teórica.
- d) Higiene Operativa: Comprende la elección y recomendación de los métodos de control a implantar para reducir los niveles de concentración hasta valores no perjudiciales para la salud.

1.3.1 Objetivo de los programas de Higiene Industrial.

Los objetivos de un programa de Higiene Industrial de acuerdo con el comité de expertos de la Organización Mundial de la Salud (O.M.S) son los siguientes:

- Determinar y combatir en los lugares de trabajo todos los factores químicos, físicos, mecánicos, biológicos y psicosociales de reconocida y presunta nocividad.
- Conseguir que el esfuerzo físico y mental de cada trabajador para el ejercicio de su profesión esté adaptado a sus aptitudes, necesidades y limitaciones anatómicas, fisiológicas y psicológicas.
- Adoptar medidas eficaces para proteger a las personas que sean especialmente vulnerables a las condiciones perjudiciales del medio laboral y reforzar su capacidad de resistencia.
- Descubrir y corregir aquellas condiciones de trabajo que puedan deteriorar la salud de los trabajadores, a fin de lograr que la morbilidad general de los diferentes grupos profesionales no sea superior a la del conjunto de la población.
- Educar al personal directivo de las empresas y a la población trabajadora en el cumplimiento de sus obligaciones en lo que respecta a la protección y fomento de la salud.
- Aplicar en las empresas programas de acción sanitaria que abarquen todos los aspectos de la salud, lo cual ayudará a los servicios de salud pública a elevar el nivel sanitario de la colectividad.

Este programa exige una actuación multidisciplinar en la que Medicina del Trabajo e Higiene Industrial tienen un fuerte protagonismo y una estrecha interrelación. Mientras la Higiene evalúa y controla las emisiones ambientales en el centro de trabajo, la Medicina del Trabajo controla y vigila el estado de salud de los trabajadores afectados por las condiciones del puesto.

1.3.2 Definición de Enfermedad Profesional

La Enfermedad profesional es la adquirida por el trabajador como consecuencia de su propio trabajo a través del tiempo.



1.3.3 Lista de Enfermedades, Sustancias Tóxicas y de Profesiones, Industrias o Correspondientes:

- A. Intoxicaciones por el plomo, sus aleaciones o sus compuestos, con las consecuencias directas de dicha intoxicación:
 - a. Tratamiento de minerales que contengan plomo, incluidas las cenizas plumbíferas de las fábricas en que se obtienen el zinc.
 - b. Fusión del zinc viejo y del plomo en galápagos.
 - c. Fabricación de objetos de plomo fundido o de aleaciones plumbíferas.
 - d. Industrias poligráficas.
 - e. Trabajos de pintura que comprendan la preparación o la manipulación de revestimientos, mastiques o tintes que contengan pigmentos de plomo.

- B. Intoxicación por el mercurio, sus amalgamas y sus compuestos con las consecuencias directas de dicha intoxicación.
 - a. Tratamiento de minerales de mercurio.
 - b. Fabricación de compuestos de mercurio.
 - c. Fabricación de aparatos de medición o de laboratorio.
 - d. Preparación de materias primas para sombrerería.

- C. Infecciones carbuncosa.
 - a. Obreros que están en contacto con animales carbuncosos.
 - b. Manipulación de despojos de animales.
 - c. Carga, descarga o transporte de mercancías.

- D. Intoxicación por y sus compuestos, con las consecuencias directas de esta intoxicación.
 - a. Las actividades realizadas en producción, operación, mantenimiento, separación y la utilización de agentes químicos o compuestos químicos.

- E. Trastornos patológicos debidos:
 - a. Manejo de sustancias radioactivas.
 - b. Manejo de sustancias criogénicas.

- F. Eiteliomas primitivos de la piel.
 - a. Industrias que emplee lana, pelos, cerdas, cueros y pieles.

- G. Ulceraciones del cromo y las secuelas de estas.
 - a. Industrias que produzcan o empleen ácido crómico, bicromato de amonio de potasio, de sodio o sus preparados o derivados.

- H. Dermatitis diversas.
 - a. Industrias que laboren con madera y fibras.



1.3.4 Clasificación de Agentes ambientales

La enfermedad profesional implica que se deriva del trabajo u ocupación del individuo o tiene alguna conexión con él. En algunos casos es la causa principal, y en otro solo puede ser considerada como factor coadyuvante. Hay un agente etiológico para cada enfermedad profesional, lo mismo que lo hay para la enfermedad contagiosa.

Uno de los Objetivos más importante de la higiene industrial es la prevención de los prejuicios a la salud de los trabajadores por los contaminantes ambientales. Para lograr ese fin es necesario:

1. Reconocer el riesgo.
2. Estudiar y evaluar el problema.
3. Promover medidas correctivas para eliminar el problema.

Los contaminantes ambientales que causan enfermedades ocupacionales pueden ser clasificados en tres grupos fundamentales: agentes químicos, agentes físicos y agentes biológicos.

Agentes Físicos:

La multiplicidad de los agentes físicos, que pueden encontrarse en la industria se indica en la lista siguiente:

1. Agentes Físicos:
 - A. Presión normal de aire.
 - B. Temperatura y humedad.
 - C. Iluminación (insuficiente o inadecuada).
 - D. Energía radiante.
 - E. Vibración mecánica.
 - F. Fluido.
 - G. Variación de presión.
 - H. Ruidos.

Agentes Químicos:

Los agentes químicos pueden ser clasificados en dos grupos: los que existen en el estado gaseoso y los que están presentes en la atmósfera como partículas. Los contaminantes gaseosos consisten en materiales que existen como gases a temperaturas y presiones normales, o como vapores que representan la forma gaseosa de sustancias normalmente líquidas, las cuales se transforman en ese estado al aumentar la presión o al disminuir la temperatura.

Las partículas pueden ser sólidas o líquidas y se clasifican por su origen: polvos, humos y neblinas. Polvo es la dispersión en el aire de materia partícula sólida, producida por la desintegración de materiales en estado sólido, por procesos tales como quebrantamiento, molienda y desgaste, por rozamiento o esmerilado.

Los humos son partículas sólidas en suspensión en el aire producida por la condensación de vapores, tales como las desprendidas por algunos metales y otras sustancias a altas temperaturas y soldaduras eléctricas.



Las neblinas son gotas suspendidas, que se generan por la condensación gaseosa al pasar a líquido mediante desintegración mecánica como el caso de la pintura a pistola, la atomización o nebulización.

2. Agentes Químicos.

- A. Gases.
- B. Partículas.
- C. Humos.
- D. Polvos.
 - Inorgánicos.
 - Neumoconiógenos (Sílice).
 - Metálicos (Hierro).
 - Orgánicos.
 - Sintéticos (Plásticos, Drogas).
 - Naturales (Polen, Maderas).

Agentes Biológicos:

Las amenazas de la salud causada por agentes biológicos, incluyen infecciones como el ántrax, tuberculosis, enfermedades causadas por hongos, brucelosis, fiebre tifoidea, fiebre amarilla, paludismo, anquilostomiasis, neumonía y otras enfermedades respiratorias.

3. Biológicos:

- A. Bacterias.
- B. Microbios.
- C. Parásitos.
- D. Virus.
- E. Hongos.

Debido al amplio campo de agentes encontrados en la industria se han propuesto otros dos grupos: ergonómicos y sociales.

Agentes Ergonómicos:

Han sido considerados como tales aquellas situaciones, posiciones y circunstancias de realizar un trabajo y que puedan producir lesión o daño a la salud.

Agentes Psicosociales:

Han sido propuestas como tales aquellas relaciones en el trabajo con subalternos, compañeros y jefes, o público en causan tensiones en los trabajadores.

1.4 Impacto de la Higiene y Seguridad Industrial.

Impacto en la economía.

Es el objetivo general del trabajo de seguridad consiste en reducir los costos de producción y economía, en relación con la prevenciones de las lesiones de las personas, la reducción de costos amplia las bases que justifican el trabajo de seguridad. La higiene juega un papel muy importante dentro de la organización en cuestión económica la higiene previene enfermedades para un trabajador esto trae un beneficio importante ya que si el trabajador llega a enfermarse la empresa tiene que seguir pagando ese salario y cubrir ese puesto, la reducción de costos como finalidad, orienta a las pérdidas ocasionadas por daños a la propiedad y por dificultades en la producción.



No obstante, es evidente que la estabilidad del personal es vital para la eficiencia de la producción, la producción por persona o por departamento se acelera cuando los trabajadores conocen su trabajo y se desarrolla un trabajo de equipo. Las lesiones interrumpen estos ordenados procesos. Además de las interrupciones en la producción, como ya se había dicho es necesario contratar nuevos trabajadores, o asignar a la tarea otros que no la conocen, y perturbar la coordinación del grupo. La reducción de costos es con frecuencia el motivo que permite realizar el trabajo de seguridad, orientando la ganancia, en cualquier fabrica, ocupando así un lugar junto al proceso de simplificación, el buen manejo de los materiales, el control de producción y las restantes técnicas de gerencia.

La reducción de costos puede ser considerada como un propósito mayor en el programa de seguridad industrial, o bien, como un medio para compensar el costo de las actividades orientadas a la eliminación de lesiones, las que la gerencia puede decidir aplicar independientemente de los costos. Los antecedentes muestran en general que un esfuerzo para reducir los costos ha constituido razón suficiente para ampliar el esfuerzo de seguridad, el cual, a no ser por los costos de las lesiones, jamás habría sido aceptado como inadecuado

Impacto en la sociedad.

Las repetición frecuente de las lesiones o enfermedades causadas por el trabajo significa que los trabajos escapan a todo control, lo que sugiere que la gerencia es o incompetente o despreocupada en relación con sus trabajadores. Toda persona como tal no vive aislada, sino que pertenece a una determinada sociedad dentro del contexto mundial. De ahí que la salud y la enfermedad desborden al ámbito individual, para ser considerado fenómenos sociales.

La Organización Mundial de la Salud define la salud como “el estado de bienestar físico, mental y social completo, y no meramente la ausencia de enfermedad”. Esto es a lo que debe tender toda colectividad, partiendo del principio de que la salud constituye un derecho para toda la población, con sus debidas obligaciones, reconocidos ambos en todos los códigos penales, donde se tipifican como delitos todos los actos que atenten contra ella.

Si nos ceñimos al mundo laboral este derecho de toda persona a la salud, tal y como se define la OMS, también debe existir en el más amplio sentido de su definición, por lo que ese estado de bienestar físico, mental y social, no debe interpretarse como la obligación de que el trabajador este sometido a un mínimo riesgo de accidentalidad en su puesto de trabajo, si no al que ha de ocupar. Y estén dotadas, dentro de lo posible, del mayor confort.

Por ello en lo que a accidentes de trabajo y enfermedades profesionales respecta, que son los dos elementos que inciden en la salud laboral, hemos de distinguir dos partes muy diferenciadas, Para evitar tensiones sociopolíticas y despilfarro en recursos humanos materiales, la empresa deberán prestar más atención cada vez a las condiciones de trabajo y salud, con el convencimiento de que actúa no solo a desempeñan una función técnica, económica, sino que también es una parte importante de la función social.

Impacto en el país.

El principal impacto que se ve al mejorar la seguridad e higiene dentro de nuestros límites territoriales es que si se llevan a cabo los protocolos establecidos, podemos tener como resultado menor número de accidentes que pueden ser catastróficos en algunas zonas y que pueden traer consecuencias en el país, de tal forma que no afecte su economía y sobre todo que no puede ocasionar pérdidas humanas.



La seguridad e higiene son vitales en cada empresa del país ya que tienen que seguir de acuerdo a la normatividad que está escrita en las Normas Oficiales Mexicanas (las cuales mencionan que la condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo).

1.5 Cultura de Seguridad y Prevención de Riesgos.

La Higiene y Seguridad en el trabajo debería ser uno de los puntos clave de cualquier organización. Es parte de su responsabilidad social cuidar a sus empleados, protegiéndolos de accidentes y asegurándoles un ambiente laboral saludable. Dentro de las necesidades que el empleador debe satisfacer durante la vida laboral de un trabajador, se encuentran las necesidades de seguridad física y emocional. La ley exige a los empleadores que proporcionen condiciones de trabajo que no perjudiquen ni física, ni moralmente a sus empleados. Por este motivo, las empresas deben poner especial atención en tres aspectos de importante repercusión en el tema: cumplimiento de la legislación, seguridad de su personal y cuidado del medio ambiente.

Respecto a la seguridad en el ámbito laboral, el protagonismo lo tiene el personal. Es necesario que en toda la empresa se transmita una “cultura de seguridad y prevención de riesgos”, que conduzca a alcanzar altos niveles de productividad y una consecuente eficiencia en su gestión total.

Un programa de Higiene y Seguridad debe concebirse como parte de la empresa, y no como algo que se debe realizar adicionalmente. Dicho programa es un conjunto de actividades que permiten mantener a los trabajadores y a la empresa con la menor exposición posible a los peligros del medio laboral. Los costos relacionados con los permisos de enfermedad, retiros por incapacidad, sustitución de empleados lesionados o muertos, son mucho mayores que los que se destinan a mantener un programa de Higiene y Seguridad. Además los accidentes y enfermedades que se pueden atribuir al trabajo pueden tener efectos muy negativos en el estado de ánimo de los empleados, creando desmotivación e insatisfacción. El departamento de Recursos Humanos es el responsable de coordinar los programas de comunicación y entrenamiento en seguridad. Pero el éxito del mismo, dependerá de la acción de los Directores y Supervisores, como también de la conducta, que en consecuencia, los empleados adopten.

Es por ello, que el compromiso debe comenzar en la gerencia de alto nivel, quien debe estar consciente del lugar prioritario que esta temática merece. La alta gerencia puede evidenciar su compromiso mediante diferentes acciones tales como: el interés personal y rutinario por las actividades de seguridad, concediéndole gran importancia en las juntas de la compañía, brindando a los responsables de su planificación los recursos necesarios, asegurándose que el ambiente de la organización es el adecuado, incluyendo el tema de seguridad en las capacitaciones. Sin este compromiso, cualquier intento por reducir los actos inseguros de los trabajadores tendrá escaso resultado.

Algunas declaraciones empíricas muestran lo siguiente:

- Las enfermedades ocupacionales se deben un 90% a actos inseguros.
- El 12% de los accidentes se debe al uso inadecuado de los equipos.
- Nadie ejecuta un acto de trabajo pensando en que puede dañarse.



-
- Cuando se cometen actos inseguros y se es sorprendido, es probable que se provoquen accidentes.
 - El uso inadecuado de herramientas y equipos causa la cuarta parte de los accidentes.
 - Las personas ponen en riesgo su salud por no respetar las normas y el ámbito físico donde trabajan.
 - Por cuestiones de robo y falta de buenos controles de inventarios.

Para que las normas de Higiene y Seguridad se cumplan, la organización en general debe tener conciencia de su importancia. Para esto, debe ser considerada como un valor que es parte de la cultura organizacional.

No debe olvidarse que el hombre es el principio y el fin de los accidentes, siempre hay un ser humano detrás de un accidente. Está más segura la persona que trabaja con riesgo, pero es consciente de esto, que aquella que trabaja con bajo riesgo pero no lo conoce.



CAPÍTULO II RECIPIENTES SUJETOS A PRESIÓN

2. Recipientes sujetos a presión.

Un recipiente sujeto a presión es un recipiente cerrado diseñado para contener gases o líquidos a una presión sustancialmente diferente a la del ambiente.

Son recipientes que están diseñados para funcionar a presión por encima de 15 psig, estos se utilizan para mantener el aire, agua, vapor, refrigerantes, nitrógeno, amoníaco, propano y otros combustibles.

Las paredes de los recipientes sujetos a presión son más gruesas que los contenedores normales y proporcionan una mayor protección durante el uso de productos químicos peligrosos explosivos u otros. Estos recipientes son especializados, por lo general tienen un sistema de control de temperatura incorporado y esto puede ayudar a mantener los productos químicos volátiles en los estados inertes, así como también se puede utilizar para cambiar el estado de la materia, con el fin de utilizarlos para el transporte, además de contar con medidores de presión y temperatura interna.

2.1 Clasificación de los recipientes sujetos a presión

Una clasificación general de los recipientes sujetos a presión es la siguiente:

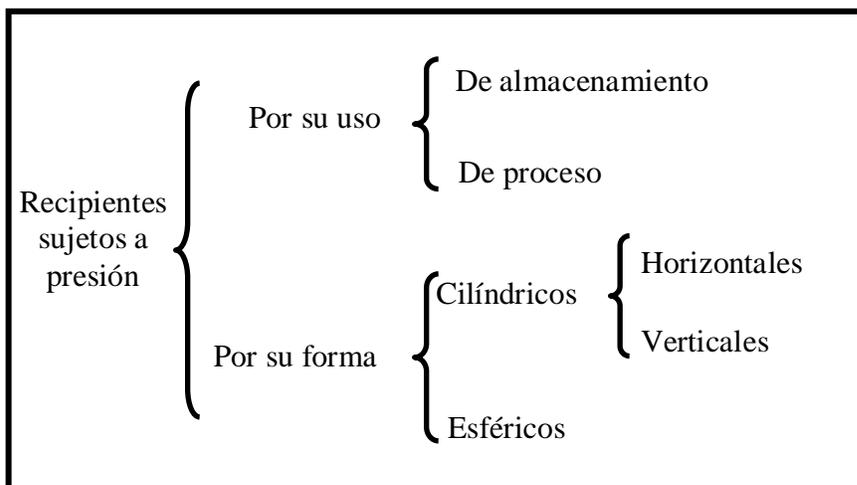


Fig. 2.1 Clasificación

2.1.1 Usos y aplicaciones de los recipientes sujetos a presión.

Los recipientes sujetos a presión tienen una aplicación variada en la industria, se utilizan para almacenar líquidos y gases a presión.



Los principales usos de los recipientes sujetos a presión son las siguientes:

- Almacenamiento de productos químicos,
- Almacenamiento de productos derivados del petróleo
- Calderas de vapor, Generadores de Vapor,
- Torres de destilación,
- Cámara de re compresión,
- Autoclaves en las refinerías de la minería o del petróleo y plantas petroquímicas,
- Tanques de almacenamiento de gases licuados como el amoniaco, butano, cloro, gas propano y gas LP.

Ejemplos de aplicación de los recipientes sujetos a presión son los siguientes:

- Industria Farmacéutica,
- Industria Cosmética,
- Industria Alimentos y Bebidas,
- Industria del Procesamiento de Plásticos,
- Industria de Generación de energía,
- Industria Productos químicos,
- Industria Papelera y Celulosa.

2.1.2 Materiales empleados en la fabricación de los recipientes sujetos a presión.

En teoría casi cualquier material con buenas propiedades mecánicas y químicamente estable podría ser empleado, sin embargo, con base en la presión, los códigos de diseño y las normas de aplicación American Society of Mechanical Engineers (ASME) contienen largas listas de materiales aprobados con limitaciones asociadas en el rango de temperatura.

Muchos recipientes sujetos a presión son de acero. Además de la resistencia mecánica adecuadas, las normas actuales dictan el uso de acero con una alta resistencia al impacto, especialmente para los tanques utilizados en bajas temperaturas.

Algunos recipientes están hechos de materiales compuestos, como el filamento enrollado, compuesto con fibra de carbono en combinación con un polímero. Puede utilizarse fibra de carbono debido a su resistencia muy alta, además estos tanques pueden ser muy ligeros, pero son mucho más difíciles de fabricar.

Los recipientes sujetos a presión pueden ser combinados con varios metales, cerámicas o polímeros para evitar fugas y proteger la estructura del tanque desde su interior.

2.1.3 Peligros asociados a recipientes sujetos a presión.

En sus inicios los recipientes sujetos a presión y las calderas dieron lugar a numerosas explosiones, causando la pérdida de vidas y daños materiales considerables. Hace unos 80 años, la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos formó un comité con el propósito de establecer normas mínimas de seguridad de construcción para las calderas.



En 1925 se emitieron una serie de reglas para el diseño y la construcción de recipientes sujetos a presión sin fuego.

Los recipientes sujetos a presión están diseñados para operar con seguridad a una presión y una temperatura específica, técnicamente se conoce como: la presión y la temperatura de diseño.

Un tanque que no está adecuadamente diseñado para manejar una alta presión constituye un riesgo de seguridad muy grande, debido a esto, el diseño y certificación de recipientes sujetos a presión se rige por los códigos de diseño tales como el Código ASME en el norte de América, la Directiva de Equipos a Presión de la UE (PED), Japanese Industrial Standard (JIS) en Japón, CSA B51 en Canadá y AS1210 en Australia.

Durante las inspecciones en los lugares de trabajo es común descubrir recipientes sujetos a presión que están agrietados y dañados. Cuando estos recipientes tienen grietas o daños se vuelven inseguros, esto puede resultar en fallas de fugas o rupturas.

Muchos accidentes fatales han ocurrido en la historia del desarrollo y funcionamiento de los recipientes sujetos a presión. En consecuencia, su diseño, fabricación y funcionamiento son regulados por las autoridades de ingeniería, respaldado por la legislación, por estas razones la definición de un recipiente sujeto a presión varía de país a país e involucra parámetros como la presión y la temperatura máxima de operación segura.

Los recipientes sujetos a presión cuando no se usan de manera correcta pueden ser muy peligrosos, de hecho muchos accidentes mortales se han producido en la historia de su operación y desarrollo, tal como paredes agrietadas y dañadas.

Los riesgos potenciales relacionados con los recipientes sujetos a presión son:

- Intoxicaciones,
- Incendios,
- Asfixia,
- Explosiones.

Las fallas o rupturas puede causar daños considerables a la vida y la propiedad, por lo tanto el diseño, instalación, operación y mantenimiento adecuado, según los códigos y las normas, son muy necesarias para la seguridad del trabajador, la planta y el medio ambiente.

Por todo lo anterior, su funcionamiento, diseño y fabricación están regulados por las autoridades de ingeniería y respaldado por las leyes locales de cada país. Es por ello que todos los recipientes sujetos a presión se fabrican con la máxima presión y temperatura de operación segura. Para prevenir los daños y los accidentes en el uso de recipientes sujetos a presión se deben tomar precauciones. Un diseño seguro, una operación y mantenimiento adecuados, así como una instalación de acuerdo con las normas y códigos, son absolutamente necesarios para proteger la salud y la seguridad de los trabajadores, las instalaciones del centro de trabajo e incluso el medio ambiente.



2.1.4 Inspección de Recipientes sujetos a Presión.

La Inspección de los recipientes sujetos a presión implica una serie de pruebas realizadas a los mismos para encontrar puntos críticos de fuga, que pudieran potencialmente conducir a situaciones peligrosas y no controlables. Se debe contar con la experiencia para asistir en cualquier fase en el ciclo de vida del equipo, desde el diseño hasta las inspecciones en servicio y mantenimiento. Durante una inspección regular, los técnicos realizan una inspección interna y externa de cada recipiente sujeto a presión para detectar cualquier problema de corrosión.

Los beneficios de inspeccionar estos equipos regularmente para garantizar su adecuado funcionamiento son, entre otros, los siguientes:

- Seguridad de tanques y recipientes garantizada, especialmente respecto a explosiones,
- Riesgos potenciales evaluados,
- Determinación de medidas de precaución apropiadas,
- Numerosos requisitos complejos cumplidos,
- Asesoría y soporte independiente proporcionado por expertos técnicos en todas las áreas críticas,
- Tranquilidad de funcionamiento, sin preocuparse por el no cumplimiento,

2.2 Generadores de vapor.

Las Calderas o Generadores de vapor son instalaciones industriales que, aplicando el calor de un combustible sólido, líquido o gaseoso, vaporizan el agua para su posterior aplicación en la industria.

Inicialmente fueron empleadas como máquinas para accionar bombas de agua, de cilindros verticales. Esta máquina fue la impulsora de la revolución industrial, la cual comenzó en el siglo XIX y continúa en el nuestro.

Las máquinas de vapor alternativas de variada construcción han sido usadas durante muchos años como agente motor, pero han ido perdiendo gradualmente terreno frente a las turbinas. Entre sus desventajas encontramos la baja velocidad y (como consecuencia directa) el mayor peso por kw de potencia, necesidad de un mayor espacio para su instalación e inadaptabilidad para usar vapor a alta temperatura.

Dentro de los diferentes tipos de calderas se han construido calderas para tracción, utilizadas en locomotoras para trenes tanto de carga como de pasajeros. Vemos una caldera multi-humotubular con haz de tubos amovibles, preparada para quemar carbón o lignito. El humo, es decir los gases de combustión caliente, pasan por el interior de los tubos cediendo su calor al agua que rodea a esos tubos.

Para medir la potencia de la caldera, y como dato anecdótico, watt recurrió a medir la potencia promedio de muchos caballos, y obtuvo unos 33.000 libras-pie/minuto o sea 550 libras-pie/seg, valor que denominó horse power, potencia de un caballo.



Posteriormente, al transferirlo al sistema métrico de unidades, daba algo más de 76 kgm/seg. Pero, la Oficina Internacional de Pesos y Medidas de París, resolvió redondear ese valor a 75 más fácil de simplificar, llamándolo "Caballo Vapor" en homenaje a Watt.

Las calderas de vapor, básicamente constan de dos partes principales:

1. Cámara de agua.

Recibe este nombre el espacio que ocupa el agua en el interior de la caldera.

El nivel de agua se fija en su fabricación, de tal manera que sobrepase en unos 15 cm. por lo menos a los tubos o conductos de humo superiores.

Con esto, a toda caldera le corresponde una cierta capacidad de agua, lo cual forma la cámara de agua.

Según la razón que existe entre la capacidad de la cámara de agua y la superficie de calefacción, se distinguen calderas de gran volumen, mediano y pequeño volumen de agua. Las calderas de agua de gran volumen son las más sencillas y de construcción más antigua.

Se componen de uno a dos cilindros unidos entre sí y tienen una capacidad superior a 150 kg/h de agua por cada m² de superficie de calefacción.

Las calderas de mediano volumen de agua están provistas de varios tubos de humo y también de algunos tubos de agua, con lo cual aumenta la superficie de calefacción, sin aumentar el volumen total del agua.

Las calderas de pequeño volumen de agua están formadas por numerosos tubos de agua de pequeño diámetro, con los cuales se aumenta considerablemente la superficie de calefacción.

Como características importantes podemos considerar que las calderas de gran volumen de agua tienen la cualidad de mantener más o menos estable la presión del vapor y el nivel del agua, pero tienen el defecto de ser muy lentas en el encendido, y debido a su reducida superficie producen poco vapor. Son muy peligrosas en caso de explosión y poco económicas.

Por otro lado, la caldera de pequeño volumen de agua, por su gran superficie de calefacción, es muy rápida en la producción de vapor, tienen muy buen rendimiento y producen grandes cantidades de vapor. Debido a esto requieren especial cuidado en la alimentación del agua y regulación del fuego, pues de faltarles alimentación, pueden secarse y quemarse en breves minutos.



2. Cámara de vapor.

Es el espacio ocupado por el vapor en el interior de la caldera, en ella debe separarse el vapor del agua. Cuanto más variable sea el consumo de vapor, tanto mayor debe ser el volumen de esta cámara, de manera que aumente también la distancia entre el nivel del agua y la toma de vapor.

Por lo tanto una caldera es un equipo industrial que está diseñado para generar vapor saturado, el cual se genera a través de una transferencia de calor a presión constante.

Las calderas son un caso particular de intercambiadores de calor, en las cuales se produce un cambio de fase. Además son recipientes a presión, por lo cual son construidas en parte con acero laminado a semejanza de muchos contenedores de gas.

El vapor generado en las calderas tiene diversas aplicaciones en la industria tales como:

- Esterilización, es común encontrar calderas en los hospitales, las cuales generan vapor para esterilizar los instrumentos médicos, también en los comedores,
- Calentar otros fluidos, por ejemplo, en la industria petrolera se calienta a los aceites pesados para mejorar su fluidez,
- Generar electricidad a través de un ciclo Rankine. Las calderas son parte fundamental de las centrales termoeléctricas.

Es común la confusión entre caldera y generador de vapor, pero su diferencia es que el segundo genera vapor sobrecalentado.

2.2.1 Tipos de calderas.

2.2.2 Calderas de gran volumen de agua.

Calderas Sencillas

Estas calderas se componen de un cilindro de planchas de acero con fondos combados. En la parte central superior se instala una cúpula cilíndrica llamada domo, donde se encuentra el vapor, que se conduce por tuberías a las máquinas.

Esta caldera se monta en una mampostería de anillos refractario, y allí se instalan el fogón carnicero y conducto de humo. En el hogar, situado en la parte inferior de la caldera, se encuentran las parrillas de fierro fundido y al fondo un muro de ladrillos refractarios, llamado altar, el cual impide que se caiga el carbón y eleva las llamas acercándolas a la caldera.



Calderas con Hervidores

Este tipo de calderas surgieron bajo la necesidad de producir mayor cantidad de vapor. Los hervidores son unos tubos que se montan bajo el cuerpo cilíndrico principal, de unos 12 metros de largo por 1.50 metros de diámetro; estos hervidores están unidos a este cilindro por medio de varios tubos adecuados.

Los gases del hogar calientan a los hervidores al ir hacia adelante por ambos lados del cuerpo cilíndrico superior, tal como en la caldera anteriormente mencionada.

Las ventajas de estas calderas, a comparación de las otras, es la mayor superficie de calefacción o de caldeo, sin aumento de volumen de agua, lo que aumenta la producción de vapor. Su instalación, construcción y reparación es sencilla. Los hervidores pueden cambiarse o repararse una vez dañados.

La diferencia de dilatación entre la caldera y los hervidores pueden provocar escape de vapor en los flanshes de los tubos de unión y, a veces, la ruptura. Esta es una de las desventajas de esta caldera.

Calderas de Hogar Interior.

En este tipo de calderas, veremos las características de funcionamiento de la caldera con tubos hogares "cornualles". Estas calderas están formadas por un cuerpo cilíndrico principal de fondos planos o convexos, conteniendo en su interior uno o dos grandes tubos sumergidos en agua, en cuya parte anterior se instala el hogar.

El montaje se hace en mampostería, sobre soportes de hierro fundido, dejando un canal para que los humos calienten a la caldera por el interior en su recorrido hacia atrás, donde se conducen por otro canal a la chimenea. Su instalación se puede hacer por medio de dos conductos en la parte baja, para que los humos efectúen un triple recorrido: hacia adelante por los tubos hogares, atrás por un conducto lateral, adelante por el segundo conducto y finalmente a la chimenea.

Los tubos hogares se construyen generalmente de plantas onduladas, para aumentar la superficie de calefacción y resistencia al aplastamiento.

2.2.3 Caldera de mediano volumen de agua (Ignitubulares).

Caldera Semitubular.

Esta caldera se compone de un cilindro mayor de fondos planos, que lleva a lo largo un haz de tubos de 3" a 4" de diámetro. Los tubos se colocan expandidos en los fondos de la caldera, mediante herramientas especiales; se sitúan diagonalmente para facilitar su limpieza interior.



Más arriba de los tubos se colocan algunos pernos o tirantes para impedir la deformación y ruptura de los fondos, por las continuas deformaciones debido a presión del vapor, que en la zona de los tubos estos sirven de tirantes.

Para la instalación de la caldera se hace una base firme de concreto, de acuerdo al peso de ella y el agua que contiene. Sobre la base se coloca la mampostería de ladrillos refractarios ubicados convenientemente el hogar y conductos de humos. La caldera misma se mantiene suspendida en marcos de hierro T, o bien se monta sobre soporte de hierro fundido.

2.2.4 Calderas de mayor superficie de calefacción.

Caldera Locomotora.

Esta caldera se compone de su hogar rectangular, llamada caja de fuego, seguido de un haz tubular que termina en la caja de humo. El nivel del agua queda sobre el ciclo del hogar, de tal manera que éste y los tubos quedan siempre bañados de agua.

Para evitar las deformaciones de las paredes planas del hogar, se dispone de una serie de estayes y tirantes, que se colocan atornillados y remachados o soldados a ambas planchas. Los tubos se fijan por expandidores a las dos placas tubulares y se pueden extraer por la caja de humo, cuando sea necesario reemplazarlos.

Todas las calderas locomotoras se hacen de chimenea muy corta, las que producen pequeños tirajes naturales.

Calderas de Galloway.

Reciben este nombre las calderas de uno o dos tubos hogares, como la Cornualles, provistas de tubos Galloway. Estos tubos son cónicos y se colocan inclinados en distintos sentidos, de tal manera que atraviesan el tubo hogar. Los tubos Galloway reciben el calor de los gases por su superficie exterior, aumentando la superficie total de calefacción de la caldera.

Locomóviles.

Este nombre lo recibe el conjunto de caldera y máquina a vapor que se emplea frecuentemente en faenas agrícolas. La caldera puede ser de hogar rectangular, como la locomotora, o cilíndrico. La máquina se monta sobre la caldera, y puede ser de uno o dos cilindros. Todo el conjunto se monta sobre ruedas y mazos para el traslado a tiro. Estas calderas tienen también tiraje forzado al igual forma que las locomotoras. Deberán estar provistas, además, de llave de extracción de fondo, tapón fusible, válvula de seguridad, manómetro, etc., accesorios indispensables para el estricto control y seguridad de la caldera.



Calderas Marinas.

Los buques a vapor emplean calderas de tubos de humo y de tubos de agua. Entre las primeras se emplean frecuentemente las llamadas "calderas de llama de retorno" o "calderas suecas".

Este tipo de calderas consta de un cilindro exterior de 2 a 4.1/2 metros de diámetro y de una longitud igual o ligeramente menor. En la parte inferior van dos o tres y hasta cuatro tubos hogares, que terminan en la caja de fuego, rodeado totalmente de agua. Los gases de la combustión se juntan en la caja de fuego, donde terminan de arder y retoman, hacia atrás por los tubos de humo, situados más arriba de los hogares. Finalmente los gases quemados pasan a la caja de humo y se dirigen a la chimenea.

Semifijas.

En algunas plantas eléctricas, aserraderos, molinos, etc., se emplea el conjunto de caldera y máquina vapor que recibe el nombre de "semifija".

La caldera se compone de un cilindro mayor, donde se introduce el conjunto de hogar cilíndrico y haz de tubos, apernado y empaquetados en los fondos planos del cilindro exterior. El hogar y el haz de tubos quedan descentrados hacia abajo, para dejar mayor volumen a la cámara de vapor. Todo este conjunto se puede extraer hacia el lado del hogar, para efectuar reparaciones o limpieza. El emparrillado descansa al fondo en un soporte angular, llamado "puente de fuego" y tiene también varios soportes transversales ajustables. El hogar se cierra por el frente por una placa de fundición, revestida interiormente de material refractario, donde va también la puerta del hogar y cenicero.

El vapor sale por el domo de la caldera, pasa por el serpentín recalentador, se recalienta y sigue a la máquina.

Calderas Combinadas.

Las construidas con más frecuencia son las calderas de hogar interior y semitubular. En la parte inferior hay una caldera Cortnualles de dos o tres tubos hogares o una Galloway, combinada con una semi tubular que se sitúa más arriba. Ambas calderas tienen unidas sus cámaras de agua y de vapor, por tubos verticales.

Los hogares se encuentran en la caldera inferior. Los gases quemados se dirigen hacia adelante, suben y atraviesan los tubos de la caldera superior, rodean después a esta caldera por la parte exterior, bajan y rodean a la inferior, pasando finalmente a la chimenea.

El agua de alimentación se entrega a la caldera superior y una vez conseguido el nivel normal de ésta, rebalsa por el tubo vertical interior a la cámara de agua de la cámara inferior. Ambas calderas están provistas de tubos niveles propios. El vapor sube por el tubo vertical exterior, se junta con el que produce la caldera superior y del domo sale al consumo.



2.2.5 Calderas de Pequeño Volumen de Agua.

Acuotubulares.

Las calderas Acuotubulares (el agua está dentro de los tubos) eran usadas en centrales eléctricas y otras instalaciones industriales, logrando con un menor diámetro y dimensiones totales una presión de trabajo mayor, para accionar las máquinas a vapor de principios de siglo.

En estas calderas, los tubos longitudinales interiores se emplean para aumentar la superficie de calefacción, y están inclinados para que el vapor a mayor temperatura al salir por la parte más alta, provoque un ingreso natural del agua más fría por la parte más baja. Originalmente estaban diseñadas para quemar combustible sólido.

La producción del vapor de agua depende de la correspondencia que exista entre dos de las características fundamentales del estado gaseoso, que son la presión y la temperatura.

A cualquier temperatura, por baja que esta sea, se puede vaporizar agua, con tal que se disminuya convenientemente la presión a que se encuentre sometido dicho líquido, y también a cualquier presión puede ser vaporizada el agua, con tal que se aumente convenientemente su temperatura.

Tipos de calderas Acuotubulares.

Un ejemplo de estas calderas es la caldera acuotubular STEINMÜLLER. Estas calderas mixtas o intermedias, tienen tubos adosados a cajas, inclinados sobre el hogar y un colector cilíndrico grande encima, llamado domo o cuerpo cilíndrico, en donde se produce la separación del agua y el vapor. Además el vapor que se obtiene puede ser húmedo o seco, haciéndolo pasar por un sobrecalentador.

La producción de vapor de estas calderas es de unos 1500 kg/hora cada una, a una presión de régimen de 13 atm Absolutas y 300 °C de temperatura. Desde su construcción estaban preparadas para quemar carbón, pero en el año 1957 el Prof. Lorenzo Lambruschini con la ayuda de sus alumnos, le incorporó sopladores y quemadores para combustibles líquidos.

En general los tubos son la parte principal de la caldera, y dos o tres accesorios llamados colectores, en donde se ubican las válvulas de seguridad, termómetros, tomas de vapor, entrada de agua, etc.

A lo largo de los últimos 50 años, el concepto sobre el que se basa el proyecto de los generadores de vapor, ha sufrido cambios fundamentales como consecuencia de las innumerables investigaciones que permitieron conocer los procesos de la combustión, transmisión del calor, circulación del agua y de la mezcla agua-vapor y del acondicionamiento del agua de alimentación.



Las calderas se construyen en una amplia variedad de tamaños, disposiciones, capacidades, presiones, y para aplicaciones muy variadas.

Otros tipos de caderas Acuotubulares.

Las calderas de vapor verticales Acuotubulares marca OLMAR, están formadas por un tubo de gran diámetro en su interior al que se acoplan una serie de colectores por los que circula el agua.

Este tipo de calderas permiten una muy fácil accesibilidad a su interior y están especialmente diseñadas para pequeñas industrias tales como tintorerías, lavanderías, lácteos, panaderías.

Las calderas verticales OLMAR, se construyen con producciones que varían desde la obtención de 70 Kg/h hasta 1.200 Kg/h y a unas presiones comprendidas entre 2 y 14 Kg/cm². Se utilizan distintos tipos de combustibles, pero no solo los líquidos, sino que las calderas verticales OLMAR, permiten la construcción de hogares especiales para combustibles sólidos, tales como orujillo, madera, e incluso en algunos casos se fabrican con hogares mixtos para combustibles sólidos-líquidos.

Ventajas:

- La Caldera de tubos de agua tiene la ventaja de poder trabajar a altas presiones dependiendo del diseño hasta 350 psi.
- Se fabrican en capacidades de 20 HP hasta 2,000 HP.
- Por su fabricación de tubos de agua es una caldera "INEXPLOSIBLE".
- La eficiencia térmica está por arriba de cualquier caldera de tubos de humo, ya que se fabrican de 3, 4 y 6 pasos dependiendo de la capacidad.
- El tiempo de arranque para producción de vapor a su presión de trabajo no excede los 20 minutos.
- Los equipos son fabricados con materiales que cumplen con los requerimientos de normas.
- Son equipos tipo paquete, con todos sus sistemas para su operación automática.
- Son utilizados quemadores ecológicos para combustóleo, gas y diesel.
- Sistemas de modulación automática para control de admisión aire-combustible a presión.
- El vapor que produce una caldera de tubos de agua es un vapor seco, por lo que en los sistemas de transmisión de calor existe un mayor aprovechamiento. El vapor húmedo producido por una caldera de tubos de humo contiene un porcentaje muy alto de agua, lo cual actúa en las paredes de los sistemas de transmisión como aislante, aumentando el consumo de vapor hasta en un 20%.

Caldera Babcock-Wilcox.

Compuesta de uno hasta tres colectores superiores de agua y vapor, unidos al haz de tubos rectos inclinados por ambos extremos y el colector inferior de impurezas.



El hogar es generalmente de parrilla mecánica, utiliza como combustible hulla menuda, la cual es depositada en la tolva avanzando al interior del hogar.

Una vez penetrado al hogar, se destila quemándose los gases con llama larga; el coke que resulta se sigue quemando, hasta quedar solo ceniza y escoria. Los gases calientan primeramente la parte superior del haz tubular, el recalentador del vapor, para continuar según las flechas hasta dirigirse a la chimenea.

El agua se inyecta a la cámara de agua del colector superior, bajando e iniciando así su calentamiento, poniéndose en contacto con la parte menos caliente de los tubos de agua. Se junta con el vapor que allí se forma y circulan activamente, favorecidos por la inclinación de los tubos. El vapor se recibe por válvulas colocadas en la parte más alta y se recalienta en su paso por el recalentador al encender la caldera y para impedir que se fundan los tubos secos del recalentador, se inunda, abriendo la llave de vapor y la de agua, posteriormente se cierra esa llave y se elimina el agua por la llave inferior.

Calderas Stirling.

Constan de tres colectores superiores dispuestos paralelamente entre sí, con sus cámaras de vapor interconectadas por tubos de acero. Las cámaras de agua de los dos primeros colectores están comunicadas. Los colectores superiores están conectados al inferior mediante tres haces de tubos delgados, expuestos al calor del hogar y de los gases producto de la combustión.

Consumen hulla u otro combustible sólido, como también líquidos o gaseosos. Los gases siguen el recorrido de las flechas calentando sucesivamente los haces tubulares, pasando finalmente a la chimenea.

El agua es inyectada al último de los tres colectores superiores, descendiendo por el haz menos calentado, para luego ascender por los dos anteriores, junto con el vapor que se produce en ellos. El vapor es obtenido del colector central superior, colocado a mayor altura que los otros dos, pudiendo ser enviado al recalentador que se monta sobre el primer haz de tubos. Se pueden obtener más de 80.000 Kg. de vapor por hora en esta caldera.

Caldera Borsig.

Compuesta de un colector superior de agua y vapor, unido al inferior de agua e impurezas por un haz de tubos verticales curvados en sus extremos, de tal manera que penetren radialmente en las paredes de los colectores, para facilitar su expandidura. En un extremo superior se encuentra el recalentador de vapor.

Tiene dos clases de tubos:

- De descenso del agua (90-12 mm. diámetro).
- De vaporización (53,5-60 mm. diámetro).



El agua de alimentación es inyectada en forma directa a los tubos de descenso, que están provistos de un embudo, mientras que el otro embudo donde terminan esos tubos por su parte inferior, permite la precipitación de los sedimentos sobre el fondo del hervidor superior.

El agua más caliente sube por los tubos de vaporización al colector superior, de donde se extrae el vapor. Sobre los tubos de descenso va un mampero refractario, para guiar los gases producto de la combustión.

Caldera Yarrow y Thornycroft.

Empleadas principalmente en buques de vapor. Compuestas ambas de un colector superior y de dos inferiores, unidos por dos haces de tubos. La caldera Yarrow tiene los colectores inferiores achatados para así facilitar la expandidura de los tubos. La Thornycroft tiene tubos curvos, que entran radialmente a los colectores, aumentando también su longitud y superficie de calefacción de la caldera.

Pueden quemar hulla o petróleo, en su amplio hogar, donde es quemada toda la materia volátil, los gases suben calentando los tubos y recalentadores, que se ubican sobre ellos y es común encontrar dentro de este tipo las llamadas calderas verticales.

2.2.6 Calderas de mayor Volumen de Agua.

Con tubos de Humo y de Agua.

Están compuestas de un cilindro mayor con un hogar cilíndrico y tubos de humo, de agua o de ambos a la vez. El hogar es interior y queda rodeado de una parte de la cámara de agua. Los gases ascienden verticalmente a lo largo de los tubos de humo o rodean los tubos de agua, entregándoles la mayor parte de su calor. Son montados sobre una base de concreto y ladrillos refractarios. Son empleados en la pequeña industria.

Padecen en general de algunos defectos, tales como:

- Rendimiento bajo por combustión deficiente y escape caliente de humos.
- Destrucción rápida de los tubos al nivel del agua por el recalentamiento de ellos.
- Son peligrosas en caso de explosión.

Como cualidades positivas presentan:

- Son de fácil construcción.
- Ocupan reducido espacio y son fáciles de ubicar.

Caldera Piro tubulares.

La caldera de vapor piro tubular, concebida especialmente para aprovechamiento de gases de recuperación presenta las siguientes características.



El cuerpo de caldera, está formado por un cuerpo cilíndrico de disposición horizontal, incorpora interiormente un paquete multitubular de transmisión de calor y una cámara superior de formación y acumulación de vapor.

La circulación de gases se realiza desde una cámara frontal dotada de brida de adaptación, hasta la zona posterior donde termina su recorrido en otra cámara de salida de humos. El acceso al cuerpo lado gases, se realiza mediante puertas atornilladas y abisagradas en la cámara frontal y posterior de entrada y salida de gases, equipadas con bridas de conexión. En cuanto al acceso, al lado agua se efectúa a través de la entrada, situada en la bisectriz superior del cuerpo y con tubuladuras de gran diámetro en la bisectriz inferior y placa posterior para facilitar la limpieza de posible acumulación de lodos.

El conjunto completo, calorífugado y con sus accesorios, se asienta sobre un soporte deslizante y bancada de sólida y firme construcción suministrándose como unidad compacta y dispuesta a entrar en funcionamiento tras realizar las conexiones a instalación. La caldera, una vez realizadas las pruebas y comprobaciones reglamentarias y legales por una Entidad Colaboradora de la Administración, se entrega adjuntando un "Expediente de Control de Calidad" que contiene todos los certificados y resultados obtenidos.

Tipos de calderas pirotubulares.

Calderas horizontales.

Las calderas de vapor pirotubulares OLMAR, se fabrican con producciones comprendidas entre un mínimo de 200 Kg/h y un máximo de 17.000 Kg/h y con presiones que pueden oscilar desde 8 Kg/cm² hasta 24 Kg/cm².

Cada unidad pasa por estrictos controles durante el proceso de fabricación. Los resultados de estos controles, a los que se suman los que realizan con diferentes líquidos en la propia empresa donde es colocada, estableciendo un Expediente de Control de Calidad. De esta forma se cumple lo indicado en el Código de Construcción, así como en todas las normas oficiales en vigor, tanto nacionales como de la Unión Europea.

Los procesos de soldadura están homologados y los operarios cualificados, siendo las soldaduras radiografiadas según las exigencias del Código de Diseño empleado. A diferencia de otras calderas, cuya parte trasera solo es asequible por el interior del hogar, la caldera de vapor OLMAR dispone en la parte de atrás de una puerta abisagrada y de apertura total que deja al descubierto todo el interior. La facilidad de manipulación y la total accesibilidad, permiten al operario realizar las tareas de limpieza y mantenimiento desde el exterior y lo que es muy importante, incluso inmediatamente después de haber detenido el quemador.

Obsérvense otras dos características técnicas de suma importancia, la cámara tornafuego refrigerada por agua en su interior y la ondulación del tubo hogar.

Como puede apreciarse el conjunto configura un sistema de tres pases de gases antes de la salida de estos por la chimenea, lo que permite la obtención de altos rendimientos térmicos que garantizan un 89 +/- 2%.



Igual atención que el proceso de fabricación, nos merece el mantenimiento de las máquinas, para lo cual la empresa dispone de técnicos especialmente formados pudiendo así garantizar un servicio de asistencia rápido y profesional.

2.2.7 La válvula de seguridad y alivio.

Todos los recipientes sujetos a presión, tal como los reactores, separadores, calentadores, tanques de almacenamiento, tuberías y demás aparatos a presión, pueden verse sometidos a presiones superiores a la de diseño, con el consiguiente riesgo de explosión, pudiendo causar graves consecuencias tanto para las personas como para las instalaciones cercanas.

Para prevenir este riesgo se instalan en estos equipos válvulas de seguridad y alivio, que permitan por medio de la descarga del fluido contenido, aliviar el exceso de presión. Así, las válvulas de seguridad constituyen un elemento clave de seguridad utilizado ampliamente en la industria y exigido reglamentariamente.

La válvula de seguridad y alivio es un dispositivo mecánico que no permite que la presión o el flujo de un sistema cerrado sobrepase un valor referencial crítico que ponga en peligro el proceso y la integridad física del personal y el equipo. Ejemplos de válvulas que cumplen con esta función son:

- ✓ PSV (Pressure Safety Valve) válvulas de seguridad de presión.
- ✓ ESDV (Emergency Shutdown Valve) Válvulas de paro de emergencia
- ✓ Válvulas de control en régimen de falla (fail close / fail open)
- ✓ On/Off (Control Valve) Válvulas de control de encendido y/o apagado.
- ✓ Tank Emergency Vent (Venteo de emergencia de tanques). Las válvulas de seguridad, a diferencia de otros dispositivos de alivio (discos de rotura, tapones fusibles térmicos, etc.) son mecanismos diseñados para cerrar cuando la presión haya sido restablecida, quedando en disposición de actuar y prevenir un nuevo alivio del fluido.

Tipos de válvulas de alivio y seguridad

Según su elevación:

- ✓ Válvulas de seguridad de apertura instantánea: Cuando se supera la presión de calibración la válvula abre repentina y totalmente.
- ✓ Válvulas de alivio de presión: Cuando se supera la presión de calibración, la válvula abre proporcionalmente al aumento de presión.

Según su actuación:

- ✓ Válvulas de actuación directa: Son válvulas cargadas axialmente, que al alcanzar la presión de calibración abren automáticamente debido a la acción del fluido a presión sobre el cierre de la válvula.
- ✓ Válvulas de actuación indirecta: Son válvulas accionadas por piloto. Deben actuar debidamente sin ayuda de ninguna fuente exterior de energía.

Según su agrupación:

- ✓ Válvulas de seguridad sencilla: Son las que alojan en su cuerpo a un solo asiento de válvula.
- ✓ Válvulas de seguridad doble o múltiple: Son las que alojan en su cuerpo dos o más asientos de válvulas.

Según su conexión:

- ✓ Embridadas.
- ✓ Roscadas.
- ✓ Soldadas.

Las válvulas de seguridad se seleccionan de acuerdo a lo siguiente:

- ✓ Equipo a Proteger.
- ✓ Norma de Referencia.
- ✓ Especificaciones de diseño y construcción.
- ✓ Parámetros de operación del equipo a proteger.
- ✓ Máxima presión de operación.
- ✓ Temperatura de operación.
- ✓ Flujo máximo de alivio a máxima presión.
- ✓ Presión de descarga y contra-presión.
- ✓ Coeficiente de flujo.
- ✓ Tipo de fluido (gas o líquido).
- ✓ Tipo de Servicio.
- ✓ Clasificación de área.
- ✓ Tipo y clase de junta.
- ✓ Configuración de tubería adyacente.
- ✓ Facilidad de Instalación, operación y mantenimiento.

Algunos de los elementos más importantes presentes en las válvulas de seguridad se representan en la figura siguiente:

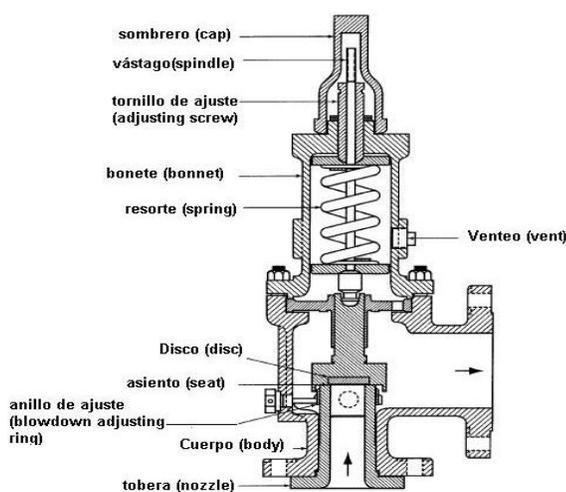


Fig. 2.2 Ejemplo de válvula



Funcionamiento

- ✓ La Válvula de Seguridad de presión (PSV) funciona evacuando el caudal de fluido necesario de tal forma que no se sobrepase la presión de máxima de operación en el valor de calibración del elemento protegido
- ✓ Son actuadas por la energía de la presión estática, cuando en el recipiente o sistema protegido por la válvula, se produce un aumento de presión interna, hasta alcanzar la presión de ajuste,
- ✓ La fuerza ejercida por el muelle es equilibrada por la fuerza producida por la presión sobre el área del disco de cierre. A partir de aquí, un pequeño aumento de presión producirá el levantamiento del disco de cierre y permitirá la salida del fluido.
- ✓ Si se trata de una válvula de seguridad de apertura instantánea, el disco de cierre se separará repentina y totalmente, debido al incremento de la fuerza resultante del producto de la presión por el incremento del área del disco de cierre.
- ✓ Si se trata de una válvula de alivio de presión, la válvula abrirá proporcionalmente al incremento de presión producido.

2.3 Principales características del generador de vapor Clayton.

Descripción general.

El generador de vapor **CLAYTON** es una caldera productora de vapor del tipo acuotubular, de circulación forzada y de producción instantánea. Su funcionamiento es automático, sin nivel de agua definido y de vigilancia indirecta.

Su origen es americano y fue desarrollada en 1940 por Mr. Clayton en California, creándose una delegación en Europa por el atrayente mercado existente a los pocos años de su fundación.

La distribución en España ha corrido a cargo de **Prodinco S.A.** desde 1970, existiendo en la actualidad un parque nacional de más de 350 calderas Clayton funcionando a plena satisfacción.

Por sus particulares características la hacen idónea en aquellos lugares donde prima la seguridad, el espacio y el ahorro energético; Tales como barcos, centros de seguridad elevada, como cárceles, psiquiátricos, universidades, industria química y farmacéutica. Industria alimenticia, como conserveras, lácteas, aceiteras, papeleras y fabricas de cartón.

Puede considerarse como una de las marcas de calderas más prestigiosas del mundo aunque su costo, algo más elevado que sus similares, hacen que su mercado no sea masivo pero sí selectivo.

Está homologada por las principales empresas internacionales de clasificación, tales como, Lloyds Register, Bureau Veritas, Norks Veritas.



En la actualidad existen tres series básicas:

- 1) serie semi-industrial o pequeña desde el modelo E-10 con una producción de 160 Kg/h de vapor, hasta el modelo E-185 con una producción de 2895 Kg/h de vapor.
- 2) La serie industrial, desde el modelo E-154 con una producción de 2348 Kg/h, hasta el modelo E-604 con una producción de 9388 Kg/h de vapor
- 3) La serie industrial con los módulos anteriores y dotados de sobrecalentador de vapor incorporado hasta 370 °C.

La primera serie se caracteriza principalmente por su regulación de potencia todo, medio, nada (0 - 50 - 100 %) con automatismo electromecánicos y por ser muy compacta, incluyendo en un mismo chasis o bancada, la caldera propiamente dicha, el separador de vapor, la bomba de alimentación de agua, la bomba de combustible, el conjunto quemador y el cuadro eléctrico de protección, maniobra y control. Realmente es la que menos espacio ocupa del mundo.

Las segunda y tercera serie, más modernas que la anterior, es prácticamente toda ella con regulación progresiva modulante desde el 20 al 100% de carga, siendo proporcional a la misma la cantidad de combustible, aire comburente y agua.

En toda esta serie la bomba de alimentación de agua se suministra en una bancada independiente del resto de componentes. Los modelos pequeños vienen equipados con motor y variador de frecuencia sobre el mismo motor. Los modelos grandes llevan un variador de frecuencia externo.

El control de la caldera se efectúa mediante un PLC (Controlador lógico programable) con pantalla táctil visualizadora de alarmas y parámetros, y la regulación se efectúa mediante transductor de presión electrónico.

El resto de características generales podemos considerarlas válidas para ambas series, y son principalmente las siguientes:

- **Presiones de diseño**, para todos los modelos y de forma estándar de 30 y 65 Bar, otras presiones superiores bajo demanda.
- **Presiones de trabajo hasta:** 10 bar, 13 bar, 16 bar, 20 bar, 25 bar y 58 bar. De forma Standard, según elementos de regulación, manipulación y seguridad.
- **Presión de diseño 32 Kg/cm²**, para todos los modelos y de forma estándar.

Cuerpo de calefacción monotubular con diferentes dimensiones de tubo y diferentes pasos de gases en cada uno de ellos.

Se compone de dos secciones bien determinadas:

Sección superior, formada por una serie de galletas superpuestas de tubo enrollado en espiral con paso de humos al tresbolillo y variable, trabajando a convección y que representa el 80% de la superficie total, configura el economizador y parte del evaporador.



Sección inferior o Cámara de combustión, compuesta por un serpentín de espiras juntas, formando las paredes verticales del hogar y que representa el 20% de la superficie de calefacción trabajando por radiación.

Las dos secciones funcionan según el principio de transferencia por contracorriente, variando a la vez, el diámetro del tubo según las zonas de economizador, precalentamiento y calentamiento. Está construido según DIN-50049-3B, denominación material DIN-17177 ST-37.8, probado hidráulicamente a 60 Bar y sometido a un tratamiento térmico para liberar tensiones, de 620°C durante 30 minutos.

Todo el conjunto está envuelto en aislamiento térmico para evitar pérdidas y la temperatura de la pared exterior raramente pasa de los 40°C.

En los modelos antiguos, dispone de una seguridad termostática contra falta parcial ó total de circulación de agua ó cualquier otra causa de sobre-calentamiento, que funciona mediante el control de la dilatación de las espiras más críticas del hogar, parando instantáneamente el generador. Se regula de fábrica para cada presión y temperatura específica de funcionamiento.

Las modernas llevan incorporada una sonda que mide la temperatura de la pared interior del tubo en la zona más crítica de la cámara de combustión, dando una alarma que para la caldera, por falta de agua o por exceso de temperatura cuando ello se produce

Bomba de alimentación de agua.

La bomba de alimentación de agua CLAYTON es del tipo volumétrica, de diafragma.

Por su diseño, no precisa sistema de sellado por prensa-estopas y puede trabajar con agua a temperatura de hasta 200°C. Está calculada para suministrar al generador (independientemente de la presión de vapor) un volumen suficiente de agua que asegure un serpentín siempre húmedo.

Los diafragmas son accionados mediante la presión del aceite procedente de un sistema de pistones, cigüeñal y bielas sumergidas en él. Los diafragmas y las válvulas están separados entre sí mediante columnas de agua que los aíslan de las altas temperaturas que puede alcanzar el agua de alimentación.

Los cuerpos de válvulas de aspiración y compresión están equipados con asientos, discos y muelles construidos en materiales resistentes a la corrosión y al desgaste.

Dispone de amortiguadores de flujo, tanto en la aspiración como en la descarga, para absorber las pulsaciones de los pistones, de manera que se asegure un suministro de agua continuado y laminar. Una válvula de seguridad protege la bomba contra sobre-presiones.

Para los modelos E-60 al E-604, la bomba de agua, dispone de un interruptor de nivel de flotador para protegerla en el caso de defecto ó exceso de aceite.

Para los modelos E-404, 504 y 604 se instalan dos bombas de alimentación en paralelo.

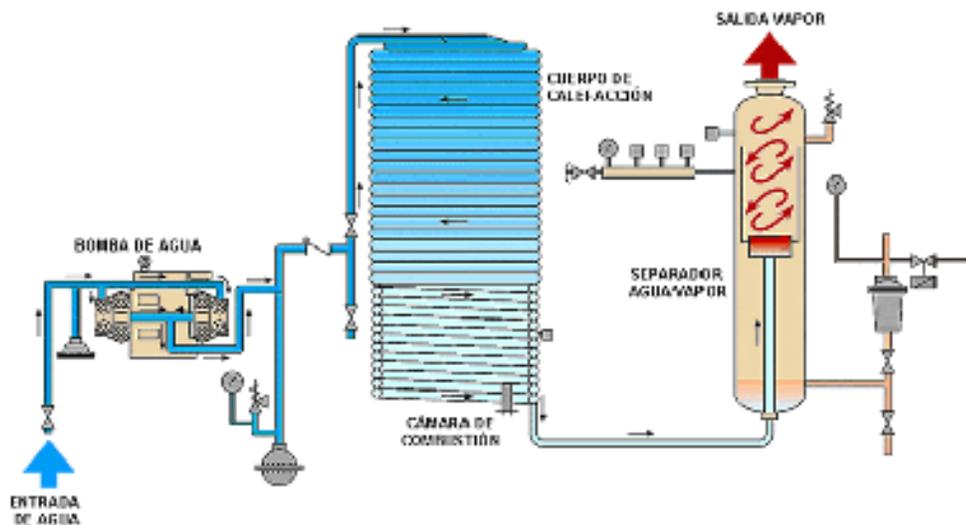


Fig. 2.3 Ejemplo de bomba de agua

Separador de vapor.

La mezcla de agua sobrecalentada / vapor procedente del serpentín, entra al separador a través de un tubo vertical terminado en un cabezal centrífugo (construido en acero inoxidable) donde por la acción mecánica y la correspondiente expansión, se separa el exceso de agua del vapor de forma que se asegura la producción de vapor saturado con un contenido inferior al 0,5% de humedad (agua).

El exceso de agua, mediante la acción de un purgador automático de boya invertida y gran capacidad, se retorna al depósito de alimentación, desgasificador o tanque de revaporizado.

Está construido en acero estirado sin soldadura, calorifugado exteriormente y equipado de los siguientes accesorios:

- Válvulas de seguridad
- Purgador de vapor
- Manómetro
- Presostatos y ó Trasdutor de presión
- Válvulas de purga
- Termostato secundario
- Conexión para control
- Conexión para purga automática

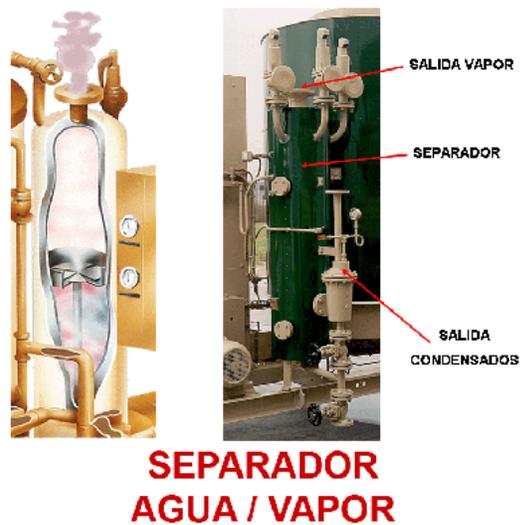


Fig. 2.4 Ejemplo de bomba de agua

Motor eléctrico.

Los modelos de generador de regulación de potencia todo/medio/nada para gas o gasoleo disponen de un solo motor eléctrico para accionar la bomba de alimentación de agua, la bomba de combustible y el ventilador del quemador.

Los modelos de regulación de potencia progresiva modulante disponen de un motor para el ventilador, un motor para la bomba de combustible (en los de gasoleo o fuel) y un motor para la bomba de agua gobernado por un variador de frecuencia



Fig. 2.5 Ejemplo de bomba de agua



CAPÍTULO III

LEGISLACIÓN EN MATERIA DE SEGURIDAD, SALUD Y MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO



3. Antecedentes Históricos de la Legislación de Seguridad e Higiene Industrial en México.

Nuestro país no quedo de lado al hecho de que sus trabajadores en muchas ocasiones se vieran inmersos en condiciones inseguras y de desamparo; sin embargo estas mismas circunstancias son las que impulsaron a los trabajadores a contrarrestar solidariamente tales situaciones.

La carencia de protección al trabajador y a la falta de medidas de seguridad e higiene en talleres y fabricas dejaron por además la responsabilidad a los patrones por los daños ocurridos en el centro de trabajo. Hasta antes de la Revolución de 1910 no existieron más signos de protección al trabajo que dos leyes locales. Una de 1904 denominada de José Vicente Villada, para el Estado de México y la otra, de 1906 de Bernardo Reyes en Nuevo León por las que se reconocieron el accidente en el trabajo y la responsabilidad patronal de la indemnización por el mismo.

Es en 1917, año en que se eleva a rango Constitucional las Garantías Sociales, que quedan plasmadas el artículo 123, en cuyo inicio se avoca a la legislación y reglamentación de los Estados, se culmina con La Ley Federal del Trabajo de 1931; sin embargo dadas las exigencias del país dicha Ley es revisada, reformada y puesta en vigor el 1 de mayo de 1970.

Es necesario mencionar que dentro del plano gubernamental se encuentra el IMSS, ISSSTE, Secretaria de Salud, la Secretaria de Trabajo y Previsión Social, Petróleos Mexicanos entre otros cuentan cuentan con sus propios departamentos de Seguridad e Higiene Industrial. Sin embargo, la simple legislación en lo referente a los riesgos de trabajo o la seguridad social, no son suficientes para que éstos se vean adecuadamente prevenidos.

A pesar del ritmo acelerado de la tecnología, no se ha logrado mucho en el planteamiento del problema de los accidentes de trabajo y de su prevención, ya que puede afirmarse que el 90% de los accidentes que se registran son evitables.

3.1 Legislación Nacional

Los fundamentos que pueden ser considerados como importantes para la protección de los trabajadores en México son:

- La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- La Ley Federal del Trabajo.
- Reglamento de Seguridad Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.
- Normas Oficiales Mexicanas.

3.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es el documento más importante de nuestro país del cual emanan todas las disposiciones que regulan la existencia y las relaciones del estado, otorga derechos y obligaciones a todos los mexicanos.

El soporte legal que sustenta la Seguridad e Higiene Industrial son los artículos 4º y 123 constitucional dado que en el artículo 4º, en uno de sus párrafos menciona lo siguiente.



Artículo 4º.- Toda persona tiene derecho a la protección de la salud. La Ley definirá las bases y modalidades para el acceso a los servicios de salud y establecerá la concurrencia de la Federación y las entidades federativas en materia de salubridad general. Conforme a lo que dispone la fracción XVI del artículo 73 de la misma constitución. Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.

Artículo 123.- Este es el más importante. Toda persona tiene derecho al trabajo digno y socialmente útil; al efecto, se promoverán la creación de empleos y la organización social para el trabajo, conforme a la Ley.

De este párrafo se desprenden dos apartados el A y el B; el A, dedicado a todos aquellos trabajadores, obreros, empleados, domésticos, artesanos y de manera general, todo contrato de trabajo, conteniendo el mismo 31 fracciones, mientras que el B, dedicado a los poderes de la unión, el gobierno del Distrito Federal y sus trabajadores contando con 15 fracciones atendiendo dicha materia. En pocas palabras el apartado A es para los trabajadores que prestan sus servicios a empresas particulares y el apartado B para los trabajadores al servicio de empresas del gobierno.

Fracción XIV Los empresarios serán responsables de los accidentes del trabajo y de las enfermedades profesionales de los trabajadores, sufridas con motivo o en ejercicio de la profesión o trabajo que ejecuten; por lo tanto, los patrones deberán pagar la indemnización correspondiente, según que haya traído como consecuencia la muerte o simplemente incapacidad temporal o permanente para trabajar, de acuerdo con lo que las leyes determinen. Esta responsabilidad subsistirá aun en el caso de que el patrono contrate el trabajo por un intermediario.

Fracción XV El patrón estará obligado a observar, de acuerdo con la naturaleza de su negociación los preceptos legales sobre higiene y seguridad en las instalaciones de su establecimiento, y adoptar las medidas adecuadas para prevenir accidentes en el uso de las máquinas, instrumentos y materiales de trabajo, así como organizar de tal manera éste, que resulte la mayor garantía para la salud y la vida de los trabajadores, y del producto de la concepción, cuando se trate de mujeres embarazadas. Las leyes contendrán, al efecto las sanciones procedentes en cada caso;

Fracción XXXI Será competencia exclusiva de las autoridades federales; la aplicación de las disposiciones en los asuntos relativos a obligaciones de los patrones en materia de seguridad e higiene en los centros de trabajo, para lo cual las autoridades federales contarán con el auxilio de las estatales, cuando se trate de ramas o actividades de jurisdicción local.

3.1.2 Ley Federal del Trabajo

Esta Ley es un conjunto de normas de carácter general en toda la nación y rige las relaciones de todo contrato de trabajo. La aparición del artículo 123 en nuestra constitución y las recomendaciones y convenios internacionales hacen posible la creación de la Ley Federal del Trabajo, que en su título noveno dedicado a la prevención de riesgos de trabajo enumera una serie de definiciones que más adelante se enuncian como son las de riesgo de trabajo, accidente de trabajo, enfermedad de trabajo, IT (Incapacidad Total), IPP (Incapacidad Permanente Parcial), IPT (Incapacidad Permanente Total), así como



disposiciones legales en cuanto a responsabilidades, que tanto patrones como trabajadores deberán cumplir para mantener la seguridad e higiene laboral en su centro de trabajo.

Dentro de los aspectos más relevantes en este título se encuentra la inclusión de la tabla de enfermedades reconocidas como profesionales y la cual es necesaria para la indemnización que por ley le corresponde al trabajador en caso de tener algún tipo de secuela después del siniestro.

Define los riesgos de trabajo, indemnizaciones, derechos de los trabajadores que sufren riesgos de trabajo, obligaciones de los patrones, médicos de la empresa, muerte del trabajador, comisiones de seguridad e higiene, atribuciones y deberes de los inspectores del trabajo, organización de comisiones consultivas de seguridad e higiene en el trabajo nacional estatales y del distrito federal, y tabla de enfermedades del trabajo.

Artículo 47.- Causales de rescisión de las relaciones de trabajo: Comprometer el trabajador, por su imprudencia o descuido inexcusable, la seguridad del establecimiento o de las personas que se encuentren en él; Negarse el trabajador a adoptar las medidas preventivas o a seguir los procedimientos indicados para evitar accidentes o enfermedades.

Artículo 51.- Son causas de rescisión de la relación de trabajo, sin responsabilidad para el trabajador: La existencia de un peligro grave para la seguridad o salud del trabajador o de su familia. Comprometer la seguridad del establecimiento o de las personas que se encuentran en él.

Artículo 132.- Son obligaciones de los patrones: Proporcionar capacitación y adiestramiento a sus trabajadores, en los términos del capítulo III Bis de este título: Instalar de acuerdo con los principios de seguridad e higiene, los lugares en que deban ejecutarse las labores, para prevenir riesgos de trabajo y perjuicio al trabajador; Obligaciones de los patrones:

Adoptar las medidas necesarias para evitar que los contaminantes excedan los máximos permitidos en los reglamentos y normas que expidan las autoridades competentes. Cumplir las disposiciones de seguridad e higiene que fijen las leyes y los reglamentos para prevenir los accidentes y enfermedades del trabajo.

Fracción XV.- Proporcionar capacitación y adiestramiento a sus trabajadores, en los términos del Capítulo III Bis de ese Título.

FRACCIÓN XVI Instalar, de acuerdo con los principios de seguridad e higiene, las fábricas, talleres, oficinas y demás lugares en que deban ejecutarse las labores, para prevenir riesgos de trabajo y perjuicios al trabajador, así como adoptar las medidas necesarias para evitar que los contaminantes excedan los máximos permitidos en los reglamentos e instructivos que expidan las autoridades competentes. Para estos efectos, deberán modificar, en su caso, las instalaciones en los términos que señalen las propias autoridades;

FRACCIÓN XVII Cumplir las disposiciones de seguridad e higiene que fijen las leyes y los reglamentos para prevenir los accidentes y enfermedades en los centros de trabajo y, en general, en los lugares en que deban ejecutarse las labores; y, disponer en todo tiempo de los medicamentos y materiales de curación indispensables que señalen los instructivos que



se expidan, para que se presten oportuna y eficazmente los primeros auxilios; debiendo dar, desde luego, aviso a la autoridad competente de cada accidente que ocurra;

FRACCIÓN XVIII Fijar visiblemente y difundir en los lugares donde se preste el trabajo, las disposiciones conducentes de los reglamentos e instructivos de seguridad e higiene;

FRACCIÓN XXVII Proporcionar a las mujeres embarazadas la protección que establezcan los reglamentos; y

FRACCIÓN XXVIII Participar en la integración y funcionamiento de las Comisiones que deban formarse en cada centro de trabajo, de acuerdo con lo establecido por esta Ley.

Artículo 134.- Son obligaciones de los trabajadores:

FRACCIÓN II Observar las medidas preventivas e higiénicas que acuerden las autoridades competentes y las que indiquen los patrones para la seguridad y protección personal de los trabajadores;

FRACCIÓN VI Restituir al patrón los materiales no usados y conservar en buen estado los instrumentos y útiles que les haya dado para el trabajo, no siendo responsables por el deterioro que origine en uso de estos objetos, ni del ocasionado por caso fortuito, fuerza mayor, o por mala calidad o defectuosa construcción;

FRACCIÓN IX Integrar los organismos que establece esta Ley;

FRACCIÓN X Someterse a los reconocimientos médicos previstos en el reglamento interior y demás normas vigentes en la empresa o establecimiento, para comprobar que no padecen alguna incapacidad o enfermedades de trabajo, contagiosa o incurable.

Artículo 135 Queda prohibido a los Trabajadores:

FRACCIÓN I Ejecutar cualquier acto que pueda poner en peligro su propia seguridad, la de sus compañeros de trabajo o la de terceras personas, así como la de los establecimientos o lugares en que el trabajo se desempeñe;

FRACCIÓN II Faltar al trabajo sin causa justificada o sin permiso del patrón;

FRACCIÓN III Substraer de la empresa o establecimiento útiles de trabajo o materia prima o elaborada;

FRACCIÓN IV Presentarse al trabajo en estado de embriaguez;

FRACCIÓN V Presentarse al trabajo bajo la influencia de algún narcótico o droga enervante, salvo que exista prescripción médica. Antes de iniciar su servicio el trabajador deberá poner el hecho en conocimiento del patrón y presentarle la prescripción suscrita por el médico;



FRACCIÓN VI Portar armas de cualquier clase durante las horas de trabajo, salvo que la naturaleza de éste lo exija. Se exceptúan de esta disposición las punzantes y punzo cortantes que formen parte de las herramientas o útiles propios del trabajo;

FRACCIÓN VII Suspender las labores sin autorización del patrón;

FRACCIÓN VIII Hacer colectas en el establecimiento o lugar de trabajo;

FRACCIÓN IX Usar los útiles y herramientas suministrados por el patrón para objeto distinto de aquel a que están destinados; y

FRACCIÓN X Hacer cualquier clase de propaganda en las horas de trabajo, dentro del establecimiento.

Artículo 153-F La capacitación y el adiestramiento deberán tener por objeto:

FRACCIÓN III. Prevenir riesgos de trabajo;

FRACCIÓN IV. Incrementar la productividad;

Artículo 474.- Accidente de trabajo es toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior, o la muerte, producida repentinamente en ejercicio, o con motivo del trabajo, cualesquiera que sean el lugar y el tiempo en que se preste.

Quedan incluidos en la definición anterior los accidentes que se produzcan a trasladarse el trabajador directamente de su domicilio al lugar del trabajo y de éste a aquél.

Artículo 473.- Riesgos de trabajo son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo.

Artículo 475.- Enfermedad de trabajo es todo estado patológico derivado de la acción continuada de una causa que tenga su origen o motivo en el trabajo o en el medio en que el trabajador se vea obligado a prestar sus servicios.

Artículo 476.- Serán consideradas en todo caso enfermedades de trabajo las consignadas en la tabla del artículo 513.

Artículo 477.- Cuando los riesgos se realizan pueden producir:

FRACCIÓN I. Incapacidad temporal;

FRACCIÓN II. Incapacidad permanente parcial;

FRACCIÓN III. Incapacidad permanente total; y

FRACCIÓN IV. La muerte.



Titulo Noveno Riesgos de trabajo.

Artículo 512-D.- Los patrones deberán efectuar las modificaciones que ordenen las autoridades del trabajo a fin de ajustar sus establecimientos, instalaciones o equipos a las disposiciones de esta ley, de sus reglamentos o de los instructivos que con base en ellos expidan las autoridades competentes. si transcurrido el plazo que se les conceda para tal efecto, no se han efectuado las modificaciones, la secretaria del trabajo y previsión social procederá a sancionar al patrón infractor, con apercibimiento de sanción mayor en caso de no cumplir la orden dentro del nuevo plazo que se le otorgue.

Si aplicadas las sanciones a que se hace referencia anteriormente, subsistiera la irregularidad, la secretaria, tomando en cuenta la naturaleza de las modificaciones ordenadas y el grado de riesgo, podrá clausurar parcial o totalmente el centro de trabajo hasta que se de cumplimiento a la obligación respectiva, oyendo previamente la opinión de la comisión mixta de seguridad e higiene correspondiente, sin perjuicio de que la propia secretaria adopte las medidas pertinentes para que el patrón cumpla con dicha obligación.

Cuando la secretaria del trabajo determine la clausura parcial o total, lo notificara por escrito, con tres días hábiles de anticipación a la fecha de la clausura, al patrón y a los representantes del sindicato. si los trabajadores no están sindicalizados, el aviso se notificara por escrito a los representantes de estos ante la comisión mixta de seguridad e higiene.

3.1.3 Ley del Seguro Social.

Artículo 45.- La existencia de discapacidad mental o sensorial, intoxicaciones o enfermedades crónicas, no es causa para disminuir el grado de la incapacidad temporal o permanente, ni las prestaciones que correspondan al trabajador.

Artículo 50.- El asegurado que sufra algún accidente o enfermedad de trabajo, para gozar de las prestaciones deberá someterse a los exámenes médicos.

Artículo 81.- El Instituto se coordinará con la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, con las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, con el objeto de realizar programas para la prevención de los accidentes y las enfermedades de trabajo.

Artículo 82.- El Instituto llevará a cabo las investigaciones que estime convenientes sobre riesgos de trabajo y sugerirá a los patrones las técnicas y prácticas convenientes a efecto de prevenir la realización de dichos riesgos. El Instituto podrá verificar el establecimiento de programas preventivos de riesgos de trabajo en aquellas empresas que por su índice de siniestralidad, puedan disminuir el monto de la prima de este seguro.



3.1.4 Ley General de Salud.

La ley general de salud publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de febrero de 1984 (Última reforma publicada DOF 07-06-2005), se enfoca a dar la legislación correspondiente a los servicios médicos y las responsabilidades de quienes brindan el servicio, ya sea el estado o la iniciativa privada, además de que contempla cuestiones de seguridad e higiene industrial, enfatizándose la siguientes:

Artículo 128.- El trabajo o las actividades sean comerciales, industriales, profesionales o de otra índole, se ajustarán, por lo que a la protección de la salud se refiere, a las normas que al efecto dicten las autoridades sanitarias, de conformidad con esta Ley y demás disposiciones legales sobre salud ocupacional.

Cuando dicho trabajo y actividades se realicen en centros de trabajo cuyas relaciones laborales estén sujetas al apartado "A" del Artículo 123 constitucional, las autoridades sanitarias se coordinarán con las laborales para la expedición de las normas respectivas.

Artículo 129.- Para los efectos del Artículo anterior, la Secretaría de Salud tendrá a su cargo las fracciones I, II y III:

FRACCIÓN I. Establecer los criterios para el uso y manejo de sustancias, maquinaria, equipos y aparatos, con objeto de reducir los riesgos a la salud del personal ocupacionalmente expuesto, poniendo particular énfasis en el manejo de sustancias radiactivas y fuentes de radiación.

FRACCIÓN II. Determinar los límites máximos permisibles de exposición de un trabajador a contaminantes, y coordinar y realizar estudios de toxicología al respecto.

FRACCIÓN III. Ejercer junto con los gobiernos de las entidades federativas, el control sanitario sobre los establecimientos en los que se desarrollen actividades ocupacionales, para el cumplimiento de los requisitos que en cada caso deban reunir, de conformidad con lo que establezcan los reglamentos respectivos.

Artículo 130.- La Secretaría de Salud, en coordinación con las autoridades laborales y las instituciones públicas de seguridad social, y los gobiernos de las entidades federativas, en sus respectivos ámbitos de competencia, promoverán desarrollarán y difundirán investigación multidisciplinaria que permita prevenir y controlar las enfermedades y accidentes ocupacionales, y estudios para adecuar los instrumentos y equipos de trabajo a las características del hombre.

Artículo 131.- La Secretaría de Salud llevará a cabo programas tendientes a prevenir accidentes y enfermedades de trabajo.

Artículo 132.- Para los efectos de esta ley se consideran bajo la denominación de establecimientos, los locales y sus instalaciones, dependencias y anexos, estén cubiertos o descubiertos, sean fijos o móviles, sean de producción, transformación, almacenamiento, distribución de bienes o prestación de servicios, en los que se desarrolle una actividad ocupacional.



Artículo 133.- En materia de prevención y control de enfermedades y accidentes, y sin perjuicio de lo que dispongan las leyes laborales y de seguridad social en materia de riesgos de trabajo, corresponde a la Secretaría de Salud:

FRACCIÓN I. Dictar las normas oficiales mexicanas para la prevención y el control de enfermedades y accidentes.

FRACCIÓN III. Realizar los programas y actividades que estime necesario para la prevención y control de enfermedades y accidentes.

FRACCIÓN IV. Promover la colaboración de las instituciones de los sectores público, social y privado, así como de los profesionales, técnicos y auxiliares para la salud y de la población en general, para el óptimo desarrollo de los programas y actividades a que se refieren las fracciones II y III.

Artículo 138.- Están obligados a dar aviso, en los términos del Artículo 136 de esta Ley, los jefes o encargados de laboratorios, los directores de unidades médicas, escuelas, fábricas, talleres, asilos, los jefes de oficinas, establecimientos comerciales o de cualquier otra índole y, en general, toda persona que por circunstancias ordinarias o accidentales tenga conocimiento de alguno de los casos de enfermedades a que se refiere esta Ley.

Artículo 145.- La Secretaría de Salud establecerá las normas oficiales mexicanas para el control de las personas que se dediquen a trabajos o actividades, mediante los cuales se pueda propagar alguna de las enfermedades transmisibles a que se refiere esta Ley.

Artículo 146.- Los laboratorios que manejen agentes patógenos estarán sujetos a control por parte de las autoridades sanitarias competentes, de conformidad con las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría de Salud, en lo relativo a las precauciones higiénicas que deban observar, para evitar la propagación de las enfermedades transmisibles al hombre. Cuando esto represente peligro para la salud.

Artículo 164.- La Secretaría de Salud coordinará sus actividades con la Secretaría del Trabajo y Previsión Social y, en general, con las dependencias y entidades públicas y con los gobiernos de las entidades federativas, para la investigación, prevención y control de los accidentes.

Artículo 165.- La Secretaría de Salud dictará, en el ámbito de su competencia, y sin perjuicio de las facultades de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, de conformidad con las leyes que rijan los riesgos de trabajo, las normas oficiales mexicanas para la prevención de accidentes, y promoverá la coordinación con el sector público y la concertación e inducción, en su caso, con los sectores social y privado para su aplicación.

Artículo 166.- Los servicios de salud que proporcionen las instituciones de seguridad social con motivo de riesgos de trabajo, se regirán por sus propias leyes y las demás disposiciones legales aplicables y se ajustarán a las normas oficiales mexicanas en materia de salud. En este caso, las autoridades sanitarias propiciarán con dichas instituciones la coordinación de acciones en materia de higiene y prevención de accidentes.



3.1.5 Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Artículo 2.- Esta ley tiene por objeto:

II.- En materia de normalización, certificación, acreditamiento y verificación:

b) Instituir la Comisión Nacional de Normalización...

d) Promover la concurrencia de los sectores público, privado, científico y de consumidores en la elaboración y observancia de Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas.

Artículo 40.- Las Normas Oficiales Mexicanas tendrán como finalidad establecer:

Las condiciones de salud, seguridad e higiene que deberán observarse en los centros de trabajo y otros centros públicos de reunión.

Artículo 41.- Las Normas Oficiales Mexicanas, deberán contener:

VIII) La mención de la o las dependencias que vigilarán el cumplimiento de las normas cuando exista concurrencia de competencias.

3.1.6 Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.

Es un documento que reúne las medidas preventivas para evitar los accidentes y enfermedades profesionales a que están expuestos los trabajadores en el ejercicio o con motivo del trabajo.

Las disposiciones contenidas en este Reglamento, tiene por objeto proveer en la esfera administrativa la observancia de la Ley Federal del Trabajo en materia de Seguridad e higiene y lograr de este modo disminuir los riesgos que se producen u originan en los centros de trabajo.

Artículo 1.- El presente Reglamento es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social, y tiene por objeto establecer las medidas necesarias de prevención de los accidentes y enfermedades de trabajo, tendientes a lograr que la prestación del trabajo se desarrolle en condiciones de seguridad, higiene y medio ambiente adecuados para los trabajadores, conforme a lo dispuesto en la Ley Federal del Trabajo y los Tratados Internacionales celebrados y ratificados por los Estados Unidos Mexicanos en dichas materias

CAPITULO TERCERO.

Del equipo, maquinaria, recipientes sujetos a presión y generadores de vapor o calderas.

SECCION I.

Del funcionamiento de los recipientes sujetos a presión y generadores de vapor o calderas

Artículo 29.- Para el funcionamiento en los centros de trabajo de los recipientes sujetos a presión y generadores de vapor o calderas a que se refiere la Norma respectiva, el patrón deberá avisar o solicitar autorización a la Secretaría, conforme a lo siguiente:

- I. Dar aviso por escrito a la Secretaría antes de la fecha de inicio de funcionamiento de los equipos, adjuntando dictamen expedido por una unidad



- de verificación debidamente acreditada, que certifique que los mismos cuentan con las condiciones de seguridad y los dispositivos establecidos en la Norma correspondiente, o
- II. Solicitar a la Secretaría por escrito, autorización para el funcionamiento de los equipos, a fin de que previa inspección practicada por la misma, si se satisfacen los requisitos previstos en este Reglamento y en la Norma respectiva, se otorgue la autorización correspondiente.

En ambos casos la Secretaría asignará un número de control a cada equipo.

Artículo 30.- La solicitud de autorización a que se refiere la fracción II del artículo anterior, deberá contener lo siguiente:

- I. Acreditación de la personalidad del solicitante en términos de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo;
- II. Domicilio para oír y recibir notificaciones;
- III. Especificaciones del equipo;
- IV. Actividad en la que se vaya a utilizar o se utilice el equipo;
- V. Domicilio preciso del centro de trabajo en donde se encuentren instalados los equipos y croquis de la ubicación de éstos dentro de aquél, y
- VI. Demás requisitos que establezca la Norma correspondiente.

Artículo 31.- Presentada la solicitud a que se refiere la fracción II del artículo 29 de este Reglamento, y satisfechos los requisitos previstos en el artículo 30, la Secretaría otorgará una autorización provisional, bajo la absoluta responsabilidad del usuario, dentro del término de 30 días naturales posteriores a la fecha de la solicitud, la cual será válida hasta en tanto se realice la inspección previa y se otorgue, en su caso, la autorización definitiva. Si la Secretaría no contesta la solicitud dentro del plazo mencionado, se entenderá concedida la autorización provisional correspondiente y, a petición del solicitante deberá expedir la constancia respectiva dentro de los dos días hábiles siguientes a la presentación de la solicitud.

Artículo 32.- Si el patrón opta por el procedimiento establecido en la fracción II del artículo 29, y en la inspección previa se detectara que el equipo no opera de tal manera que reduzca los riesgos al personal y no cuenta con dispositivos de seguridad o protección adecuados, de conformidad con lo que al respecto establezca la Norma correspondiente, en la propia inspección se dictarán las medidas para subsanar las deficiencias, y si éstas no fueren cumplidas en el plazo que al efecto se otorgue, la Secretaría negará la autorización definitiva de funcionamiento.

Artículo 33.- Cuando se pretenda modificar la instalación o las condiciones de operación de los recipientes sujetos a presión y generadores de vapor o calderas, el patrón deberá dar el aviso previo por escrito a la Secretaría o solicitar la autorización de ésta, en los términos de lo dispuesto por el artículo 29 de este Reglamento. Cuando dejen de operar definitivamente los equipos a que se hace referencia en esta sección, el patrón deberá notificarlo por escrito a la Secretaría.



Artículo 34.- Si como resultado de las inspecciones que con posterioridad se practiquen a los equipos referidos en esta sección, se detectara que los mismos ya no reúnen las condiciones de seguridad que establezca la Norma aplicable, la Secretaría ordenará se subsanen las deficiencias identificadas y, en su caso, se estará a lo dispuesto por el artículo 512-D de la Ley.

Artículo 35.- La maquinaria y equipo deberá contar con las condiciones de seguridad e higiene de acuerdo a las Normas correspondientes.

Artículo 36.- Todas las partes móviles de la maquinaria y equipo y su protección, así como los recipientes sujetos a presión y generadores de vapor, deberán revisarse y someterse a mantenimiento preventivo y, en su caso, al correctivo, de acuerdo a las especificaciones de cada maquinaria y equipo.

Para la operación y mantenimiento de las partes móviles a que se refiere el párrafo anterior, el patrón deberá contar con el programa de seguridad e higiene, mismo que dará a conocer al personal operativo de dicha maquinaria y equipo.

Artículo 37.- El patrón deberá conservar durante la vida útil de los recipientes sujetos a presión y generadores de vapor o calderas, los antecedentes de alteraciones, reparaciones, modificaciones y condiciones de operación y mantenimiento de los mismos y exhibirlos a la Secretaría cuando ésta así lo solicite.

Artículo 38.- El patrón deberá contar con el personal, materiales y procedimientos necesarios para la atención de emergencias en maquinaria y equipo.

Artículo 39.- El patrón deberá contar con el personal capacitado para el manejo de montacargas, grúas, calderas y demás maquinaria y equipo cuya operación pueda ocasionar daños a terceras personas o al centro de trabajo.

Artículo 82.- En los centros de trabajo donde se utilicen sustancias químicas sólidas, líquidas o gaseosas, que debido a los procesos, operaciones, características físico-químicas y grado de riesgo, sean capaces de contaminar el ambiente de trabajo y alterar la salud de los trabajadores, el patrón estará obligado a establecer las medidas de seguridad e higiene que señalen las Normas respectivas.

Artículo 83.- Será responsabilidad del patrón que se realicen los exámenes médicos específicos a los trabajadores expuestos a las sustancias indicadas en este capítulo, en los términos y condiciones que señalen las Normas aplicables.

Artículo 84.- Será responsabilidad del patrón establecer el programa de seguridad e higiene que permita mejorar las condiciones del medio ambiente laboral y reducir la exposición de los trabajadores a las sustancias químicas contaminantes sólidas, líquidas o gaseosas y de manera particular para fertilizantes, plaguicidas y pesticidas, conforme a las Normas respectivas.



Artículo 101.- En los centros de trabajo donde existan agentes en el medio ambiente laboral, que puedan alterar la salud y poner en riesgo la vida de los trabajadores y que por razones de carácter técnico no sea posible aplicar las medidas de prevención y control, el patrón deberá dotar a éstos con el equipo de protección personal adecuado, conforme a la Norma correspondiente.

Artículo 123.- La Secretaría, con el auxilio de las autoridades del trabajo de las entidades federativas y del Distrito Federal, así como con la participación de los patrones, de los trabajadores o sus representantes, promoverá la integración y funcionamiento de las Comisiones de Seguridad e Higiene en los centros de trabajo.

Artículo 124.- La Secretaría determinará la organización de las Comisiones de Seguridad e Higiene, a través de la Norma correspondiente, la cual precisará las características y modalidades para su constitución y funcionamiento, de acuerdo a los criterios para determinar el tipo y escala de los centros de trabajo, en los términos de lo dispuesto por el artículo 7 del presente Reglamento.

Artículo 125.- Las Comisiones de Seguridad e Higiene deberán constituirse en un plazo no mayor de 30 días a partir de la fecha de iniciación de las actividades en la empresa o establecimiento, y será responsabilidad del patrón registrarlas ante la Secretaría, en los casos que determine la Norma respectiva.

Artículo 126.- Las actividades que deben realizar los integrantes de las Comisiones de Seguridad e Higiene, son las siguientes:

FRACCIÓN I. Investigar las causas de los accidentes y enfermedades de trabajo, de acuerdo a los elementos que les proporcione el patrón y otros que estimen necesarios;

FRACCIÓN II. Vigilar el cumplimiento de las disposiciones de este Reglamento, de las Normas aplicables y de las relacionadas con aspectos de seguridad, higiene y medio ambiente de trabajo, que se encuentren establecidas en los reglamentos interiores de trabajo, y hacer constar en las actas de recorrido respectivas las violaciones que en su caso existan;

FRACCIÓN III. Proponer al patrón medidas preventivas de seguridad e higiene en el trabajo, basadas en la normatividad y en experiencias operativas en la materia, y

FRACCIÓN IV Las demás que establezca la Norma correspondiente.

Artículo 128.- El patrón está obligado a elaborar y comunicar a los trabajadores y a la comisión de seguridad e higiene del centro de trabajo, las estadísticas de los riesgos de trabajo acaecidos en el transcurso de cada año, así como informar acerca de las causas que los motivaron. Dichas estadísticas deberá presentarlas a la Secretaría cuando ésta así se lo requiera.



Artículo 130.- En los centros de trabajo con cien o más trabajadores, el patrón deberá elaborar un diagnóstico de las condiciones de seguridad e higiene que prevalezcan en ellos, así como establecer por escrito y llevar a cabo un programa de seguridad e higiene en el trabajo que considere el cumplimiento de la normatividad en la materia, de acuerdo a las características propias de las actividades y procesos industriales.

Aquellas empresas que no se encuentren en el supuesto del párrafo que antecede, deberán elaborar una relación de medidas preventivas generales y específicas de seguridad e higiene en el trabajo, de acuerdo a las actividades que desarrollen.

El programa y la relación de medidas generales y específicas de seguridad e higiene en los centros de trabajo a que se refiere este artículo, deberán contener las medidas previstas en el presente Reglamento y en las Normas aplicables. Asimismo, será responsabilidad del patrón contar con los manuales de procedimientos de seguridad e higiene específicos a que se refieren las Normas aplicables.

Lo dispuesto en el párrafo anterior, también será aplicable a los programas específicos de seguridad e higiene que se establecen en el presente Reglamento, los cuales deberán quedar integrados al programa de seguridad e higiene, cuando se esté en el supuesto previsto en el primer párrafo de este artículo.

Artículo 131.- Será responsabilidad del patrón que se elabore, evalúe y, en su caso, actualice periódicamente, por lo menos una vez al año, el programa o la relación de medidas de seguridad e higiene del centro de trabajo y presentarlos a la Secretaría cuando ésta así lo requiera.

Artículo 135.- De conformidad con lo dispuesto por el artículo 153-F, fracción III, de la Ley, el patrón deberá capacitar a los trabajadores informándoles sobre los riesgos de trabajo inherentes a sus labores y las medidas preventivas para evitarlos, de acuerdo con los planes y programas formulados entre el patrón y el sindicato o sus trabajadores, y aprobados por la Secretaría.

Artículo 139.- Los trabajadores serán debidamente capacitados por el patrón para el uso adecuado y seguro de las herramientas de trabajo, así como para el cuidado, mantenimiento y almacenamiento de éstas.

Artículo 140.- El patrón estará obligado a capacitar y adiestrar a los trabajadores sobre el uso, conservación, mantenimiento, almacenamiento y reposición del equipo de protección personal.

Artículo 142.- Los servicios preventivos de medicina del trabajo se instituirán atendiendo a la naturaleza, características de la actividad laboral y número de trabajadores expuestos. Las características y modalidades para la institución de estos servicios, se precisarán en la Norma correspondiente. Dichos servicios estarán bajo la supervisión de profesionistas calificados en esta disciplina.

Artículo 146.- Los médicos de los servicios preventivos de medicina del trabajo estarán obligados a comunicar al patrón, los resultados de los exámenes médicos en cuanto a la aptitud laboral de los trabajadores, respetando la confidencialidad que obliga la ética médica.



Artículo 150.- La Secretaría, los patrones y los trabajadores promoverán el desarrollo de servicios preventivos de seguridad e higiene en los centros de trabajo, atendiendo a la naturaleza y características de las actividades que se realicen y al número de trabajadores expuestos. Dichos servicios estarán bajo la supervisión de profesionistas calificados en esta disciplina.

Artículo 151.- Los servicios preventivos de seguridad e higiene en el trabajo a que se refiere el artículo anterior, desarrollarán las siguientes actividades:

- I. Investigación de las condiciones de seguridad e higiene en el centro de trabajo;
- II. Investigación de las causas productoras de incidentes, accidentes y enfermedades de trabajo;
- III. Promoción del mejoramiento de las condiciones ambientales en los centros de trabajo;
- IV. Desarrollo del programa de seguridad e higiene en el trabajo, y
- V. Determinación de los agentes a que están expuestos los trabajadores, mediante el reconocimiento y evaluación del medio ambiente de trabajo, efectuando, en su caso, el control de los mismos.

Artículo 152.- Los servicios preventivos de seguridad e higiene en el trabajo, podrán ser externos o prestados dentro de la propia empresa. Dichos servicios coadyuvarán a la capacitación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos. El patrón deberá capacitar a los responsables de los servicios preventivos.

Artículo 161.- La Secretaría a través de las Inspección Federal del Trabajo, tendrá a su cargo la vigilancia del cumplimiento de las disposiciones constitucionales, de la Ley, de sus Reglamentos, de las Normas y demás disposiciones aplicables en materia de seguridad e higiene, la que contará con el auxilio de las autoridades del trabajo de las entidades federativas y del Distrito Federal.

Artículo 163.- Sin perjuicio de lo establecido en el artículo anterior, la vigilancia del cumplimiento de las Normas podrá realizarse por conducto de las unidades de verificación, laboratorios de pruebas y organismos de certificación, de conformidad con lo dispuesto por la Ley Federal Sobre Metrología y Normalización y este Reglamento.

Artículo 164.- Las violaciones a los preceptos de este Reglamento serán sancionadas administrativamente por la Secretaría, de conformidad con los artículos 992 y 994, fracción V de la Ley, sin perjuicio de las sanciones que proceda aplicar por la misma u otras autoridades competentes, de conformidad con las disposiciones legales, reglamentarias o con lo dispuesto en el Título Sexto de la Ley federal Sobre Metrología y Normalización.



3.2 Normas Oficiales Mexicanas (NOM's).

Las Normas Oficiales Mexicanas tienen como principal objetivo prevenir los riesgos a la salud, la vida y el patrimonio y por lo tanto son de observancia obligatoria.

Las Normas Oficiales Mexicanas son las regulaciones técnicas que contienen la información, requisitos, especificaciones, procedimientos y metodología que permiten a las distintas dependencias gubernamentales establecer parámetros evaluables para evitar riesgos a la población, a los animales y al medio ambiente.

Estas normas se han elaborado en múltiples materias cubriendo especificaciones, métodos de prueba, características dimensionales y de operación, que deben cumplir los materiales, equipos, productos y dispositivos de seguridad, así como los métodos para el muestreo y cuantificación de los niveles de concentración de sustancias químicas que produzcan contaminación en el ambiente.

Las Normas Oficiales Mexicanas relacionadas con Seguridad, son expedidas por diversas Secretarías de Estado como la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes u otras dependencias de la Administración Pública Federal, conforme a lo dispuesto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.



Normas Oficiales Mexicanas

Clave de la Norma	FECHA	DESCRIPCIÓN
NOM-001-STPS-2008	24/11/2008	Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad e higiene.
NOM-002-STPS-2000	08/09/2000	Condiciones de seguridad, prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.
NOM-003-STPS-1999	28/12/1999	Actividades agrícolas- Uso de insumos fitosanitarios o plaguicidas e insumos de nutrición vegetal o fertilizantes- Condiciones de seguridad e higiene.
NOM-004-STPS-1999	31/05/1999	Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.
NOM-005-STPS-1998	02/02/1999	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
NOM-006-STPS-2000	09/03/2001	Manejo y almacenamiento de materiales- Condiciones y procedimientos de seguridad. (cancela a la NOM-006-STPS-1993)
NOM-007-STPS-2000	09/03/2001	Actividades agrícolas- Instalaciones, maquinaria, equipo y herramientas- Condiciones de seguridad.
NOM-008-STPS-2001	10/07/2001	Actividades de aprovechamiento forestal maderable y de aserraderos- Condiciones de seguridad e higiene.
NOM-009-STPS-1999	31/05/2000	Equipo suspendido de acceso- Instalación, operación y mantenimiento- Condiciones de seguridad.
NOM-010-STPS-1999	13/03/2000	Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.
NOM-011-STPS-2001	17/04/2002	Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.
NOM-012-STPS-1999	20/12/1999	Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se produzcan, usen, manejen, almacenen o transporten fuentes de radiaciones ionizantes.
NOM-013-STPS-1993	06/12/1993	Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes.
NOM-014-STPS-2000	10/04/2000	Exposición laboral a presiones ambientales anormales- Condiciones de seguridad e higiene.
NOM-015-STPS-2001	14/06/2002	Condiciones térmicas elevadas o abatidas- Condiciones de seguridad e higiene.
NOM-016-STPS-2001	12/07/2001	Operación y mantenimiento de ferrocarriles- Condiciones de seguridad e higiene.
NOM-017-STPS-2008	09/12/2008	Equipo de protección personal- Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
NOM-018-STPS-2000	27/10/2000	Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.



		(cancela a la NOM-114-STPS-1994)
NOM-019-STPS-2004	04/01/2005	Constitución, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.
NOM-020-STPS-2002	28/08/2002	Recipientes sujetos a presión y calderas-Funcionamiento- Condiciones de seguridad. (cancela a la NOM-122-STPS-1996)
NOM-021-STPS-1994	24/05/1994	Relativa a los requerimientos y características de los informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para integrar las estadísticas.
NOM-022-STPS-2008	07/11/2008	Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad e higiene.
NOM-023-STPS-2003	02/10/2003	Trabajos en minas-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.
NOM-024-STPS-2001	11/01/2002	Vibraciones-Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.
NOM-025-STPS-2008	30/12/2008	Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.
NOM-026-STPS-2008	25/11/2008	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.(cancela a la NOM-027-STPS-1993 y a la NOM-028-STPS-1993)
NOM-027-STPS-2008	07/11/2008	Soldadura y corte-Condiciones de seguridad e higiene.
NOM-028-STPS-2004	14/01/2005	Organización del trabajo-Seguridad en los procesos de sustancias químicas.
NOM-029-STPS-2005	31/05/2005	Mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad.
NOM-030-STPS-2006	19/10/2006	Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo organización y funciones.
NOM-100-STPS-1994	08/01/1996	Seguridad-Extintores contra incendio a base de polvo químico seco con presión contenida-Especificaciones.
NOM-101-STPS-1994	08/01/1996	Seguridad-Extintores a base de espuma química.
NOM-102-STPS-1994	10/01/1996	Seguridad-Extintores contra incendio a base de bióxido de carbono. Parte 1. Recipientes.
NOM-103-STPS-1994	10/01/1996	Seguridad-Extintores contra incendio a base de agua con presión contenida.
NOM-104-STPS-2001	17/04/2002	Agentes extinguidores-Polvo químico seco tipo ABC a base de fosfato mono amónico.
NOM-106-STPS-1994	11/01/1996	Seguridad-Agentes extinguidores-Polvo químico seco tipo BC, a base de bicarbonato de sodio.
NOM-113-STPS-1994	22/01/1996	Calzado de protección.
NOM-115-STPS-1994	31/01/1996	Cascos de protección-Especificaciones, métodos de prueba y clasificación.
NOM-116-STPS-1994	01/02/1996	Seguridad-Respiradores purificadores de aire contra partículas nocivas.



3.3 Legislación Internacional.

Tratados Internacionales.

De acuerdo con el artículo 133 Constitucional, los Tratados que estén de acuerdo con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y tengan la aprobación del Senado de la República, serán Ley Suprema de la Nación.

Artículo 133.- Constitucional no establece preferencia alguna entre las Leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y los tratados que estén de acuerdo con la misma, celebrados y que se celebren por el Presidente de la República, con aprobación del Senado, puesto que el apuntado dispositivo legal no propugna la tesis de la supremacía del derecho internacional sobre el derecho interno, sino que adopta la regla de que el derecho internacional es parte del nacional, ya que si bien reconoce la fuerza obligatoria de los tratados, no da a éstos un rango superior a las leyes del Congreso de la Unión emanadas de esa Constitución, sino que el rango que les confiere a unos y a otras es el mismo. Suprema Corte de Justicia de la Nación, Informe 1981, Tribunales Colegiados.

Existen algunos convenios y tratados internacionales que fueron creados con la finalidad de que todos los países afiliados a la Organización Internacional del Trabajo tuvieran la misma postura y política para atacar sus problemas de salud, seguridad e higiene del trabajo.

México, ha ratificado algunos de ellos e inclusive estos han ayudado a crear leyes o inclusive incluir en los mismos párrafos de suma importancia para la materia; dentro de los más importantes se encuentran:

- **Convenio 115.-** Sobre la protección contra las radiaciones.
- **Convenio 120.-** La higiene en comercio y oficinas.
- **Convenio 152.-** Sobre seguridad e higiene en los trabajos portuarios.
- **Convenio 155.-** Sobre seguridad y salud de los trabajadores.
- **Convenio 160.-** Sobre estadísticas del trabajo.
- **Convenio 161.-** Sobre los servicios de salud en el trabajo.
- **Convenio 167.-** Sobre seguridad y salud en la construcción.
- **Convenio 170.-** Convenio sobre los productos químicos.



En 1994, con la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte, los países participantes, acordaron signar un Acuerdo Sobre Cooperación Laboral de América del Norte, que tiene los siguientes objetivos:

- Mejorar las condiciones de trabajo y los niveles de vida.
- Proseguir actividades de cooperación efectivas al trabajo en términos de beneficio mutuo.
- Promover la observancia y la aplicación efectiva de la legislación laboral de cada una de las Partes.

En el documento se han implementado programas para garantizar la seguridad y salud laboral, y como tal se menciona en el artículo 11, las actividades de cooperación, en donde promueve actividades, en las siguientes áreas.

a) Seguridad e higiene en el trabajo;

k) Compensación por accidentes o enfermedades relacionados con el trabajo.

Nuestra Constitución Política en su Artículo 123, fracción XV, establece claramente la obligación patronal de prevenir los riesgos de trabajo.



CAPÍTULO IV

INSPECCIÓN DE RECIPIENTES

SUJETOS A PRESIÓN



4. Inspección de los recipientes.

La Inspección de los recipientes sujetos a presión implica una serie de pruebas realizadas a los mismos con el objeto de encontrar puntos críticos de fuga que pudieran potencialmente conducir a reacciones peligrosas y no controlables. La inspección a estos equipos puede hacerse en cualquier fase de su ciclo de vida, desde el diseño hasta las inspecciones en servicio y mantenimiento. Se deberá realizar una inspección interna y externa de cada recipiente sujeto a presión para detectar cualquier problema de corrosión.

Los beneficios de inspeccionar un recipiente sujeto a presión son:

- Se garantiza la seguridad de tanques y recipientes, especialmente respecto a explosiones,
- Se evalúan riesgos potenciales y se determinan apropiadas medidas de precaución,
- Se cumplen numerosos requisitos complejos,
- Tranquilidad de funcionamiento, sin preocuparse por el no cumplimiento.

4.1 Pruebas no destructivas.

Las pruebas no destructivas son pruebas o ensayos de carácter no destructivo que se realizan a los materiales como metales, plásticos, cerámicas o compuestos. Este tipo de pruebas generalmente se emplean para determinar ciertas características físicas o químicas del material en cuestión.

Por lo tanto se denomina pruebas no destructivas a cualquier tipo de prueba practicada a un material que no altere de forma permanente sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales.

Principalmente las pruebas no destructivas se realizan:

- Detección de discontinuidades (internas y superficiales).
- Determinación de composición química.
- Detección de fugas.
- Medición de espesores y monitoreo de corrosión.
- Adherencia entre materiales.
- Inspección de uniones soldadas.

Estas pruebas son de suma importancia dentro del desarrollo industrial, ya que es posible, determinar defectos en los materiales o en las soldaduras de equipos como los recipientes sujetos a presión, en los cuales una falla puede representar pérdidas humanas, materiales, económicas y daños al medio ambiente.



4.1.1 Inspección visual.

La Inspección Visual es la prueba más utilizada, ya que gracias a esta se puede obtener información rápidamente de la condición superficial de los materiales del que está hecho el equipo a inspeccionado, con el simple uso del ojo humano.

Durante la Inspección Visual, ojo humano recibe ayuda de algún dispositivo óptico ya sea para mejorar la percepción de las imágenes (anteojos o lupas), o bien para proporcionar contacto visual en áreas de difícil acceso. Es importante señalar que el personal que realiza la inspección visual debe tener conocimientos de los materiales que esté inspeccionando así como cierto nivel de experiencia en la ejecución de la inspección.

4.1.2 Líquidos Penetrantes.

La prueba de Líquidos Penetrantes se basa en el principio físico conocido como capilaridad y consiste en la aplicación de un líquido, con buenas características de penetración en pequeñas aberturas, sobre la superficie limpia del material a inspeccionar. Una vez transcurrido un tiempo, como para que el líquido recién aplicado penetre considerablemente, en cualquier abertura superficial, se realiza una limpieza del exceso y se aplica un líquido absorbente llamado revelador, de color diferente al líquido penetrante, el cual absorberá el líquido que haya penetrado en las aberturas superficiales.

Por lo consiguiente, las áreas en las que se observen la presencia de líquido penetrante después de la aplicación del líquido absorbente, son áreas que contienen discontinuidades superficiales (grietas o perforaciones).

En general, existen dos principales diferencias de los líquidos penetrantes: la primera son visibles a simple vista o con ayuda de luz artificial blanca y la segunda se les observa en la oscuridad y utilizando luz negra o ultra violeta, lo cual les da un aspecto fluorescente.

4.1.3 Ultrasonido.

El método de Ultrasonido se basa en la generación, propagación y detección de ondas acústicas a través de los materiales.

Se usa un sensor acústicamente acoplado en la superficie del material, este sensor contiene un elemento piezoeléctrico, cuya función es convertir pulsos eléctricos en pequeños movimientos o vibraciones, las cuales a su vez generan sonido, con una frecuencia en el rango de los megahertz, esta frecuencia se propaga a través del material hasta que pierde por completo su intensidad o hasta que topa con una interfase por lo cual la frecuencia pierde distorsión, esto se traduce en un cambio de intensidad, dirección y ángulo.

De esta manera es posible determinar ciertas características de los materiales tales como:

- Velocidad de propagación de ondas.
- Presencia de discontinuidades (uniones, perforaciones, poros, laminaciones).



- Adhesión entre materiales.
- Inspección de soldaduras.
- Mediciones de espesores de la pared.

Con este método es posible obtener una evaluación de la condición interna del material que está fabricado el equipo. Sin embargo este método es muy complejo en práctica y teoría, lo cual demanda personal calificado para la aplicación e interpretación de los resultados.

4.1.4 Medición de espesores.

Los ensayos por ultrasonidos son un método no destructivo ampliamente aceptado en la inspección de metales corroídos. Este estudio sirve para medir el espesor real de los materiales en una amplia gama de industrias, tanto para controlar la calidad de fabricación, como para monitorear su desgaste y así determinar si soportará la presión con el fluido que va a conducir o contener, evitando riesgos de fugas por fisuras, e incluso explosión.

Los medidores de corrosión por ultrasonidos son portátiles y pueden calcular fácilmente el espesor de tuberías, tanques, recipientes sujetos a presión y metales de estructuras, tales como soportes o columnas.

4.1.5 Metalografía.

La metalografía no destructiva es una de las técnicas contempladas en los ensayos no destructivos, utilizada en forma no rutinaria para detectar mal formaciones y defectos superficiales que se manifiestan en equipos y componentes en servicio que trabajan a presión y temperatura en forma continua, toda vez que no se pueda extraer una muestra metalográfica para conocer los cambios microestructurales que hubiesen ocurrido.

4.1.6 Dureza.

La dureza no puede definirse en términos de alguna propiedad específica del material, aunque ésta es conocida como : característica de la deformación local, concentrada en un pequeño volumen de su superficie exterior, o simplemente como la resistencia que opone un material al tratar de ser rayado o penetrado por otro. La dureza está relacionada con las propiedades elásticas y plásticas de un material, la cual es el resultado del tratamiento térmico o el trabajo efectuado sobre el mismo.

Dureza como resistencia a la penetración: Es la resistencia opuesta por un material a la penetración. Se realiza aplicando una fuerza determinada mediante un penetrador de geometría conocida a la pieza de trabajo. La dureza se expresa por un número el cual es inversamente proporcional a la profundidad de la huella hecha por el penetrador.

La importancia de la prueba de dureza se utilizan para verificar la calidad de los metales en los tratamientos térmicos, en la recepción de los materiales durante su inspección, en la evaluación de soldaduras y en el análisis de fallas. De aquí la importancia que tiene el



conocimiento de los diferentes ensayos de dureza empleados, ya sea como rutina de taller, como laboratorio de inspección o como medio para realizar investigación.

Los medidores de dureza tienen ventaja sobre las máquinas de pruebas de tensión, por su gran productividad, ya que las mediciones se pueden realizar al 100% de las piezas en producción, si es necesario.

Dentro de los métodos más utilizados para medir la dureza en materiales son:

- Dureza Rockwell: El método consiste en introducir un penetrador (cono de diamante o bola de acero endurecido), sobre la pieza de trabajo, mediante la aplicación sucesiva de dos cargas preestablecidas y medir la deformación o profundidad de la huella dejada por el penetrador.
- Dureza Brinell: Este método de prueba utiliza un penetrador de bola de acero y una vez retirada la fuerza aplicada se mide, mediante un dispositivo óptico, el diámetro de la huella dejada por el penetrador.
- Dureza Vickers: El método consiste en hacer una huella con un penetrador de diamante, en forma de pirámide recta de base cuadrada y medir sus diagonales una vez retirada la fuerza aplicada. La dureza Vickers se define como el cociente de la fuerza de la prueba por el área de la huella.

A continuación se dará una explicación de los procedimientos para llevar a cabo las pruebas no destructivas para la inspección de los recipientes sujetos a presión y calderas.

4.2 Procedimientos para realizar las pruebas no destructivas a los recipientes sujetos a Presión.

4.2.1 Procedimiento para la Inspección visual.

OBJETIVO

Establecer los lineamientos para la realización de la inspección no destructiva por el método visual en materiales metálicos y soldaduras de recipientes a presión.

ALCANCE

- Este procedimiento contiene los métodos y requerimientos para la inspección visual, aplicables cuando es especificado por una sección de referencia del código ASME, por especificaciones de ingeniería o requisitos contractuales
- La examinación visual involucrada en la interpretación de los varios métodos de examinación no destructiva no se pretende que sea incluida en este procedimiento, puesto que dicha examinación visual esta incluida en los procedimientos que describen métodos de examinación no destructiva particulares. Debido a que existen múltiples pruebas; hidrostática, neumática, de procesos y procedimientos de fabricación, pruebas de fuga, etc., puede haber alguna duplicación.



REFERENCIAS

- Artículo 9 Código ASME, Sección V, última edición.
- ASME Sección VIII Div. 1
- API 510

REQUISITOS.

- El inspector o técnico que realice el examen de inspección visual debe estar calificado al menos como nivel I.
- El inspector o técnico deberá someterse a un examen anual de la vista para asegurar que la agudeza visual a corta distancia natural o corregida debe ser tal que permita leer las letras J – 1 en las cartas de la prueba tipo JAEGER para visión cercana. Son aceptables pruebas para visión cercana equivalentes.
- Todo el personal técnico para inspección no destructiva deberá estar calificado de acuerdo al documento SNT – TC – 1 A de la ASNT.

RESPONSABILIDADES

- Aseguramiento de Calidad.- la implantación correcta de este procedimiento en los equipos que lo requieran.
- Supervisión.- verificar que el personal ejecute y reporte los resultados conforme a lo que establece el presente procedimiento.
- Personal que ejecuta el trabajo.- efectuar las actividades de inspección conforme a lo establecido en este procedimiento.

TÉCNICA DE INSPECCIÓN

- La inspección visual directa podrá efectuarse cuando el acceso es suficiente para colocar el ojo a poco menos de 610 mm (24”) de la superficie a examinar y a un ángulo no menor de 30° respecto de la superficie bajo inspección.
- Previo a la inspección el inspector deberá realizar una comprobación de su agudeza visual al ser capaz de detectar una fina línea de 1/32” o menos de ancho, o alguna otra falla artificial localizada sobre la superficie o sobre una superficie similar a la que se va a examinar a una distancia de 24” o más, pueden usarse espejos para mejorar el ángulo de visión así como lentes de aumento para auxiliarse durante la inspección. La pieza, componente, recipiente o sección específica a examinar será iluminada, si es necesario con reflectores y otros equipos de iluminación, para obtener un mínimo de 15 piescandelas para la examinación general y un mínimo de 50 pies-candelas para la detección o el estudio de pequeñas anomalías
- Alternativamente se podrá utilizar Inspección visual remota, en la inspección visual remoto puede usarse ayudas visuales tales como espejos u otros dispositivos adecuados. Tales sistemas podrían tener una capacidad de resolución al menos equivalente a la obtenida por observación visual directa.

GRADO DE EXAMINACIÓN

- El recipientes a presión será inspeccionado por este método en su totalidad, esto incluye, tapas y cuerpo en toda su sección cilíndrica (100%). Boquillas y conexiones soldadas, silletas y estructura de soporte (100%).



- En uniones soldadas sin pintura o recubrimiento anticorrosivo se inspeccionará: alineamiento de la unión, grietas, socavados, poros, etc.; evidencias de fugas., tal como lagrimeo, humedecimiento o goteo.
- En cuerpo y tapas del recipiente a presión se inspeccionará: abolladuras, deformaciones, marcas mecánicas, etc.
- En silletas y estructura de soporte, se revisara el estado del recubrimiento anticorrosivo, así como evidencia de productos de corrosión.
- Los puntos de inspección anteriormente descritos se documentarán en el formato de reporte de inspección visual del Anexo I.

EVALUACION

Toda inspección será evaluada en términos de los estándares de aceptación del código de referencia, en general deberán ser reportadas cualquier discontinuidad o anomalía que sea considerada en detrimento de la integridad mecánica de los recipientes a presión.

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

Se utilizarán los criterios de aceptación para discontinuidades detectadas por inspección visual de Código ASME Secc. VIII, Div. 1, API 510 o las especificadas por el cliente.

RELACIÓN DE ESPECIFICACIONES NO REFERENCIADAS

Cuando un código, norma o especificación propia del proyecto no este referenciada en este procedimiento o cuando un requisito de dichos documento no esté incluido o exista discrepancia con lo indicado en este procedimiento, serán mandatarios los documentos contractuales.

4.2.2 Procedimiento para la Inspección con líquidos penetrantes.

OBJETIVO

Establecer los lineamientos para el desarrollo de la inspección y criterios de aceptación con líquidos penetrantes visibles con luz natural, en soldadura y material base de materiales metálicos de recipientes a presión.

ALCANCE

- Este procedimiento se utilizará para inspeccionar materiales base y uniones soldadas de boquillas y conexiones de recipientes a presión.
- Este documento establece los criterios de evaluación, aceptación y rechazo para las indicaciones obtenidas durante la inspección con líquidos penetrantes.

REFERENCIAS

- Código ASME, Sección V. Artículo 6.
- Código ASME, Sección VIII, División 1.
- API 510.

DEFINICIONES.

- *Indicaciones relevantes:* Son aquellas que resultan de discontinuidades cuya dimensión es mayor de 1.6 mm (1/16”).



- *Indicaciones Lineales:* Son aquellas en la cual su longitud es más de 3 (tres) veces su ancho.
- *Indicaciones redondeadas:* Estas indicaciones pueden ser circulares o elípticas, su longitud es máximo 3 veces su ancho.

Grado de examinación

- Recipientes de proceso: En cada recipiente a presión, se inspeccionarán las soldaduras de unión cuerpo-cuello de todas las conexiones. Se inspeccionará al 100% las costuras circunferenciales del cuerpo y tapas y las costuras longitudinales cuando aplique.
- Recipientes de servicio: En cada recipiente a presión, se inspeccionarán las soldaduras de unión cuerpo-cuello del 50% de las conexiones. Se inspeccionará al 100% las costuras circunferenciales del cuerpo y tapas y 30 cm de las costuras longitudinales en los cruces con las longitudinales
- Recipientes de aire: En cada recipiente a presión, se inspeccionarán las soldaduras de unión cuerpo-cuello de las conexiones de entrada y salida de producto, así como una conexión adicional de 3" o menos de diámetro. Se inspeccionarán las costuras longitudinales y circunferenciales de la unión cuerpo-tapa y cuerpo-cuerpo (para secciones cilíndricas de más de un carrete) en una extensión de 30 cm de largo en cada cruce.

REQUISITOS.

- El inspector o técnico que realice el examen por líquidos penetrantes debe estar calificado al menos como Nivel I.
- El inspector o técnico encargado de la evaluación de las indicaciones, debe estar calificado al menos como nivel II.
- Todo personal nivel I ó II deberá estar calificado de acuerdo al documento SNT TC – 1ª de la ASNT.(documento de la Sociedad de ensayos no destructivos).

RESPONSABILIDADES.

- Aseguramiento de Calidad.- la implantación correcta de este procedimiento en los equipos que lo requieran.
- Supervisión.- verificar que el personal ejecute y reporte los resultados conforme a lo que establece el presente procedimiento.
- Personal que ejecuta el trabajo.- efectuar las actividades conforme a lo establecido en este procedimiento.

MATERIALES PARA LA INSPECCIÓN.

Antes de iniciar la inspección se deberá de contar con lo siguiente:

- Para la aplicación del presente procedimiento se utilizarán líquidos penetrantes visibles removibles con solvente o lavables con agua, para el penetrante se podrá usar la presentación en spray o la presentación de galón.
- Papel absorbente, tela de algodón u otro.
- Lámpara portátil.
- Brocha de 1" o 2"



PROCEDIMIENTO.

- La superficie a examinar, así como las áreas adyacentes en una extensión no inferior a 25.4 mm (1”), deberán estar secas y libres de cualquier pintura o recubrimiento anticorrosivo, grasa, escoria, salpicaduras de soldaduras, aceite, polvo y en general, cualquier material extraño que pudiera dificultar la buena realización de la prueba.
- Una vez realizada la limpieza previa, si se requiere, se aplicará solvente dejándose secar la zona por evaporación natural, un tiempo no inferior a 5 minutos, o bien con trapo de algodón.
- La temperatura de los materiales penetrantes y de la superficie a ser examinada debe estar dentro del rango de 16 °C a 52 °C (60 °F a 125 °F). Se permite el acondicionamiento local para obtener la temperatura dentro del rango indicado antes del examen.
- Después de que la superficie a examinar esté limpia, seca y dentro del rango de temperatura especificado, el penetrante se aplicará por pulverización, spray o mediante brocha, dejando la superficie a examinar completamente cubierta con penetrante; en el caso de soldadura, esta superficie alcanzará al cordón y material base adyacente hasta una extensión de 25.4 mm (1”) a partir del borde del cordón de soldadura.
- Cuando el examen se realice sobre zonas reparadas por la eliminación de defectos detectados por esta misma técnica u otra, la extensión del examen se limitará a la zona reparada cubriendo una superficie de 25.4 mm (1”), como mínimo alrededor de la zona referida.
- El tiempo de penetración debe ser mínimo de 5 minutos y como máximo de 30 minutos.
- Una vez transcurrido el tiempo de penetración, se procederá a eliminar el exceso de penetrante por medio de papel absorbente, trapo de algodón u otro; humedecido con solvente o líquido hasta eliminar el exceso de penetrante sobre la superficie a examinar.
- Durante la eliminación del exceso del penetrante no deberá aplicarse el solvente o líquido directamente sobre la superficie a inspeccionar, asimismo se pondrá especial cuidado en no dejar hilos o trozos de papel que pudieran interferir con el examen.
- La superficie se deberá secar por un tiempo mínimo de 5 minutos.
- El revelador en suspensión, se aplicará mediante la pulverización en spray, una vez realizada la eliminación del exceso de penetrante y transcurrido el tiempo de secado.

En donde este método no sea recomendable (por seguridad o dificultad en la aplicación del mismo), se podrá aplicar mediante brocha, extendiendo una capa ligera sobre la zona a examinar, procurando que la misma quede uniformemente cubierta.

- La aplicación del revelador consistirá de una capa fina y uniformemente distribuida sobre la superficie.
- El tiempo que el revelador debe permanecer en el área bajo inspección no debe ser menor de 7 minutos. El tiempo de revelado se iniciará tan pronto la capa de revelador en suspensión esté seca.
- Realizar la examinación de la zona después de que el tiempo de revelado especificado en el punto anterior, para permitir la posible formación de



discontinuidades sobre la capa del revelador, se recomienda observar la superficie durante la aplicación del revelador, para detectar la naturaleza de cualquier indicación que apareciera.

- Las indicaciones pueden ser examinadas bajo luz natural o artificial; requiriéndose para esta última un foco de no menos de 60 watts.

EVALUACIÓN DE LAS INDICACIONES.

- Las discontinuidades en la superficie serán detectadas por la aparición de indicaciones de líquido penetrante rojo, en contraste con el fondo blanco del revelador. Sin embargo, pueden presentarse imperfecciones superficiales que provienen de marcas mecánicas o irregularidades en la superficie, que pueden producir indicaciones que deberán considerarse como no relevantes.
- De cualquier manera, cualquier indicación que se considere no relevante, pero cuyas dimensiones superen los criterios de aceptación correspondientes, será reexaminada tras una limpieza de la superficie, para comprobar la existencia del defecto.
- El tamaño de indicación de una discontinuidad puede ser mayor que la longitud de la discontinuidad que la causa, sin embargo su aceptación o rechazo se basa en el tamaño de la indicación y no en el tamaño de la discontinuidad.

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN.

Criterios de aceptación para discontinuidades revelados por el método de líquidos penetrantes.

- Código ASME sec. VIII División 1. Son inaceptables:

1. Cualquier indicación lineal relevante.
2. Indicaciones redondeadas relevantes mayores de 4.8 mm (3/16”).
3. Cuatro o más indicaciones redondeadas relevante alineadas y separadas por 1.6mm (1/16”) o menos de borde a borde.

LIMPIEZA POSTERIOR.

Una vez terminado el proceso de examen y la evaluación de las indicaciones, se realizará la limpieza del área examinada, por personal auxiliar.

ESPECIFICACIONES NO REFERENCIADAS.

Cuando un código, norma o especificación propia del proyecto no esté referenciada en este procedimiento o cuando un requisito de dichos documentos no este incluido o exista discrepancia con lo indicado en este procedimiento, serán mandatarios los documentos contractuales.

4.2.3 Procedimiento para la Detección de fallas con haz angular de ultrasonido.

OBJETIVO.

Establecer los parámetros necesarios para la inspección de ultrasonido de uniones soldadas en recipientes a presión



ALCANCE

Este procedimiento establece el método y los criterios de aceptación, para la inspección por ultrasonido, por la técnica de pulso eco y por contacto directo, de uniones soldadas a tope con penetración completa en recipientes a presión.

RESPONSABILIDADES

- Aseguramiento de Calidad.- La Implantación correcta de este procedimiento en los equipos que lo requieran
- Supervisión.- Verificar que el personal ejecute y reporte los resultados de acuerdo a lo que establece el presente procedimiento.
- Personal que ejecuta el trabajo.- Efectuar las actividades conforme a lo establecido en este procedimiento.

REQUISITOS DE PERSONAL

- El personal que realice las inspecciones debe estar calificado y certificado de acuerdo al procedimiento de capacitación, calificación y certificación del personal.
- El personal que realice las inspecciones, interprete, evalúe y elabore el reporte de los resultados de las inspecciones, debe estar calificado y certificado como nivel II o III en el método de inspección por ultrasonido.

NORMAS Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- ASME SECC. V ART. 5
- ASME SECC. VIII DIV. 1
- API 510

REQUISITOS GENERALES (Equipo y accesorios)

INSTRUMENTO ULTRASÓNICO: Se empleara un instrumento ultrasónico detector de fallas, del tipo pulso eco, con presentación A-scan.

- **LINEALIDAD VERTICAL DE LA PANTALLA:** El instrumento ultrasónico debe tener una presentación vertical lineal calibrada, del $\pm 5\%$ de la altura total de la pantalla dentro del 20% al 80% de altura de la pantalla (desde la línea de tiempo base a un punto máximo de la pantalla calibrada).
- **LINEALIDAD DE CONTROL DE AMPLITUD:** El instrumento ultrasónico debe utilizar un control de amplitud con una exactitud en su rango útil de $\pm 20\%$, de la relación de amplitud nominal, para permitir la medición de indicaciones más allá del rango lineal de la presentación vertical de la pantalla.
- **FRECUENCIA:** El instrumento ultrasónico detector de fallas debe ser capaz de generar frecuencias sobre un rango de 1 MHz a 5MHz. Se pueden utilizar instrumentos que operen a otras frecuencias si la sensibilidad es igual o mejor y es demostrado y documentado.



VERIFICACIÓN Y CALIBRACIÓN DEL EQUIPO

- El funcionamiento adecuado del equipo de inspección debe ser verificado y el equipo debe calibrarse utilizando el patrón de referencia al principio y al final de cada inspección, cuando el personal sea cambiado y en cualquier momento que se sospeche un mal funcionamiento.
- Cuando se cambie cualquier parte del sistema de inspección, se debe efectuar una verificación de la calibración en, al menos, uno de los reflectores básicos, para asegurar que los puntos de referencia en la línea de tiempo base y los valores de corrección de distancia amplitudes registradas, satisfacen los requisitos de la calibración.
- Si durante cualquier verificación, se determina que el tiempo de prueba no esta funcionando adecuadamente, todo el producto que ha sido inspeccionado hasta la última calibración válida del equipo debe ser reinspeccionado.

TRANSDUCTORES

- Los transductores pueden contener transductores sencillos o dobles. El diámetro o dimensiones del elemento transductor deben ser los adecuados, para asegurar el acoplamiento 100% de su área de contacto con la superficie de inspección.
- Deben ser usados transductores de haz angular de 45°, sin embargo, se puede emplear zapatas de otros ángulos, 60 o 70 grados, cuando sean apropiados de acuerdo a la configuración geométrica que está siendo inspeccionada, limitaciones del espacio para el barrido, ángulos de bisel y espesores nominales.
- La frecuencia nominal de los transductores debe ser de 2.25 mhz, a menos que, debido a la atenuación o la necesidad de tener mayor resolución, se tenga que utilizar alguna otra frecuencia más adecuada.

ACOPLANTE

- Se debe emplear un acoplante tal como: agua, aceite, grasa, glicerina, goma de celulosa o vaselina. Se debe emplear el mismo acoplante para la calibración y la inspección. La selección del acoplante será de acuerdo al acabado superficial, posición u orientación de la superficie, la temperatura de la superficie del material a inspeccionar o a posibles reacciones químicas del acoplante con el material a inspeccionar.

BLOQUES DE CALIBRACIÓN

En la calibración del instrumento ultrasónico, para realizar la inspección de soldadura de penetración completa, se debe emplear el bloque básico de calibración, que cumpla con las características de espesor de la soldadura que se va a inspeccionar.

- **PARA MATERIALES CON DIÁMETRO EXTERIORES DE HASTA 20"**. El bloque básico de calibración debe ser curvo. El diámetro de curvatura cubre un rango de diámetros de las piezas a inspeccionar de 0.9 a 1.5 veces el diámetro del bloque.
- **PARA MATERIALES CON DIÁMETROS EXTERIORES MAYORES DE 20"**. El bloque básico de calibración debe ser, esencialmente, de la misma curvatura que las piezas a inspeccionar, o alternativamente, pueden utilizarse un bloque de calibración plano.



Para la inspección con haz angular, se utilizará un bloque IIW tipo I ó tipo II, para la verificación del punto índice de emisión de la zapata, ángulo refractado del haz ultrasónico en acero, y la calibración de la zapata, ángulo refractado del haz ultrasónico en acero, y la calibración en distancia.

La verificación anterior debe realizarse al principio de cada turno o cada 8 horas, lo que sea menor.

Los bloques básicos de calibración que se utilicen para la calibración del instrumento ultrasónico, en el trazado de la curva de corrección distancia amplitud (DAC), debe tener las mismas propiedades acústicas (atenuación y velocidad) del material a ser inspeccionado, el mismo tratamiento térmico, la misma forma del producto, especificación del material o número equivalente, y el acabado superficial representativo de la superficie de barrido.

CALIBRACIÓN

El sistema de inspección debe ser calibrado en el lugar donde se va a efectuar la inspección y cumpliendo con lo siguiente:

El método de calibración para haz recto, debe proporcionar lo siguiente:

- a) calibración del rango de barrido
- b) curva de corrección distancia amplitud

El método de calibración para haz angular, debe proporcionar lo siguiente:

- a) calibración del rango de barrido
- b) curva de corrección distancia amplitud
- c) calibración de posición
- d) Mediciones de la amplitud del eco desde la ranura superficial en el bloque básico.

La curva de Corrección de Amplitud-Distancia (DAC) es requerida para la inspección de todas las uniones soldadas. Para la inspección del espesor completo de pared, se debe utilizar las ranuras, como reflectores de calibración.

El nivel de referencia de la curva DAC, se obtiene dirigiendo el palpado de haz angular hacia un reflector de calibración que genere la máxima respuesta, se ajusta la indicación a una altura del 80% de pantalla, se manipula el palpador, sin hacer cambios en los controles del instrumento, hasta obtener las respuestas máximas de los reflectores de calibración en los incrementos de distancia necesarios para generar una curva DAC con 3 puntos.

Cuando se utiliza un DAC electrónico, se debe igualar la respuesta de referencia primaria a una altura constante de la pantalla de entre el 40 al 80% de la altura total de la pantalla, sobre el rango de distancia a ser empleado en la inspección.

Antes de iniciar la inspección, se debe contar con la siguiente información proporcionada por el cliente:

- a) localización del material
- b) número de identificación
- c) diámetro nominal
- d) espesor nominal
- e) Tipo de material o aleación y grado.



Como paso preliminar se realizará la inspección visual del material y se registrará lo encontrado en el formato de reporte de inspección, tal inspección incluirá pero no estará limitada a: corrosión exterior, golpes, grietas, socavados, reparaciones, etc.

Para asegurar la inspección completa del volumen de la soldadura y del material base adyacente a la soldadura, el palpador debe ser trasladado, por lo menos, 10% de su dimensión perpendicular a la dirección del barrido, sobre el paso anterior.

PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

- METAL BASE, a cada lado de la soldadura, debe estar libre de salpicaduras de soldadura, irregularidades de la superficie, o de material extraño que pudiera impedir o interferir con el desplazamiento libre y continuo del palpador en la zona de barrido.
- METAL DE SOLDADURA. Donde la superficie de la soldadura, interfiera con la inspección, la soldadura deberá ser preparada, como sea requerido, para permitir la inspección. La rugosidad de la superficie de contacto de la pieza con el palpador no debe exceder de 125 micropulgadas, si no se especifica otra cosa.

GRADO DE EXAMINACIÓN:

- RECIPIENTES DE PROCESO: Se inspeccionara al 100% las costuras circunferenciales del cuerpo y de las tapas y longitudinales cuando aplique.
- RECIPIENTES DE SERVICIO: Se inspeccionará al 100% las costuras circunferenciales del cuerpo y de las tapas y 30 cm de las costuras longitudinales en los cruces con circunferenciales
- RECIPIENTES DE AIRE: Se Inspeccionarán los cruces de soldaduras de unión cuerpo-tapas y unión cuerpo-cuerpo (para aquellos de mas de un carrete en la sección cilíndrica) con una extensión de 30 cm.

ETAPAS Y AREAS DE EXAMEN

- La inspección ultrasónica de uniones soldadas circunferenciales, se llevará a cabo primero realizando la delimitación y el marcaje de la zona de barrido, sobre la superficie del componente y a ambos lados de la soldadura, como se muestra en la figura 2 del anexo B.
- Se utilizará la distancia de brinco calculada, mas una pulgada, como límite lejano de la zona de barrido, medida a partir del borde de la soldadura, y la distancia de brinco calculada, entre dos, como límite cercano de la zona de barrido, medida a partir del centro de la soldadura.
- Todas las soldaduras a tope y la zona afectada por el calor deberán ser inspeccionadas desde cada lado del eje de la soldadura, en dos direcciones cruzadas.

DESARROLLO DE LA INSPECCIÓN

Todas las condiciones de operación, como son: acabado superficial, frecuencia, calibración del instrumento ultrasónico, tipo de palpador y acoplante empleado, deben ser la misma durante la calibración y la inspección.



INSPECCIÓN CON HAZ RECTO

Debe realizarse un barrido al 100 %, del metal base adyacente a la soldadura, hasta el límite lejano de la zona de barrido, para detectar reflectores que puedan afectar la interpretación de los resultados en la inspección por haz angular. La localización y áreas de tales reflectores, deben ser registradas.

Las soldaduras (cuando sea aplicable) y el metal base, deben ser barridos cubriendo toda el área que sea posible, con un palpador de haz recto, como complemento a la inspección con haz angular. El barrido debe realizarse a un ajuste de ganancia de, al menos, dos veces el nivel de referencia primario.

INSPECCIÓN CON HAZ ANGULAR

Barrido con haz angular para reflectores orientados paralelamente a la soldadura. El haz angular debe ser dirigido aproximadamente, a ángulos rectos con respecto al eje de la soldadura desde ambos lados, donde sea posible, el barrido A, B y C, descritos a continuación:

- a) Barrido A: rotación del palpador a un ángulo de 10°
- b) Barrido B: barrido a lo ancho de la zona de barrido
- c) Barrido C: barrido a lo largo de la zona de barrido.

El barrido debe ser realizado a un ajuste de ganancia de, al menos, dos veces el nivel de referencia primario. Barrido con haz angular para reflectores orientados transversalmente a la soldadura. El haz angular debe ser dirigido, esencialmente, paralelo al eje de la soldadura, desde dos direcciones, barridos D y E, descritos a continuación:

- a) Barrido D: aplicable, si la soldadura es preparada al ras del material
- b) Barrido E: aplicable, si la soldadura no es preparada al ras del material base, el barrido debe realizarse a ambos lados de la soldadura. El ángulo de barrido $e=15^\circ$.

El barrido debe ser realizado a un ajuste de ganancia de, al menos, dos veces el nivel de referencia primario. Cuando se realice el barrido D, en la inspección circunferencial, distancia de brinco se debe corregir de acuerdo a lo siguiente:

- a) Calcular la distancia de brinco para una pieza plana, con el mismo espesor del componente y registrar el resultado.
- b) Dividir el espesor del componente entre diámetro nominal del mismo, y registrar el resultado.
- c) Localizar el valor obtenido en "c" sobre la escala horizontal de la figura y trazar una línea vertical hasta interceptar la curva del ángulo correspondiente a la zapata o palpador utilizado
- d) En el punto de intersección, trazar una línea horizontal que cruce la escala vertical, el valor obtenido es el factor de corrección, que debe ser registrado.
- e) Los valores obtenidos se multiplican y el resultado es la distancia de brinco corregida para la superficie curva.

SELECCIÓN DE LOS REFLECTORES DE CALIBRACIÓN

Un barreno lateral puede ser usado para aceptación inicial de uniones soldadas en componentes tubulares, siempre que se pueda demostrar que el barreno produce igual ó mayor sensibilidad, que la calibración con una ranura.



CONFIRMACION DE LA CALIBRACIÓN

Se debe realizar una confirmación de la calibración, para verificar la calibración del rango de barrido y la curva de corrección distancia amplitud.

CORRECCIÓN DEL RANGO DE BARRIDO

Si un punto en la curva DAC se ha movido sobre la línea de barrido por más de 10% de la lectura de barrido, o el 5% del barrido total, lo que sea mayor, se debe corregir la calibración del rango de barrido y anotar la corrección en el registro de inspección. Si existen reflectores registrados, esos datos deben ser anulados y se debe registrar una nueva calibración. Todas las indicaciones registradas desde la última calibración o verificación válida, debe ser reinspeccionadas con la calibración corregida y sus valores deben ser cambiados.

CORRECCIÓN DE CURVA DAC

Si un punto en la curva DAC ha disminuido 20% o 2dB de su amplitud, todos los datos desde la última calibración o verificación de la calibración deben ser anulados. Una nueva calibración debe ser realizada y registrada y el área cubierta por los datos anulados debe ser reinspeccionada si cualquier punto de la curva DAC sé a incrementado más del 20% o 2 dB de su amplitud todas las amplificaciones registradas desde la última calibración o verificación de la calibración válida, debe ser reinspeccionadas con la calibración corregida y sus valores deben ser modificados.

MARCA DE LOCALIZACIÓN DE REFERENCIA

Cada unión soldada debe ser identificada con una marca de localización de referencia. La marca de referencia debe ser localizada de la siguiente forma: En uniones soldadas en componentes tubulares horizontales, la marca de referencia deberá ser localizada en la parte superior cercana a: la placa de identificación, entrada hombre, extremo norte, extremo sur, extremo este, parte frontal, entrada de fluido, etc., lo que sea aplicable.

En uniones soldadas en componentes tubulares verticales, la marca de referencia deberá ser localizada hacia la parte norte, cercana a la placa de identificación, entrada hombre y/o nivel de piso, lo que sea aplicable.

La localización de cualquier discontinuidad registrable, sobre el componente y en el dibujo o croquis complementario del reporte de resultados, deberá tener como referencia la marca de localización. Se debe considerar como inicio la marca de referencia y, sucesivamente, el sentido del flujo de fluido, de norte a sur de este a oeste, de abajo hacia arriba y el sentido de las manecillas del reloj.

Las marcas de referencia deben ser identificadas, sobre el material base, por estampado mecánico de bajo esfuerzo o con pintura.

MARCADO DE LAS PIEZAS

Las uniones soldadas aceptadas, de acuerdo con este procedimiento, deben ser identificadas por estampado mecánico de bajo esfuerzo o con pintura, y con la siguiente leyenda UT - OK.

Las uniones soldadas rechazadas, de acuerdo con este procedimiento, deben ser identificadas por estampado mecánico o con pintura, y con la siguiente leyenda UT- Rech.



INDICACIONES REGISTRABLES

Todas las indicaciones registrables que produzcan una indicación mayor de 20% de la amplitud del nivel de referencia, deberán ser investigadas para determinar su forma, y localización para ser evaluadas en términos de los criterios de aceptación.

Para cada indicación de discontinuidad registrable, debe suministrarse la siguiente información:

- a) Máxima amplitud de la indicación.
- b) Profundidad de la discontinuidad.
- c) Localización de la discontinuidad en un croquis o dibujo del componente inspeccionado.
- d) Longitud de la discontinuidad.
- e) Tamaño equivalente de la discontinuidad.
- f) Tipo de discontinuidad.

EVALUACIÓN DE LA INDICACIÓN

Se debe realizar la interpretación de las indicaciones registradas para determinar el tipo de imperfección que las produce, en base a su ubicación, extensión, geometría y comportamiento.

La evaluación será efectuada tomando como base el tipo de discontinuidad interpretada tamaño equivalente o longitud y la amplitud de la indicación con respecto al nivel de referencia.

CRITERIO DE ACEPTACIÓN

- **ESTÁNDARES DE ACEPTACIÓN:** Las indicaciones obtenidas por la inspección ultrasónica deben ser evaluadas de acuerdo con los estándares de aceptación siguientes:

INDICACIONES LINEALES

Todas las indicaciones que produzcan una respuesta mayor del 20% del nivel de referencia deben, hasta donde sea posible, ser investigadas para determinar la localización, forma, magnitud y tipo de reflectores y ser evaluados de acuerdo a los siguientes criterios:

Las indicaciones lineales interpretadas como grietas de cráter o grietas de estrella poco profundas, localizadas en la superficie de la soldadura, con una longitud menor de 5/32" (3.96mm) son aceptables. Todas las otras grietas son inaceptables, independientemente de su tamaño o localización en la soldadura.

Indicaciones lineales (que no sean grietas) que se interpreten que están abiertas a la superficie son inaceptables si exceden de 1" (25.4 mm) en longitud total en una longitud continua de 12" (304.8mm) de soldadura o el 8% de la longitud de la soldadura.

Indicaciones lineales (que no sean grietas) que se interprete que están dentro de la soldadura (internas) son inaceptables si exceden de 2" (50.8 mm) longitud total en una longitud continua de 12" (304.8 mm) de soldadura o el 8% de la longitud de la soldadura.



LIMPIEZA POSTERIOR

Cuando se requiera o cuando se ocasionen problemas con algún proceso subsecuente, las superficies inspeccionadas deben limpiarse para eliminar los residuos de acoplante utilizado en la inspección, esto puede hacerse realizando un lavado con agua y detergente, con vapor desengrasante, con solvente, etc.

REPORTE DE RESULTADO

Los resultados de cada inspección ultrasónica deben ser reportados por nivel II o III un formato, al cual se le anexará cualquier documentación, información croquis o dibujo necesario que permita el seguimiento del reporte al (los) componente (s) o uniones soldadas inspeccionadas.

4.2.4 Procedimiento para la Detección de fallas con haz recto de ultrasonido.

OBJETIVO

Establecer los lineamientos y criterios de aceptación/rechazo para la inspección ultrasónica utilizando la técnica de pulso eco y el método de contacto directo en recipientes a presión de acero al carbón y de baja aleación.

ALCANCE

Este procedimiento es aplicable para la detección de discontinuidades internas de tipo laminar, daño por hidrogeno, erosión por corrosión y picaduras en la superficie de recipientes a presión de acero al carbón y baja aleación con espesores de ¼” y mayores.

REFERENCIAS

- ASME SECCION VIII DIVISION 1
- ASME SECCION V Art. 4 y 5
- API 510

RESPONSABILIDADES

Aseguramiento de Calidad.- la implantación correcta de este procedimiento e los equipos que lo requieran.

Supervisión.- verificar que el personal ejecute y reporte los resultados conforme a lo que establece el presente procedimiento.

Personal que ejecuta el trabajo.- efectuar las actividades de inspección conforme a lo establecido en este procedimiento.

PREREQUISITOS GENERALES

- Será utilizado un equipo de ultrasonido que genere señales pulso-eco y capaz de dar lecturas dentro de un rango de 0.030 plg a 9.99 plg y genere una frecuencia de 1 a 5 MHz.
- El equipo de ultrasonido deberá de ser calibrado al inicio de cada inspección y cuando se observe un mal funcionamiento en el proceso de la inspección, entonces se deberán de repetir todas las mediciones desde la última calibración aceptable. La calibración será verificada al final de cada jornada de trabajo.



- El equipo de ultrasonido deberá de ser certificado y mantendrá su rastreabilidad por lo menos una vez al año.

REQUISITOS GENERALES (Equipos y accesorios)

- **INSTRUMENTO ULTRASÓNICO:** Se empleara un detector de fallas ultrasónico de pulso eco, con tubo de rayos catódicos o del monitor de video (presentación A-scan).
- **FRECUENCIA:** El detector de fallas ultrasónico debe ser capaz de generar frecuencias sobre un rango de al menos 1 MHz a 5 MHz. Se pueden utilizar instrumentos que operen a otras frecuencias si la sensibilidad es igual o mejor y es demostrado y documentado. Se recomienda una frecuencia nominal de trabajo de 2.25 MHz. El espesor, tamaño de grano o microestructura del material y la naturaleza del equipo o del método pueden requerir frecuencias de inspección mayores o menores. Sin embargo, frecuencias menores de 1MHz pueden ser utilizadas solamente cuando el cliente este de acuerdo y quede establecido por escrito.
- **VERIFICACIÓN Y CALIBRACIÓN DEL EQUIPO:** El equipo para realizar la inspección debe calibrarse y verificarse en el lugar donde será hecha la inspección, al principio y al final de cada inspección, cuando se cambia el personal y en cualquier momento que se sospeche un mal funcionamiento. Si durante cualquier verificación se determina que el equipo de prueba no esta funcionando adecuadamente, todas las inspecciones realizadas desde la última calibración valida del equipo deben volver a inspeccionar.
- **PALPADORES:** Se utilizaran palpadores de haz recto, con elementos transductores con diámetros de 0.375" a 1 1/8" (25 a 30 mm), o 1" (25 mm) cuadrada. Sin embargo, cualquier transductor que tenga un área activa de 0.7" cuadradas (450 mm²) puede ser utilizado. Otros palpadores podrán ser usados para evaluar y delimitar las zonas con discontinuidades.
- **ACOPLANTE:** Se puede emplear ya sea agua, aceite, goma de celulosa o vaselina como acoplante. Se debe emplear el mismo acoplante para la calibración y la inspección. La selección del acoplante será de acuerdo al acabado superficial, posición u orientación de la superficie, a la temperatura de la superficie del material a inspeccionar o a posibles reacciones químicas del acoplante con el material a inspeccionar.
- **CALIBRACIÓN:** El sistema de inspección debe ser calibrado en el lugar donde se va a efectuar la inspección y utilizando como referencia una sección de la misma placa a inspeccionar que este libre de indicaciones de discontinuidades.

Las inspecciones deben realizarse por el método de contacto directo.

PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

La superficie a inspeccionar debe estar lo suficientemente limpia y con un acabado superficial adecuado para mantener la reflexión de pared posterior de referencia a un nivel de por lo menos 50% de la escala vertical de la pantalla durante toda la inspección.



Se deberá eliminar cualquier material extraño que pudiera interferir con la inspección tal como grasa de inspecciones anteriores, suciedad, grumos de pintura, grumos de soldadura, aceite, cáscara de tratamiento térmico, etc.

Cuando sea necesario se utilizarán medios mecánicos adecuados para la eliminación de contaminantes de la superficie. Medios mecánicos tales como esmerilado, limpieza con chorro de granalla, etc.

CALIBRACIÓN DEL INSTRUMENTO ULTRASÓNICO

La calibración o ajuste del instrumento ultrasónico debe realizarse de acuerdo con lo siguiente:

- Calibrar la escala horizontal de la pantalla a un rango adecuado dependiendo del espesor a inspeccionar.
- Obtener la reflexión de pared posterior de 4 o 5 ecos múltiples sobre la pieza de prueba, hacer la prueba inicialmente en un tubo que no haya sido expuesto, es decir de preferencia nuevo, pero con idénticas propiedades al material que se quiere inspeccionar, la presencia de hidrógeno es indicada cuando se obtiene una pérdida de señal del 15%.

INSPECCIÓN

- **Barrido:** Será realizado mediante el movimiento del transductor sobre la pieza o componente examinado en forma manual con la velocidad de inspección de 6 plg/seg como máximo y un traslape mínimo en cada paso del 10% del área o diámetro del transductor.
- **Recipiente:** El barrido se efectuará en el perímetro del cuadrículado utilizando una malla de 9"x9" hacia cada lado en todo el perímetro de la malla.

EVALUACIÓN

Las indicaciones presentadas en pantalla se evaluarán de la siguiente manera:

- **LAMINACIÓN:** Serán evaluadas como aquellas indicaciones puntuales o que abarquen un área de 3plg. De diámetro, que se localizan por lo regular en forma aislada y a una misma profundidad.
- **PICADURAS:** Por corrosión interna o cavidad por erosión, se evaluarán como tales aquellas indicaciones que se presentan en pantalla como una indicación unida a la indicación de la reflexión de pared posterior (eco de fondo).
- **DAÑOS POR HIDRÓGENO (HIC):** Representadas en pantalla como indicaciones de múltiples picos que originan una disminución en la amplitud de eco de fondo (reflexión de pared posterior) no debida a pérdida de acoplamiento.

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN/RECHAZO

Será motivo de rechazo la presencia de cualquier indicación que tenga o exceda el 20% de nivel de amplitud de referencia, ya sea clasificada como laminación, erosión, corrosión o daño por hidrógeno.



LIMPIEZA POSTERIOR

En todos los casos la superficie deberá ser limpiada para eliminar los residuos del acoplante utilizado en el examen, empleando para esto cualquiera de los siguientes métodos:

- Lavado con agua y detergente.
- Solventes.
- Vapor desengrasante.

REPORTE DE RESULTADOS

Los datos del componente o parte examinada así como los correspondientes al examen; equipo utilizado, material, temperatura, etc. y los resultados del mismo se asentarán en un formato de inspección por ultrasonido con haz recto.

4.2.5 Procedimiento para la Medición de espesores.

OBJETIVO

Este procedimiento tiene la finalidad de establecer los lineamientos para realizar la medición de espesores de pared, en recipientes a presión, utilizando la técnica de pulso eco por contacto directo.

ALCANCE

Quedan dentro del alcance de este procedimiento, las mediciones de espesor realizadas en recipientes a presión que están definidos en la NOM-020-STPS-2002.

DEFINICIONES

Recipiente sujeto a presión: aparato construido para operar con fluidos a presión diferente a la atmosférica, proveniente dicha presión de fuentes externas o mediante la aplicación de calor desde una fuente directa, indirecta o cualquier combinación de éstas.

Código: es el conjunto de reglas técnicas en que está basado el diseño y la construcción del equipo.

REFERENCIAS

- NOM-020-STPS-2002
- ASME Secc. VIII Div. 1,
- API 510

REQUISITOS

El personal que realiza las actividades de inspección debe estar calificado y certificado como nivel I y II, de acuerdo con la práctica recomendada SNT-TC-1^a, para capacitación, calificación y certificación de personal que realiza ensayos no destructivos.

RESPONSABILIDADES

- Aseguramiento de Calidad.- la implantación correcta de este procedimiento en los equipos que lo requieran.
- Supervisión.- verificar que el personal ejecute y reporte los resultados conforme a lo que establece el presente procedimiento.



- Personal que ejecuta el trabajo.- efectuar las actividades de inspección conforme a lo establecido en este procedimiento.

EQUIPO Y MATERIALES

- EQUIPO DE ULTRASONIDO. Se empleará un equipo de ultrasonido del tipo pulso-eco, capaz de generar una frecuencia de 1 a 5 MHz y medir espesores en un rango de 0.030 a 9.99 in. Así como realizar lecturas reales discriminando capa de pintura o recubrimiento anticorrosivo.
- TRANSDUCTOR. Se emplearán transductores de 2.25 a 5 MHz con diámetros de ¼ a ½ in e incluso de 1 in, dependiendo la pieza a inspeccionar, verificando que sean compatibles con el equipo de ultrasonido.
- ACOPLANTE. Se utilizarán como medio acoplante: glicerina, gel, agua, aceite, etc. El mismo acoplante utilizado durante la calibración será empleado durante la inspección.
- BLOQUES DE CALIBRACIÓN. Podrán ser utilizados Blocks de calibración tales como IIW tipo II o el de escalera, al igual que el block o pastilla que se encuentran integrados en algunos modelos de medidores de espesores.
- CALIBRACIÓN. El equipo de ultrasonido deberá de ser calibrado al inicio de cada inspección y cuando se observe un mal funcionamiento durante el curso de la inspección, en este caso, se deberán repetir las mediciones desde la última determinación sin incertidumbre. El equipo de ultrasonido se deberá calibrar y mantener el certificado de calibración con vigencia máxima de 1 año.

DESARROLLO DE LA INSPECCIÓN

- Datos de Placa e identificación del Recipiente a presión. Previo a la medición de espesores se deberá contar con la siguiente información: Datos de placa del equipo o recipiente a inspeccionar. Condiciones de operación: presión, temperatura, fluido, capacidad, etc. Espesor nominal de cuerpo y tapas. Número económico, Número de serie, Número consecutivo. Dibujo de planta y/o croquis de localización.
- Preparación de Superficies: La superficie de los recipientes a ser inspeccionados deberá de estar razonablemente limpia y libre de cualquier material que pudiese interferir con la realización de la técnica, excepto pintura o recubrimiento anticorrosivo.
- La medición de espesores se llevará a cabo por el exterior para los recipientes a presión en servicio, para equipos fuera de servicio se podrá realizar por el exterior o bien por el interior, si existe acceso.
- Registro de Lecturas: La lectura obtenida en la pantalla del medidor de espesores en cada apunto de inspección se registrará hasta que los dígitos se establezcan. Las lecturas de espesores se reportarán en milímetros o en milésimas de pulgada previo acuerdo con el cliente.
- Reportes: Los resultados se documentarán en el formatos



GRADO DE EXAMINACIÓN

RECIPIENTES DE PROCESO, SERVICIO Y AIRE: El grado de examinación serán en dos niveles por carrete en la sección cilíndrica. Cada uno de los niveles localizados en zonas adyacentes a las soldaduras (a 1"), la inspección en cada nivel involucra cuatro lecturas en sentido de las manecillas de reloj a las 12:00, 3:00, 6:00 y 9:00 Hrs. (o bien 0, 90, 180 y 270 grados), según se muestra en la Figura 4.5. En cada tapa, se tomarán 13 puntos según se indica en la Figura 4.6. En cada boquilla, el grado de examinación será en dos niveles, cada uno a 2" del cordón de soldadura (unión brida-cuello, unión cuello-cuerpo), la inspección en cada nivel involucra cuatro lecturas en sentido de las manecillas de reloj a las 12:00, 3:00, 6:00 y 9:00 Hrs. (o bien 0, 90, 180 y 270 grados), En zonas donde se detecte corrosión severa externa, se incrementará el grado de examinación en un radio de 2 in.

Bajo espesor: En los casos que se detecten espesores inferiores a los obtenidos previamente o a los nominales, se hará un sondeo en un radio de 2 in, para verificar la certidumbre de esa lectura, tomando 5 lecturas adicionales alrededor del punto encontrado.

En el caso de que se determine que se trata de un bajo espesor o espesores, se delimitará la zona con probable corrosión interna.

CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

Estos serán definidos por el cliente, de igual manera cálculos como velocidad de corrosión, vida remanente, o cálculo del espesor mínimo requerido por presión interna, queda fuera del alcance de este procedimiento.

Los datos obtenidos de la prueba realizada se registran en el Formato de inspección ultrasónica (medición de espesores).

4.2.6 Procedimiento para replica metalográfica de campo.

OBJETIVO

Este procedimiento tiene la finalidad de establecer los lineamientos para realizar replicas metalográficas de campo a través de la técnica de impresión en acetato, en material base de recipientes a presión.

ALCANCE

Realizar replica Metalográfica en cuerpo y tapas de Recipientes a presión, para la caracterización del material y de esta manera definir especificación tipo y grado.

REFERENCIAS

- ASME Secc. II parte A, B y D
- ASTM E3 modificado, preparación de las superficies para micrografía
- ASTM E407 procedimiento para grabado de superficies metálicas

REQUISITOS

El personal que realiza las actividades de inspección debe estar capacitado como técnico Metalógrafo.



RESPONSABILIDADES

- Aseguramiento de Calidad: la implantación correcta de este procedimiento e los equipos que lo requieran.
- Supervisión: verificar que el personal ejecute y reporte los resultados conforme a lo que establece el presente procedimiento.
- Personal que ejecuta el trabajo.- efectuar las actividades de inspección conforme a lo establecido en este procedimiento.

EQUIPO Y MATERIALES

Kit de replica metalográfica consistente en:

- a) Esmerilador
 - b) Pulidora
 - c) Extensiones 110 volts
 - d) Reactivos. Se emplearán los siguientes reactivos:
 - e) Consumibles: Piedra esmeril. Lijas de carburo de silicio y de óxido de aluminio, No. Grit 120, 200, 400 y 600
- Alcohol etílico
Pasta de diamante
Paño, Papel acetato

PROCEDIMIENTO

- Preparación de la Superficie: Las superficies a examinar previo a la inspección por replica metalográfica deberán estar libres de grasa, óxido, herrumbre, grasa, pintura u otro contaminante que interfiera con la prueba.
- Área a examinar: El área a examinar es de ½ in de radio. De forma general, una área replicada de 12 a 18mm (0.5 por 0.75 pulgadas), es satisfactoria.
- Limpieza del Metal: Se realizará desbaste grueso con piedra esmeril Pulido Grueso Se realiza mediante pulido en serie, con lijas números 100, 200, 400 y 600, en cada etapa, se gira el pulidor a 90° para eliminar las rayas de pulido transversales dejadas de la operación previa. La superficie, entonces presentará un aspecto liso para proceder al pulido final. Pulido Fino a Espejo Utilizando pasta de diamante y paño, se realizará el pulido fino hasta obtener una superficie brillante a espejo.
- Ataque Químico: La superficie a espejo, se deberá atacar con los reactivos para microataque en materiales terrosos.
- Tiempo de ataque: El tiempo de ataque se determinará en función del tipo de material, el tipo y grado de envejecimiento del reactivo, así como del monitoreo y comprobación mediante el microscopio o dispositivo metalográfico de campo. Los tiempos de ataque oscilan de 10 a 30 segundos

Impresión en Acetato

Una réplica es ejecutada por uno de los dos métodos descritos a continuación con ambos métodos se producen réplicas aceptables.

Una vez que la superficie está perfectamente atacada, se realizará la impresión, al aplicar presión manualmente sobre el acetato previamente humedecido contra el metal. Para reblandecer el acetato se utiliza usualmente acetona 50% volumen-alcohol 50% volumen.



El tiempo para impresión en acetato bajo presión, oscila de 30 a 60 segundos.

Otra alternativa de poder obtener una réplica en posición plana es humedeciendo la superficie metálica preparada con un solvente recomendable, como los mencionados anteriormente, y colocar la película plástica (acetato) a la superficie húmeda presionando esta por varios segundos para asegurar su adherencia.

La réplica deberá ser tomada lo más rápidamente posible después de la preparación de pulido a espejo de la zona bajo inspección, esto es para minimizar la oxidación de la pieza y posible contaminación de la película.

Después de que la película ha secado, se tiene que remover la réplica y debe ser montada en un objeto rígido que facilite el análisis de la réplica (portaobjetos), y que la proteja de los posibles daños durante la transportación y almacenaje. El montaje debe ser asegurado colocando cinta adhesiva por ambos lados del cristal.

Observación al Microscopio

Se deberá utilizar un microscopio o dispositivo de reflexión para observación metalográfica, como mínimo a 100 aumentos (100X). El equipo deberá ser portátil con fuente de energía mediante pila seca.

La réplica se identifica con el número de serie o numero consecutivo del recipiente por un lado y se almacena en un lugar seco y libre de contaminación durante su transportación al laboratorio.

Las réplicas de las tapas se les agregara el prefijo “T” y a las del cuerpo la letra “C”.

Obtención de las Fotomicrografías (Superficie de la réplica).

Durante el proceso de revelado de la réplica, no serán permitidos dobleces ni deformaciones en la película, Examinación de réplicas.

Para proporcionar el contraste necesario para la exploración de la réplica en el microscopio, la réplica puede ser colocada en una superficie pulida, como por ejemplo un espejo, o sobre una película de fondo negro.

La microestructura se deberá mostrar claramente en una zona de por lo menos ¼ in de diámetro.

Todas las características microestructurales deberán ser correctamente representadas. Los límites de grano y otros rasgos deberán ser fácilmente identificados.

La réplica metalográfica se imprimirá como fotomicrografía en un laboratorio metalográfico convencional, utilizando un microscopio metalúrgico de reflexión. Las Fotomicrografías podrán ser obtenidas en 50X y 100X.

Limpieza Final

Al finalizar se limpiará con alcohol y paño de algodón el área de la replica metalográfica, y hasta 1” adyacente, para eliminar residuos del reactivo químico de ataque.

Marcado de la zona inspeccionada

Se marcaran con pintura para metal, las zonas de donde fueron obtenidas las replicas metalográficas, con las letras “RM”.



GRADO DE EXAMINACIÓN

Cada una de las tapas del recipiente a presión se inspeccionarán con un punto de replica metalográfica, asimismo se realizara una réplica en el cuerpo del recipiente.

REPORTE METALOGRAFICO

- Se realizará una descripción detallada de la microestructura revelada en cada caso (tapas y cuerpo), indicando el tipo de fases encontradas, tamaño de grano, así como otros microconstituyentes tal como sulfuros, inclusiones no metálicas; también se reportara si existen evidencias de descarburación, deformación de la estructura, variación, etc.
- En este reporte se indicará el reactivo de ataque utilizado y los aumentos a los que fue obtenida la fotomicrografía.
- Los resultados así obtenidos serán presentados en un formato de Caracterización Metalúrgica.

CRITERIOS PARA CARACTERIZACION DEL MATERIAL.

En combinación con la microestructura encontrada en cada caso (tapas y cuerpo) y la dureza, se reportará la especificación, tipo y grado del material con propiedades equivalentes a las encontradas, basándose en especificaciones de ASME Secc. II parte A, B y D.

Los datos obtenidos de la prueba realizada se registran en el Formato de reporte de análisis metalográfico.

4.2.7 Procedimiento para la Medición de durezas.

OBJETIVO

El propósito de este procedimiento es determinar en sitio y de forma confiable la dureza en aceros al bajo carbono, teniendo el producto cualquier forma.

ALCANCE

Este procedimiento aplica para la medición de durezas en tuberías, accesorios para tuberías y placas, de acero al bajo carbono en sitio con equipo portátil, considerando que el espesor mínimo de material tenga un espesor mínimo equivalente a 10 veces la profundidad de la huella dejada por el penetrador.

DEFINICIONES

Dureza: Es la resistencia que presenta un material a ser penetrado por otro.

Probador de dureza: Equipo mediante el cual se mide la dureza de un material.

RESPONSABILIDADES

- Control de Calidad: La implantación correcta de este procedimiento.
- Supervisión: Verificar que el personal ejecute, evalúe y reporte los análisis y sus resultados conforme a lo que establece este procedimiento.
- Del personal que ejecuta el ensayo: Realizar, evaluar y reportar los resultados conforme a lo que establece este procedimiento.



REQUISITOS

Del personal.

El personal que ejecute actividades de ensayo de dureza bajo este procedimiento deberá ser:

- Ingeniero metalurgista con tres meses de experiencia.
- Ingeniero de cualquier otra especialidad con conocimientos de metalurgia básica y manejo del equipo con experiencia de seis meses.
- Ser técnico profesional con conocimientos de metalurgia básica y manejo del equipo contando por lo menos con un año de experiencia.
- El personal que evalúe o interprete los resultados deberá ser ingeniero metalurgista o ingeniero en cualquier otra especialidad con experiencia de por lo menos dos años.
- Equipo, Juego completo de probador de dureza portátil.

DESARROLLO

Preparación de la superficie

Se registrará la identificación asignada previamente por el cliente, al elemento sujeto a prueba, en un formato de este procedimiento.

El personal encargado de realizar el ensayo seleccionará un área, siendo esta la más adecuada, para preparar la superficie de la pieza. Se procederá a eliminar grasa, óxidos o cualquier material extraño con disco abrasivo seguido por pulido con lija del No. 100 o 120 y 240, el área a preparar dependerá del equipo empleado.

Para asegurar que los valores de dureza sean los correctos, es necesario tomar en cuenta las siguientes precauciones:

- Que la superficie sea plana y normal al eje de aplicación de la carga.
- Que la distancia del borde de una huella al centro de otra huella sea al menos 2.5 veces al diámetro de la huella
- Que el espesor del material sea diez veces la profundidad de la muestra hecha por el penetrador.
- Que la superficie sea homogénea en el área preparada de cada pieza; se efectuaran un mínimo de 3 mediciones, tomándose el promedio.

Si en el elemento se obtuvo una réplica metalográfica, hacer la prueba en esa superficie.

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO.

Los probadores de dureza portátiles, son empleados cuando las piezas o productos a ser ensayados son muy grandes, están unidas a estructuras, forman parte de un sistema o la dirección de aplicación de la fuerza del penetrador es diferente a la verticalidad descendente; por lo tanto, el equipo deberá tener las siguientes características:

- 1) El equipo deberá tener peso y dimensiones que lo hagan portátil.
- 2) La fuerza de penetración debe ser aplicada en cualquier dirección.
- 3) El equipo estará diseñado de tal forma que no se empleen pesos muertos.
- 4) La fuerza debe ser aplicada por medio de un cilindro hidráulico, por medio de un tornillo a través de un resorte calibrado o únicamente por un resorte.
- 5) Deberá ser provisto de medios de sostenimiento para que el penetrador este en contacto con la superficie y no haya movimiento entre el probador y la pieza cuando la carga es aplicada.



6) Deberán de aplicar la misma carga nominal y usar el mismo penetrador como los usados en los métodos de prueba de Dureza Brinell, Rockwell, Vickers o Leeb.

7) Para el caso de los Probadores de Durezas Leeb, la superficie de prueba deberá tener una temperatura de 4° a 38° C.

CALIBRACIÓN

Los probadores de dureza portátiles serán usados únicamente con cargas aplicadas a las que han sido calibradas.

También, periódicamente deberán ser revisados para verificar errores de medición del equipo.

Esto se hará con bloques estandarizados y certificados o por el método de comparación. La verificación se efectuará cada vez que el operador sea diferente, cuando la geometría del penetrador sea afectada, cuando se sospeche un mal funcionamiento del equipo o simplemente cuando sea requerido. Sin embargo, el tiempo de verificación de medición del equipo nunca deberá ser mayor a 18 meses.

PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN DE LA CARGA.

- Prueba Portátil Brinell.- estos probadores generalmente aplican la carga por medio de un cilindro hidráulico equipado con un medidor de presión y un resorte cargado a un valor de relevo. Con este arreglo no es posible mantener la carga ya que la válvula de relevo se abre por un tiempo apreciable. De aquí que se debe llevar el mismo punto varias veces a la carga superior, en donde la carga es relevada. Ha sido determinado que para el acero, con una carga de prueba de 3000 Kgf, tres aplicaciones de carga son equivalentes a un sostenimiento de 15 seg de carga.
- Prueba Portátil tipo Rockwell.- estos equipos generalmente aplican la carga a través de un resorte calibrado por medio de un tornillo y son equipados con dos indicadores, una escala que mide la deflexión del resorte para indicar la carga y la otra escala o tornillo micrómetro que indica la profundidad de penetración. La carga menor se aplica hasta el punto apropiado, de acuerdo al indicador de esa carga, de aquí aplicar la carga mayor. Girar el tornillo en la dirección opuesta hasta que la escala de la carga menor indique nuevamente la carga. De aquí leer la dureza en el indicador de profundidad como la diferencia entre las lecturas a la carga menor antes y después de la aplicación de la carga mayor. Llevar a la carga gradualmente en forma continua. Quite completamente la carga mayor, dentro de los 2 seg después de que ha sido aplicada completamente.
- Prueba Portátil tipo Vickers.- el equipo para esta prueba generalmente aplica la carga por medio de un cilindro hidráulico equipado con un medidor de presión. Llevar el penetrador justo en contacto con la superficie de prueba y verificar que en el medidor de presión, la presión sea cero. De aquí, llevarlo a la carga superior hasta el valor requerido a como se indique en el medidor de presión. Llevarlo a la carga superior gradualmente sin interrupciones y con cuidado a la carga requerida. Mantener la carga total mínimo por 15 seg solo que otra cosa sea especificada, y retirarla.



- Prueba Portátil tipo Leeb.- en estos equipos un cuerpo de impacto con un perfil esférico o de diamante de carburo de tungsteno es puesto bajo la fuerza de un resorte, desde donde es enviado hasta la superficie de prueba. Las velocidades de impacto y rebote inducen un voltaje eléctrico proporcional a ellas en la bobina. Los valores de voltajes derivados de las velocidades de impacto y rebote son multiplicados por el factor 1000 produciendo un número el cual constituye el valor de dureza Leeb.

Cuando la dirección de impacto es diferente a la verticalidad descendente, se aplican factores de corrección proporcionados por el fabricante. El espesor mínimo de la pieza sujeta a prueba será de acuerdo a la siguiente información:

Equipo de Impacto	Espesor Mínimo.
D, DC, D+15, E	3 mm (1/8 pulg.)
G	10 mm (3/8 pulg.)
C	1 mm (1/32 pulg.)

REPORTE DE RESULTADOS.

Los valores de dureza obtenidos deberán ser reportados en un formato de procedimiento, los valores de dureza se reportarán en cualquiera de las siguientes escalas: Brinell, Rockwell B, Rockwell C, Vickers o Leeb.

Debido a que el principio de la prueba de dureza Leeb no tiene una correlación directa a los otros métodos de durezas; las conversiones son aproximaciones, en donde la conversión ha sido obtenida por pruebas de comparación. Por lo tanto, el fabricante de este tipo de equipos deberá proporcionar tablas de conversión a otras escalas de dureza.

Ya que las durezas en forma indirecta indican la resistencia a la tensión en forma aproximada de un acero, resulta posible estimar por medio de las tablas de conversión del ASMT A 370-97, la resistencia a la tensión aproximada del material ensayado.



CAPÍTULO V
DESCRIPCIÓN GENERAL
DE LA PLANTA
Y
SUS EQUIPOS



5. Descripción general de la Planta.

Con el propósito de complementar la formación académica e incrementar las destrezas y habilidades de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Química, la Facultad de Estudios Superiores (FES) Zaragoza, en el campus II, cuenta con el Edificio de Tecnología, también conocido como Planta Piloto, considerada la más grande en la UNAM y con mayor número de equipos, además posee una sección de laboratorios así como un Laboratorio de Cómputo donde se imparten cursos de actualización para esa licenciatura.

En la Planta Piloto los estudiantes de la asignatura de Laboratorio y Taller de Proyectos de sexto y séptimo semestre de la carrera de Ingeniería Química (IQ), tienen la oportunidad de realizar actividades prácticas relacionadas a la aplicación de las operaciones unitarias para el área de procesos principalmente, que son fundamentales en el desarrollo del ingeniero químico en el terreno laboral.

Cada equipo que posee la Planta Piloto tiene como objetivo familiarizar a los estudiantes con algunos instrumentos que emplearán a nivel industrial en su quehacer laboral, así como conocer la operación de cada uno de ellos, a través del desarrollo de protocolos establecidos y tener la oportunidad de obtener resultados que les permiten analizar e interpretar la información.

5.1 Los Equipos de Proceso.

De los equipos de apoyo que posee la Planta Piloto destacan *dos Torres de Destilación*: una de acero inoxidable y la otra de vidrio. Básicamente se utilizan para separar componentes de una mezcla las escalas para la separación de componentes que se emplean en ambos equipos son diferentes. La de vidrio utiliza una escala más pequeña comparada con la de acero inoxidable, ya que está última es a un nivel industrial. Debido a que, el equipo es de acero inoxidable se emplea para separar mezclas en grandes cantidades.

Otra herramienta es el *Secador de Lecho Fluidizado*, que es un equipo usado para secar o eliminar la humedad de materiales. Tiene la característica que el material a secar se pone en contacto con aire caliente o con vapor de agua. El *Sistema de Flujo de Fluidos* en vidrio, es otro equipo con el que cuenta la Planta Piloto y permite verificar las caídas de presión a través de tuberías. Se emplea para el estudio de la mecánica de fluidos, a fin de analizar el movimiento de estos y las fuerzas que lo provocan.

La Planta Piloto cuenta con una *Columna de Burbujeo* que sirve para determinar parámetros de transferencia de masa. Se trata de un sistema que utiliza una columna de líquido y se hace pasar a través de ella burbujas que puede ser cualquier componente o mezcla gaseosa. Se emplea para determinar coeficientes de transferencia de masa.

Otro equipo es el *Filtro Prensa*; al igual que cualquier filtro sirve para eliminar sólidos en una corriente líquida. Se le denomina así, debido a que posee láminas o divisiones que contienen la malla filtrante y que se acoplan de tal manera que se ejerce una presión entre ellos, y permite que en el momento en que circula el fluido se retenga la mayor cantidad de sólidos.



La *Torre de Enfriamiento* es otro equipo que integra la Planta Piloto, es una estructura para refrigerar agua y otros medios a temperaturas muy altas en este sistema se emplean corrientes líquidas frías y calientes.

El *intercambiador de calor* un dispositivo diseñado para transferir calor entre dos medios, que estén separados por una barrera o que se encuentren en contacto.

Otro instrumento es el *Desmineralizador* cuya principal función es eliminar minerales en una determinada corriente líquida, los cuales se encuentran generalmente en forma de iones de calcio y de potasio. Se emplea básicamente para el tratamiento de agua.

Finalmente, la Planta Piloto posee un *Molino de Martillos*, el cual es útil para pulverizar, ya que ciertos productos requieren una prepulverización antes de llegar a otro proceso para tener mejor textura o un tamaño de partícula más pequeño. Los Molinos de martillos están caracterizados por la alta relación de reducción granulométrica en el tratamiento de arcillas de todo tipo, mezclas y materias primas de baja y media dureza.

La Planta cuenta con un área de servicios donde se encuentran los compresores que se encargan de enviar aire a presión a algunos equipos, una subestación eléctrica para alimentar de energía a todo el instrumental y el generador de vapor para alimentar de vapor a los equipos que lo soliciten.

5.2 Sección de Laboratorios.

Por otra parte, en el Edificio de Tecnología de Ingeniería Química se encuentra la Sección de Laboratorios, dotada de un inter laboratorio que proporciona los materiales de vidrio y metal así como los reactivos que se van a utilizar en el desarrollo de los protocolos que realizan los estudiantes durante el semestre lectivo y que complementan las actividades prácticas del laboratorio de la Planta Piloto correspondiente al sexto y séptimo semestre; algunos de los protocolos que se realizan son:

- Sedimentación.
- Mezclado.
- Análisis de partículas de un sistema sólido.
- Análisis de una variable de transporte.
- Determinación de propiedades físicas.
- Operación de un sistema de destilación.
- Determinación de volúmenes molares parciales.

Cabe destacar que en la Sección de Laboratorios existen dos, el T-1408 y el T-1410, que actualmente están certificados de acuerdo a la Norma NMX-CC-9001-2000 por el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación (IMNC).



5.3 Servicio de vapor.

Toda planta industrial requiere de servicios de enfriamiento, calentamiento, energía eléctrica, aire de instrumentos, combustibles, vapor de diferentes presiones, y en algunos casos, gas inerte. Frecuentemente las condiciones requeridas en los servicios no corresponden a las condiciones en que se encuentran disponibles, y entonces es necesario llevar a cabo un tratamiento físico o químico sobre ellos para ajustarlos a las condiciones deseadas por ejemplo, el agua de calderas debe ser tratada, eliminando dureza, con el fin de evitar incrustación; la corriente eléctrica debe ser acondicionada al voltaje y frecuencia requerida en las máquinas y motores, etcétera.

El ingeniero químico debe saber calcular la cantidad de servicios auxiliares requeridos; especificar la topología de las redes de suministro; construir los diagramas de ingeniería básica, donde se especifican las operaciones unitarias a que serán sometidos e interpretar los diagramas de ingeniería de detalle de los diferentes equipos que se diseñen para cada servicio. El vapor de agua es un servicio muy común en la industria, que se utiliza para proporcionar energía térmica a los procesos de transformación de materiales a productos, por lo que la eficiencia del sistema para generarlo, la distribución adecuada y el control de su consumo, tendrán un gran impacto en la eficiencia total de la planta. Esta situación se refleja en los costos de producción del vapor y, en consecuencia, en la competitividad y sustentabilidad de la industria.

La carrera de Ingeniería Química cuenta con un generador de vapor automatizado protegido contra sobrecalentamiento y aumento de presión. Con este generador se pone en operación varios equipos que se encuentran en el laboratorio Planta Piloto, como son: la torre de destilación, la torre de destilación de vidrio, el intercambiador de calor, los evaporadores y el reactor de vidrio.

El Ingeniero Químico es el responsable de la operación de plantas químicas, donde se realizan transformaciones físicas y químicas de la materia prima de bienes y productos útiles para la sociedad; por ello, las prácticas realizadas en la planta piloto son un primer acercamiento de los estudiantes con la operación de una planta en la industria química.

El generador de vapor de la marca Cleyton, incluye los accesorios para la instalación y tuvo un costo de \$900 mil pesos, aproximadamente.

Aunque el proceso administrativo establece dar de baja el equipo obsoleto, la estructura académico-administrativa de la carrera de IQ hace las gestiones necesarias para que el antiguo generador de vapor permanezca en la carrera con fines docentes.

En estas gestiones, la participación de los docentes es importante, ya que ellos han elaborado propuestas para realizar nuevas prácticas en la planta piloto, que utilizarán el vapor generado con el equipo.



CAPÍTULO VI

REQUISITOS PARA LA

EVALUACIÓN DE UN RECIPIENTE

SUJETO A PRESIÓN



6. Identificación los equipos susceptibles de ser evaluados por la NOM-020-STPS-2002

La NOM-020-STPS-2002 establece las condiciones de seguridad y las medidas preventivas para evitar riesgos de trabajo por el uso y el funcionamiento de los recipientes sujetos a presión y calderas en los centros de trabajo, que cuenten con mayores probabilidades de riesgo por variables de presión, dimensiones y fluidos a los que la STPS les otorga números de control.

Por lo antes descrito, el presente capítulo tiene por objeto establecer, de manera concreta, los requisitos de procedimiento y documentales que la NOM-020-STPS-2002 solicita, principalmente la relacionada con las condiciones y los requisitos mínimos de seguridad para el funcionamiento de los recipientes sujetos a presión y las calderas en los centros de trabajo.

1) Se debe identificar y ubicar los recipientes cerrados que se utilicen en el centro de trabajo sometido a presiones diferentes a las ambientales para su operación. Por ejemplo alguno de los siguientes equipos:

- ✓ Intercambiadores de calor.
- ✓ Marmitas.
- ✓ Calderas.
- ✓ Calentadores de agua.
- ✓ Tanques suavizadores.
- ✓ Compresores.
- ✓ Reactores.
- ✓ Torres de enfriamiento.
- ✓ Tanques de vacío.

2) Una vez que conoce con qué tipo de equipos se cuenta, se verifica sus condiciones de operación para conocer si dichos equipos (recipientes sujetos a presión y calderas) son autorizables o son considerados como exentos (SÓLAMENTE DE LA AUTORIZACIÓN DE FUNCIONAMIENTO).

6.1 Excepciones

La NOM-020-STPS-2002, contempla un apartado para identificar aquellos equipos en operación (recipientes sujetos a presión y calderas) que, deben contar con condiciones de seguridad, pero no con el número de control de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Lo anterior quiere decir que no es necesario que se realicen trámites de autorización de funcionamiento para esos equipos.

La norma oficial mexicana que nos ocupa, también considera a ciertos equipos a los que exenta de su cumplimiento, es decir, a los que no se les aplica la norma porque se encuentran regulados por otras dependencias, como es el caso de los equipos que contengan gas L.P. En ese sentido, es conveniente ver el contenido del apartado 2.3 de la norma.



En el proceso de autorización de los recipientes sujetos a presión y calderas para su funcionamiento en los centros de trabajo, interviene personal de las Delegaciones Federales del Trabajo para:

- ✓ Proporcionar asesoría relacionada con la NOM.
- ✓ Otorgar los permisos provisionales para el funcionamiento de los recipientes sujetos a presión y las calderas.
- ✓ Reconocer los dictámenes que emiten las unidades de verificación aprobadas y acreditadas, y otorgar los números de control correspondientes a los equipos.
- ✓ Efectuar las visitas de inspección. Comprobar en campo que el patrón cumpla con los elementos técnico- administrativos que la norma establece.
- ✓ Otorgar las autorizaciones de funcionamiento para los recipientes sujetos a presión y las calderas al concluir las visitas de inspección, ratificando el número de control asignado en el permiso provisional, cuando el resultado de la inspección sea satisfactorio.
- ✓ Otorgar la ampliación a las autorizaciones de los recipientes sujetos a presión y calderas, y ratificar los números de control con que cuentan los equipos, cuando el resultado de las visitas de inspección sea satisfactorio.
- ✓ Aplicar el procedimiento administrativo sancionador a las empresas por el incumplimiento de las obligaciones establecidas en la norma oficial mexicana.

6.2 INFORMACIÓN REQUERIDA

1. Se debe contar con un listado de los equipos que funcionen en el centro de trabajo, que incluya la siguiente información:
 - a. Nombre genérico del equipo.
 - b. Nombre o número de identificación del equipo.
 - c. Número de serie del fabricante y fecha de fabricación, cuando exista.
 - d. Número de control asignado por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, cuando así corresponda.
 - e. Presión de operación.
 - f. Fluidos manejados en el equipo.
 - g. Superficie de calefacción o capacidad volumétrica.
 - h. Lugar en donde se ubica el equipo físicamente dentro del centro de trabajo.
2. Se debe demostrar la seguridad de los equipos que requieran de autorización de funcionamiento y la confiabilidad de sus dispositivos de seguridad.
3. Se debe contar, para todos los equipos que no requieran de la autorización de funcionamiento, con las condiciones mínimas de seguridad en su operación.
4. Se debe asegurar que cada uno de los equipos que se encuentren en operación en el centro de trabajo tenga una etiqueta, placa, marcado por golpe o similar, con el nombre del equipo o número identificación, utilizando los medios apropiados para no dañar las paredes expuestas a presión.
5. Se debe contar con personal capacitado, con base en los procedimientos para la operación, el mantenimiento o la reparación de los equipos.



6. Notificar por escrito a la Delegación Federal del Trabajo, cuando los equipos que cuenten con autorización de funcionamiento dejen de operar definitivamente en el centro de trabajo o cambien de localización dentro del propio domicilio.
7. Se debe contar con evidencias de que los trabajadores participan en la capacitación y el adiestramiento que el patrón proporcione para el funcionamiento de los equipos.
8. Se debe contar con evidencias de que los trabajadores operan, revisan y dan mantenimiento a los equipos, de conformidad con la capacitación otorgada por el patrón.
9. Se debe contar con evidencias de que los trabajadores notifican al patrón las anomalías y las condiciones inseguras de funcionamiento de los equipos, aunque las hayan subsanado por sí mismos.

6.3 Requisitos mínimos de seguridad para los equipos

6.3.1 Condiciones físicas y operativas

1. Los equipos ubicados cerca de pasillos de tránsito de vehículos o maniobras, deben ser resguardados contra golpes o impactos, de acuerdo con las características de los vehículos que circulen por esa zona.
2. El sistema de soporte de los equipos debe mantenerse en condiciones tales que no afecten la operación segura del equipo, considerando, según se requiera, medidas contra la corrosión, la degradación, la inestabilidad, las vibraciones y la nivelación.
3. Los equipos deben disponer de los espacios libres necesarios para las actividades de operación, mantenimiento y revisión.
4. Los equipos que operen a temperaturas extremas deben estar protegidos y, señalizados en caso de posible contacto con personas.
5. Los equipos deben contar con aparatos auxiliares, cuando aplique, instrumentos de medición de presión y dispositivos de seguridad, de acuerdo con lo siguiente:
 - a. El rango de los instrumentos de medición de presión debe abarcar entre 1.5 y 4 veces la presión normal de operación.
 - b. Los instrumentos de medición de presión, aparatos auxiliares y dispositivos de seguridad deben estar sujetos a programas de revisión, mantenimiento y, en su caso, de calibración.
 - c. El punto de ajuste de los dispositivos de seguridad y de alivio de presión debe estar de acuerdo con los requisitos para la operación segura del equipo, tomando en cuenta que en ningún caso será mayor a la máxima presión de trabajo permitida.
6. Los aparatos auxiliares de las calderas o los generadores de vapor deben mantenerse en condiciones seguras de operación.
7. El desahogo de los fluidos a través de las válvulas de seguridad en los equipos debe dirigirse a un área donde no dañe a trabajadores ni al centro de trabajo.



6.3.2 Requisitos documentales.

1.- Se debe contar con los procedimientos impresos en idioma español; incluyendo las medidas de seguridad, los datos y la información documental, ya sea por equipo o por aplicación común, considerando los siguientes rubros:

- a. Operación
- b. Mantenimiento
- c. Revisión

2.- Debe contar con la siguiente información sobre los equipos, que puede estar en el certificado de fabricación o en un documento respaldado por un ingeniero mediante su nombre, firma y copia de su cédula profesional:

- a. Presión y temperatura de diseño y de operación.
- b. Presión de trabajo máxima permitida.
- c. Dispositivos de seguridad (presión de calibración, área de desfogue y ubicación).
- d. Capacidad volumétrica, para recipientes sujetos a presión y recipientes criogénicos.
- e. Capacidad generativa, para calderas.
- f. Fluidos manejados.
- g. Especificaciones de los materiales de las paredes sujetas a presión (designación y esfuerzo a la tensión).
- h. Normativa o código de construcción aplicable.

Las especificaciones técnicas relacionadas con la presión de trabajo máxima; las presiones de calibración de los dispositivos de seguridad; la capacidad volumétrica o capacidad generativa, así como las de especificaciones de los materiales, deben tener respaldo en cálculos o tablas de la normativa o del código de construcción aplicable, basados en las condiciones de diseño o de servicio del equipo.

3.- Se debe contar con dibujos o planos de los equipos, que al menos contengan:

- a. Cortes principales del equipo.
- b. Detalles relevantes (ubicación de boquillas, por ejemplo).
- c. Acotaciones básicas (espesores, diámetros, longitudes, entre otras).
- d. Arreglo básico del sistema de soporte.



Los dibujos, planos o documentos deben estar avalados por el fabricante o constructor del equipo, o por un responsable técnico designado por el patrón. Si existe la necesidad de generar dibujos, planos o documentos nuevos, el responsable técnico que los avale debe ser un profesional con experiencia en el área de diseño, mantenimiento o inspección de los equipos. La información presentada debe incluir la condición actual del equipo, y las modificaciones efectuadas deben estar avaladas como se indica, ya sea en documentos separados o en una revisión del dibujo, plano o documento.

4.- Se deben consignar los registros de:

- a. Operación.
- b. Mantenimiento.
- c. Revisiones.



CAPÍTULO VII REALIZACIÓN DE LA EVALUACIÓN



Existen diversas maneras de realizar una evaluación de la normatividad en materia de seguridad e higiene en el trabajo, sin embargo, en el desarrollo del presente trabajo, se realizó la metodología que se describe a continuación.

Para la realización de la evaluación del cumplimiento de la norma oficial mexicana NOM-020-STPS-2002, recipientes sujetos a presión y calderas, funcionamiento-condiciones de seguridad, aplicable al generador de vapor de la FES-Zaragoza en materia de seguridad e Higiene en el trabajo, es necesario conocer, la planta física del centro de trabajo, su organización y sus instrumentos, posteriormente debe realizarse un diagnóstico de las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo que prevalecen en él. La Secretaría del Trabajo y Previsión Social establece que dicha evaluación servirá para definir el trámite de autorización del generador de vapor basándose para su elaboración en la normatividad vigente en la materia.

7. Realización global del proyecto.

Para cumplir con los objetivos del presente proyecto primeramente fue necesario definir los alcances del mismo y en seguida se diseñó un plan de trabajo, el cual se presentó al encargado de plata piloto de la FES Zaragoza y, después de su aprobación, se llevó a cabo en tiempo y forma.

A continuación se presenta el diagrama de flujo de la metodología empleada en la realización de este proyecto.

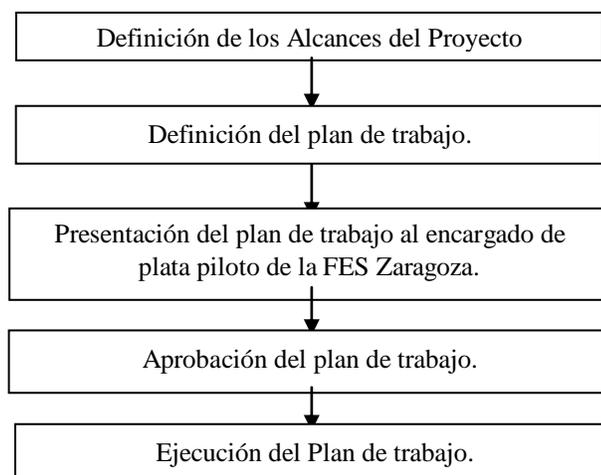


Fig. 7.1 Realización global del proyecto

7.1 Alcances del proyecto

Antes de elaborar el plan de trabajo fue necesario definir los alcances del proyecto, es decir, evaluar las condiciones de seguridad en el generador de vapor de la Planta piloto de la FES Zaragoza, en cuanto al cumplimiento de la norma oficial mexicana NOM-020-STPS-2002.



7.2 Plan de trabajo

Una vez definidos los alcances del proyecto se procedió a elaborar el plan de trabajo para realizar la evaluación del cumplimiento de la norma oficial mexicana NOM-020-STPS-2002, recipientes sujetos a presión y calderas, funcionamiento-condiciones de seguridad, aplicable al generador de vapor de la FES-Zaragoza, el cual se presenta a continuación



Revisó: IQ Evaristo Antonio Peria Hernández

Elaborado por: Macías Medina Alberto Christhian

Revisó: IQ Evaristo Antonio Peria Hernández

TIEMPO PARÁMETRO	MARZO			ABRIL			MAYO			JUNIO-JULIO			AGOSTO			
	05 AL 09 Semana 1	12 AL 16 Semana 2	19 AL 23 Semana 3	09 AL 13 Semana 4	16 AL 20 Semana 5	23 AL 27 Semana 6	07 AL 11 Semana 7	14 AL 18 Semana 8	21 AL 25 Semana 9	28 AL 31 Semana 10	04 AL 15 Semana 11	18 AL 29 Semana 12	25 AL 31 Semana 13	01 AL 14 Semana 14	13 AL 17 Semana 15	20 AL 24 Semana 16
1. Organigrama de la Carrera.																
2. Comisión de seguridad.																
3. Listado del personal																
4. Planos de distribución																
5. Lista de todos los equipos.																
6. Plano de construcción.																
7. Memoria de cálculo Generador.																
8. Memoria de cálculo valvulas																
9. Copia del estampado ASME.																
10. Certificado de fabricación.																
11. Certificado de fabricación																
12. Certificado de las mediciones																
13. Crecquis de ubicación del equipo.																
14. Constancias de habilitades.																
15. Manuales																
16. Pruebas de presión.																
17. Ensayos no destructivos.																
18. Método alternativo (opcional)																
19. Procedimientos de emergencia.																
20. Programas de seguridad																
21. Copia RFC																
CONTROL DE INFORMACION																
INFORME																

Fig. 7.2 Plan de trabajo



7.3 Presentación del plan de trabajo al responsable de la Planta piloto de la FES Zaragoza

Una vez elaborado el plan de trabajo para la evaluación del cumplimiento de la norma oficial mexicana NOM-020-STPS-2002, recipientes sujetos a presión y calderas, funcionamiento-condiciones de seguridad, aplicable al generador de vapor de la FES-Zaragoza, éste se presentó al Jefe de Carrera de Ingeniería Química así como al responsable de planta piloto para su revisión y en su caso aprobación.

Una semana después de haber entregado el plan de trabajo a las instancias mencionadas en el párrafo anterior, se nos informó que fue aprobado y en el siguiente inicio de semana se procedió a su ejecución.

7.4 Ejecución del plan de trabajo.

Una vez definidos los alcances y el plan de trabajo se procedió a realizar la evaluación del cumplimiento de la norma oficial mexicana NOM-020-STPS-2002, recipientes sujetos a presión y calderas, funcionamiento-condiciones de seguridad, del generador de vapor de la FES-Zaragoza, en general de la siguiente manera:

- De acuerdo al plan de trabajo, se solicitó al responsable del área de trabajo correspondiente la documentación que demuestra el cumplimiento de las disposiciones, que en materia de seguridad e Higiene en el Trabajo, exige la STPS, mediante un oficio, en el cual se le indicaba el día y la hora en que se revisaría la veracidad de dicha documentación.
- Llegado el día y la hora indicado en el oficio dirigido al responsable del área de trabajo a evaluar, nos presentábamos en dicha área de trabajo y uno a uno se revisaron los documentos solicitados verificando:
 - Firmas de responsables,
 - Fechas,
 - Sellos,
 - Permisos.
- La documentación no clara se clasificó aparte pidiendo algún otro documento que sustentara de manera más efectiva el cumplimiento de la disposición y así, al término de la verificación se elaboró un reporte en donde se mencionaron los pormenores de la evaluación y se hicieron recomendaciones para un total cumplimiento de las disposiciones que exige la NOM-020.
- Al terminar el plan de Trabajo se elaboró un informe final (resumen ejecutivo) en dónde se hace un balance general de lo encontrado durante la evaluación, así como las recomendaciones para que el generador de vapor de la FES Zaragoza logre cumplir al 100% las disposiciones emitidas por la STPS y se presentó al responsable de la planta.

La ejecución del plan de trabajo se presenta de manera gráfica en el diagrama siguiente:

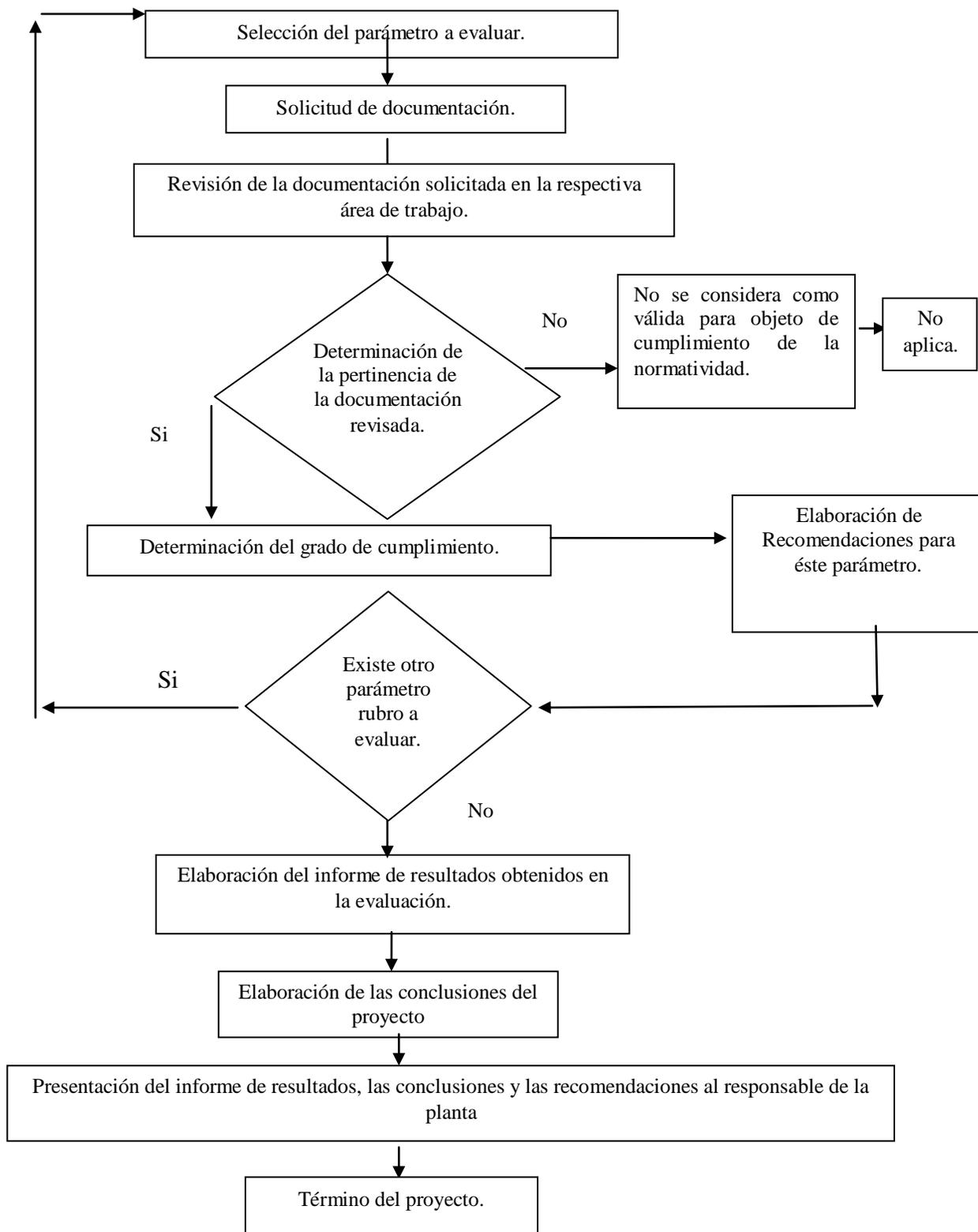


Fig 7.3 Ejercicio del plan de trabajo.



7.5 Documentación solicitada a las áreas de trabajo.

Para el Generador de vapor se solicitó la documentación siguiente:

- a) Organigrama de la Carrera.
- b) Comisión de seguridad e higiene dentro de la planta piloto.
- c) Listado del personal, puestos de trabajo y métodos de trabajo.
- d) Planos de distribución de equipo (o planos de piso).
- e) Lista de todos los equipos.
- f) Plano de construcción de la planta (Lay-Out).
- g) Memoria de cálculo del generador de vapor.
- h) Memoria de cálculo de las válvulas de seguridad.
- i) Copia del estampado ASME.
- j) Certificado de fabricación del generador de vapor.
- k) Certificado de fabricación y calibración de las válvulas.
- l) Certificado de las mediciones de diámetros y espesores.
- m) Croquis de ubicación del equipo en planta.
- n) Constancias de habilidades y destrezas del operador.
- o) Manuales de operación, mantenimiento y seguridad.
- p) Pruebas de presión.
- q) Ensayos no destructivos.
- r) Integridad mecánica. (opcional)
- s) Método alternativo. (opcional)
- t) Procedimientos para la atención de emergencia en los equipos.
- u) Programas de seguridad e higiene para la operación y mantenimiento.
- v) Copia del Registro Federal de Contribuyente.



Check-List de la documentación solicitada.			
Documento	Cumplimiento		Responsable
	Si	No	
1. Organigrama de la Carrera.			
2. Comisión de seguridad e higiene dentro de la planta piloto.			
3. Listado del personal, puestos de trabajo y métodos de trabajo.			
4. Planos de distribución de equipo o planos de piso.			
5. Lista de todos los equipos.			
6. Plano de construcción de la planta (Lay-Out).			
7. Memoria de cálculo del generador de vapor.			
8. Memoria de cálculo de las válvulas de seguridad.			
9. Copia del estampado ASME.			
10. Certificado de fabricación del generador de vapor.			
11. Certificado de fabricación y calibración de las válvulas.			
12. Certificado de las mediciones de diámetros y espesores.			
13. Croquis de ubicación del equipo en planta.			
14. Constancias de habilidades y destrezas del operador.			
15. Manuales de operación, mantenimiento y seguridad.			
16 Pruebas de presión.			
17 Ensayos no destructivos.			
18. Integridad mecánica y/o Método alternativo. (opcional)			
19. Procedimientos para la atención de emergencia en los equipos.			
20. Programas de seguridad e higiene para la operación y mantenimiento.			
21. Copia del Registro Federal de Contribuyente.			

Fig. 7.4 Tabla de documentos



CAPÍTULO VIII

TRÁMITE DE AUTORIZACIÓN

DE UN RECIPIENTE SUJETO A

PRESIÓN ANTE LA STPS



8. Trámite de permiso ante la STPS

El Reglamento Federal de Seguridad Higiene y Medio Ambiente de Trabajo publicado el 21 de enero de 1997, respetando nuestra L.F.T. (Ley Federal del Trabajo) y nuestra ley federal de metrología y normalización, en su propio capítulo tercero, sección I, artículo 29, para dar autorización de operación permite un aviso de las empresas acompañado de un dictamen expedido por una Unidad de Verificación debidamente acreditada que certifique que los mismos cuentan con las condiciones de seguridad y los dispositivos establecidos en la norma correspondiente o en una solicitud formal para el funcionamiento de los equipos a fin de que previa inspección federal practicada en la misma, que satisfagan requisitos previstos en reglamento y norma correspondiente. El mencionado Reglamento Federal de Seguridad Higiene y Medio Ambiente de Trabajo en su transitorio tercero abrogó el Reglamento para la Inspección de Generadores de Vapor y Recipientes a Presión emitido el 27 de agosto de 1936. Sin embargo las autoridades federales en esta materia, para el industrial que lo desee, acepta como buena, la parte matemática y técnica del abrogado reglamento. También y en forma preferencial acepta el Código A.S.M.E. en sus distintas Secciones, así como los Estándares Británicos, el Código Español de Calderas o cualquier otro como el Alemán o Italiano.

El viernes 28 de agosto de 2002 se publicó en el diario oficial la Norma Oficial Mexicana NOM-020- STPS-2002. Recipientes a presión y Calderas-Funcionamiento- Condiciones de Seguridad. La NOM-020-STPS-2002 no considera la materia de construcción de generadores de vapor, la cual es competencia de la Secretaría de Economía, conforme a lo que señala la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Bajo auspicios de la ahora Secretaría de Economía y la Cámara Nacional de la Industria de Transformación (CANACINTRA) se integró el Comité Técnico de Normalización Nacional de Calderas y Recipientes a Presión NCRP-01 que es el responsable de emitir y/o reconocer Códigos o Normas Regulatoras de la fabricación nacional de Calderas. Este comité es coordinado por la Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación S.C. (NORMEX) institución privada de certificación.

La NOM-020-STPS-2002 señala varios procedimientos de gestión para obtener permisos de funcionamiento.

8.1 Procedimiento para obtener la autorización de funcionamiento

El patrón puede optar por cualquiera de las dos oportunidades que la norma le establece para obtener la autorización de funcionamiento de los equipos que la requieran.

En la primera opción, el patrón puede contratar los servicios de una unidad de verificación que certifique que su equipo cuenta con las condiciones físicas y documentales que establece la NOM, y que ante ella demuestre la seguridad del equipo mediante cualquiera de las opciones indicadas en el capítulo 9 (pruebas de presión; la práctica de exámenes no destructivos; la exhibición de un expediente de integridad mecánica, o alguna forma diferente a las anteriores, siempre y cuando esté aprobada por la STPS con la opinión del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Seguridad y Salud en el Trabajo).



El dictamen favorable que la unidad de verificación entregue para el equipo, será reconocido en la Delegación Federal del Trabajo de la entidad federativa a la que pertenezca el centro de trabajo. Al equipo se le asignará un número de control.

Para la segunda opción, el empleador debe presentar el formato N-020 (que se incluye en la propia NOM) ante la Delegación Federal del Trabajo y una vez que ésta le asigne un número provisional (en un plazo no mayor a 10 días) se le programa una visita inspectiva en la que el empleador demostrará las condiciones físicas y documentales del equipo. Posteriormente el inspector otorgará la autorización de funcionamiento ratificando en el acta correspondiente el número de control asignado en el permiso provisional.

Las formas de demostrar ante una Unidad de Verificación o el inspector federal que el equipo se encuentra en condiciones seguras para el funcionamiento, son cualquiera de las siguientes:

A. Para el equipo:

1. Aplicar una prueba de presión.
2. Aplicar exámenes no destructivos.
3. Exhibir el expediente de integridad mecánica.
4. La aplicación de un método alternativo, cuya finalidad sea verificar que el equipo se encuentra en condiciones de seguridad para operar, solicitado y aprobado por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, con la opinión del Comité.

B. Para los dispositivos de seguridad:

1. Aplicar una prueba de funcionamiento.
2. Efectuar una demostración documental.

El tiempo máximo de respuesta de la Delegación Federal del Trabajo a la solicitud está sujeto a la opción seleccionada, de acuerdo con lo siguiente:

- a. Cuando la demostración de la seguridad del equipo sea mediante una prueba de presión o exámenes no destructivos, 10 días naturales;
- b. Cuando la demostración de la seguridad del equipo se efectúe a través de métodos alternativos, 45 días naturales.

Si el patrón elige un método alternativo para demostrar la seguridad del equipo, debe obtener previamente la autorización de la Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo de la STPS; hasta que cuente con dicha autorización se coordinará con la Unidad de Verificación.

La documentación para obtener la autorización de los métodos alternativos, debe presentarse en la Delegación Federal del Trabajo o directamente en la Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo, en los términos del artículo 8º del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.



El tiempo máximo de respuesta de la Delegación para reconocer el dictamen y emitir la autorización de funcionamiento con el número de control, es de 5 días hábiles.

Al menos 30 días antes del término de la vigencia de la autorización de funcionamiento de los equipos, el empleador debe tramitar una ampliación de su vigencia mediante cualquiera de las opciones descritas antes.

8.2 Cómo se efectúan las inspecciones

Una visita de inspección inicial o extraordinaria, practicada con el fin de otorgar, la autorización de funcionamiento de cada equipo o la ampliación de la vigencia de dicha autorización; será considerada como satisfactoria cuando el inspector verifique:

- a. Que se cuenta con las condiciones mínimas de seguridad.
- b. Que el equipo cuente con el nombre o número de identificación.
- c. Que el personal que lo opera o le da mantenimiento ha sido capacitado con base en los procedimientos.
- d. En su caso, que el patrón cuenta con la autorización de métodos alternativos, con la documentación correspondiente para su desarrollo y con el equipo preparado para probarlo.
- e. Que el patrón demuestre la seguridad del equipo y la confiabilidad de sus dispositivos de seguridad, con base en las opciones seleccionadas en el bloque 6 del Formato N-020.

En el acta de inspección en que se otorgue la autorización de funcionamiento o su ampliación, el inspector consignará la opción que eligió el patrón para demostrar la seguridad tanto del equipo como de sus dispositivos de seguridad, además de asentar que constató que el equipo cumple con los requerimientos que establece la presente Norma.

8.3 ¿Qué es una verificación?

Es la Certificación de que sus equipos instalados cumplen con la Norma Oficial Mexicana. La verificación comprende la evaluación de cada instalación en particular y la inspección física mediante el atestiguamiento de pruebas que permitan certificar la integridad y funcionalidad de la instalación. En su caso, el señalamiento de desviaciones y elaboración de recomendaciones para subsanarlas.

Por medio de la constatación ocular o comprobación del muestreo, medición, pruebas de laboratorio o examen de documentos que se realizan para evaluar la conformidad en un momento determinado, asocia a otras actividades tales como la Normalización y la Certificación, sirve de apoyo a la industria y comercio, debiendo brindar a la sociedad en su conjunto la certeza de que los productos, bienes o servicios que utiliza, no representan riesgos a su integridad física, a sus propiedades o al entorno donde se utilizan.

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización en su artículo 3° apartados XVII y XVIII dice que debe entenderse como Unidad de Verificación a la persona física o moral que realiza acto de constatación ocular o comprobación mediante muestreo, medición,



pruebas de laboratorio, o examen de documentos que se realizan para evaluar la conformidad en un momento determinado.

La misma ley indica que la verificación debe efectuarse "a solicitud de parte", esto implica que no se deben imponer o forzar los servicios de verificación. Es 100% voluntario para el industrial.

La misma LFSMN establece que: "Las Unidades de verificación implementarán los procedimientos de trabajo relativos al aseguramiento de la calidad que garanticen el desempeño de sus funciones para la verificación de proyectos e instalaciones de utilización con el propósito de salvaguardar vidas y bienes con la aplicación de tecnologías tendientes a lograr una completa identificación y evaluación de condiciones no conformes y ubica con precisión los riesgos potenciales que presenta cada instalación".

8.4 Unidades de Verificación

Una Unidad de Verificación es la persona física o moral, imparcial e independiente que tiene la integridad e infraestructura capaz de llevar a cabo los servicios de verificación bajo los criterios especificados en las NOM'S y cuenta con la Entidad Mexicana de Acreditación (EMA) y la aprobación de la STPS para realizar trabajos de verificación a través de la constatación ocular o comprobación, mediante muestreo, medición, pruebas de laboratorio o examen de documentos en un momento de tiempo determinado, con la confianza de que los servicios que presta son conducidos con competencia técnica, imparcialidad y confidencialidad.

Como ya se comentó, el patrón tiene la opción de utilizar los servicios de una Unidad de Verificación aprobada para verificar el cumplimiento de esta NOM y obtener el dictamen de cumplimiento por equipo, por conjunto de equipos o de todos los equipos en funcionamiento en el centro de trabajo.

8.5 Documentos que la U.V. solicita al usuario, previo a la verificación

1. Juegos de planos completos de construcción y su correspondiente memoria de cálculo del equipo, así como de su válvula de seguridad.
2. Certificado de fabricación de la válvula de seguridad.
3. Certificado de calibración de la válvula de seguridad.
4. Copia del estampado ASME si cuenta con él.
5. Copia de autorización de funcionamiento, si es que la tiene.
6. Copia de factura del fabricante de caldera y/o Recipientes Sujetos a Presión.
7. Copia del certificado de fabricación de caldera o Recipientes Sujetos a Presión.
8. Copia de manuales: Instalación operación y mantenimiento, accesorios y dispositivos de seguridad.
9. Programa de seguridad e higiene para la operación y mantenimiento de partes móviles.
10. Procedimiento para la atención de emergencias en equipos.
11. Copia de alteraciones, modificaciones o reparaciones mayores al Recipientes Sujetos a Presión o caldera.
12. Constancia de habilidades del operador de los Recipientes Sujetos a Presión y/o calderas.



13. Programa de capacitación y adiestramiento anual.
14. Copia del poder notarial del apoderado legal de la empresa.
15. Calendario de pruebas.

8.6 Obligaciones de la U. V.

- Atender con eficiencia el servicio de verificación de calderas y recipientes sujetos a presión a solicitud expresa y formal del usuario o propietario.
- Verificar el cumplimiento a la NOM-020-STPS-2002 y posponer la emisión de dictámenes correspondientes, hasta que se cumplan eventuales NO CONFORMIDADES.
- Seguir la metodología indicada en su manual de aseguramiento de calidad para revisión de planos, memoria de cálculo e instalación.
- Contar con la infraestructura mínima indispensable indicada en el manual de procedimientos, para realizar los servicios de verificación con forma expedita y eficiente.
- No tener interés comercial, ni formar parte de alguna institución pública o privada que tenga intereses comerciales directos en las instalaciones de los usuarios que verifique
- Guardar confidencialidad en los procesos de fabricación, derechos de autor o patente, derechos de propiedad y cualquier otra información que el usuario considere secreta o reservada.
- Hacer extensivo este compromiso al personal que labore personalmente en la U.V. y que tome parte en las verificaciones de las calderas y Recipientes Sujetos a Presión.
- Observar y verificar que las instalaciones satisfagan la NOM-020-STPS-2002, a fin de que no representen peligro para las operaciones o usuarios de los mismos, ni para los propios equipos o inmuebles.

Puntos que cubre la verificación de los Recipientes Sujetos a Presión y Calderas

- Medición y análisis de espesores en puntos críticos del recipiente o caldera.
- Las válvulas de seguridad se encuentran bien calibradas, de acuerdo con la presión de operación, y que cuenten con certificado de calibración o certificado de fabricación.
- Que los manómetros estén calibrados y con el rango adecuado (que la presión máxima de operación sea de 2/3 de la escala total).
- Que todos los motores cuenten con arrancadores adecuados y su protección contra sobrecarga.
- Observa pruebas de integridad del Recipientes Sujetos a Presión o Caldera, midiendo y aceptando previamente el espesor de las planchas por medio de ultrasonido y posteriormente atestiguan las pruebas.
- Verifica las pruebas de funcionamiento en las calderas "en caliente", prueba el corte de combustible por bajo nivel de agua, hace simulación por falla de flama y prueba de disparo de válvula de seguridad.
- Que tenga su válvula de venteo.
- En RSP verifica las válvulas de seguridad, controles de presión y funcionamiento de válvulas de purga.



- Que la tubería de controles de presión en calderas tengan su línea de purga, con su respectiva válvula de purga.
- Que las conexiones del control de nivel sean las apropiadas (3000 Lb/pulg²) tales como cruces, tees y codos.
- Que las tuberías de purga de caldera mínimo sean de cédula 80 hasta las válvulas de cierre lento.
- Revisa cables eléctricos de las cápsulas de mercurio, (que no se encuentren endurecidos y/o quemados), y que las cápsulas de mercurio operen libremente.
- En el caso de compresores que son accionados con bandas, deberá contar con su cubrebanda, y que el motor eléctrico se encuentre protegido contra descargas eléctricas, aterrizando la instalación eléctrica.
- Que los pulmones de aire tengan instalado sus dispositivos de seguridad.
- Que las instalaciones cumplan con las normas complementarias a la NOM-020- STPS-2002, como son las siguientes:
 1. NOM-001-STPS-1999 ÁREA DE TRABAJO.
 2. NOM-002-STPS-1998 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO.
 3. NOM-005-STPS-1998 COMBUSTIBLE Y SUSTANCIAS INFLAMABLES.
 4. NOM-012-STPS-1993 FUENTES EMISORAS DE RADIACIONES.
 5. NOM-017-STPS-1993 PROTECCIÓN PERSONAL.
 6. NOM-022-STPS-1993 PROTECCIÓN DE ELECTRICIDAD ESTÁTICA.
 7. NOM-024-STPS-1993 GENERACIÓN DE VIBRACIONES.
 8. NOM-025-STPS-1993 NIVELES DE ILUMINACIÓN.
 9. NOM-U26-STPS-1998 COLORES DE IDENTIFICACIÓN.
 10. NOM-114-STPS-1993 IDENTIFICACIÓN Y COMUNICACIÓN DE
 11. RIESGOS POR SUSTANCIAS QUÍMICAS.
 12. NUM-OuI-SEMIP-1994 USO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

Verificación de instalaciones

Verifica y toma calca de la placa de identificación del fabricante original de la caldera o Recipientes Sujetos a Presión. Toma calca de la estampa ASME si la tiene. Compara espesores medidos con los espesores indicados en planos. Revisa bases de sustentación, nivelación de equipos, tableros eléctricos principales y derivados, drenajes, tuberías aisladas técnicamente, anclaje de tuberías, eléctricos, espacios de acceso y tránsito, mide la separación entre equipos, revisa la indicación de sentidos de flujos en tuberías, niveles de ruido, iluminación y temperatura ambiente.

Correcciones, modificaciones, observaciones y reporte de no conformidades a las instalaciones.

La U.V. de Recipientes Sujetos Presión y Calderas indica por escrito al usuario las deficiencias, encontradas en las instalaciones tanto en planos como en memoria de cálculo, que en su caso existan, a fin de que dichas deficiencias sean corregidas. La U.V. en su reporte de NO CONFORMIDADES, fundamentará las deficiencias en base a la NOM-020-STPS-2002, norma aplicable, código o documento técnico de reconocimiento Nacional o Internacional.



Al finalizar la verificación de los Recipientes Sujetos Presión o Caldera y cualquiera que sea el resultado, la U.V. expedirá un reporte final conteniendo el resumen de todos los formatos o actas levantadas en el transcurso de la verificación.

Dictamen

Después de que el usuario cumple con todas las eventuales NO CONFORMIDADES y se revise físicamente lo anterior, la U.V. expide el Dictamen favorable certificando que sus equipos instalados cumplen con la NOM-020-STPS-2002, para su presentación ante la STPS a fin obtener en cinco días como máximo, su registro definitivo de instalación que tendrá una vigencia de cinco años cuando el equipo sea usado y diez años cuando el equipo es nuevo.

Beneficios al obtener dictamen a través de una U.V

- Puede obtener a precio razonable su dictamen con profesionalismo y rapidez, en mucho menos tiempo que en el sistema tradicional y consecuentemente obtiene sus permisos de funcionamiento en forma breve y definitiva (sin carácter provisional).
- La U.V. cuenta con procedimientos de calidad bien definidos revisados y autorizados tanto por la STPS como por Entidad Mexicana de Acreditación "EMA".
- Las pruebas de verificación se pueden hacer en sábado, domingo, o días festivos. Las U.V. se adapta a necesidades de los industriales, para no interrumpir sus programas de producción y sin afectar procesos industriales.
- Se proporciona orientación técnica con señalamientos sobre otras normas vinculadas con calderas y recipientes sujetos a presión
- Se puede coordinar con sus programas de mantenimiento para llevar a cabo paralelamente la verificación.
- Se pueden verificar los equipos durante y al término del montaje, antes de entrar a los procesos productivos y/o evitar eventualmente pruebas alternativas futuras que son muy costosas y requieren aprobación previa de la S.T.P.S. y la cual como se dijo antes, toma mucho tiempo para lograrla.

La importancia del cumplimiento de la normatividad es “elaborar e instrumentar acciones para fortalecer la seguridad y salud en el trabajo”, el cumplimiento efectivo de la normatividad en el marco de seguridad y salud, a efecto de incidir en la disminución de la tasa de accidentes laborales.

Se prevé también dentro de los lineamientos de la norma estrategias para desarrollar y consolidar una cultura de prevención de riesgos laborales que privilegie el quehacer preventivo sobre el correctivo, por medio de la instauración de sistemas de administración en seguridad y salud en los centros de trabajo, bajo estándares nacionales e internacionales, con el fin de favorecer el funcionamiento de centros de trabajo seguros e higiénicos



CAPÍTULO IX

RESULTADOS



9. Resultados

De acuerdo al plan de trabajo, se evaluó al Generador de Vapor:

Los resultados de la evaluación de cada uno de los documentos solicitados de dicho equipo, se presentan a continuación, en ese mismo orden, utilizando el formato siguiente.

Check-List de la documentación solicitada.			
Documento	Cumplimiento		Responsable
	Si	No	
1. Organigrama de la Carrera.	X		
2. Comisión de seguridad e higiene dentro de la planta piloto.		X	
3. Listado del personal, puestos de trabajo y métodos de trabajo.	X		
4. Planos de distribución de equipo o planos de piso.	X		
5. Lista de todos los equipos.	X		
6. Plano de construcción de la planta (Lay-Out).	X		
7. Memoria de cálculo del generador de vapor.		X	
8. Memoria de cálculo de las válvulas de seguridad.		X	
9. Copia del estampado ASME.		X	
10. Certificado de fabricación del generador de vapor.		X	
11. Certificado de fabricación y calibración de las válvulas.		X	
12. Certificado de las mediciones de diámetros y espesores.		X	
13. Croquis de ubicación del equipo en planta.		X	
14. Constancias de habilidades y destrezas del operador.		X	
15. Manuales de operación, mantenimiento y seguridad.	X		
16 Pruebas de presión.		X	
17 Ensayos no destructivos.		X	
18. Integridad mecánica y/o Método alternativo. (opcional)	NA	NA	
19. Procedimientos para la atención de emergencia en los equipos.		X	
20. Programas de seguridad e higiene para la operación y mantenimiento.		X	
21. Copia del Registro Federal de Contribuyente.		X	

Las tablas siguientes representan la evaluación diagnóstica de la normatividad en seguridad e higiene en el trabajo Recipientes sujetos a presión y calderas.- Funcionamiento.- Condiciones de seguridad, NOM-020-STPS-2002.



Indicador	Tipo de Verificación	Criterio de Aceptación	Cumplimiento		Avance					Fecha		Responsable de la ejecución	Observaciones		
			SI	NI	Acción Preventiva					Acción Correctiva				Inicio	Termino
					5	4	3	2	1	0	Realizar				
1 Programas															
Sección A "7.1"															
1.1	D	¿Cuenta el centro de trabajo con programas de revisión, mantenimiento y, en su caso, de calibración de los aparatos auxiliares, instrumentos de medición de presión y dispositivos de seguridad?	●	○	●	○	○	○	○	○	○				
2 Procedimientos															
Sección B "7.2"															
2.1	D	¿Se cuenta con los procedimientos impresos en idioma español para la operación de los recipientes sujetos a presión y calderas o, al menos, con las medidas de seguridad y los datos e información documental, ya sea por equipo o de aplicación común?	●	○	○	○	○	○	○	○	○				
2.1.1	D	¿Incluyen los procedimientos para la operación de los recipientes sujetos a presión y calderas:	●	○	○	○	○	○	○	○	○				
		> el arranque y paro seguro de los equipos?	●	○	○	○	○	○	○	○	○				
		> la atención de emergencias?	●	○	○	○	○	○	○	○	○				
		> la capacitación y adiestramiento requeridos por el	●	○	○	○	○	○	○	○	○				
		> el uso de los instrumentos de medición?	●	○	○	○	○	○	○	○	○				
		> los valores de los límites, seguros de operación y los transitorios relevantes (condición ocurrida fuera de parámetros normales de operación segura)?	●	○	○	○	○	○	○	○	○				
		> el registro de las actividades y su conservación?	●	○	○	○	○	○	○	○	○				
2.2 Procedimientos para el mantenimiento															
Sección C "7.2"															
2.2.1	D	¿Se cuenta con los procedimientos impresos en idioma español para el mantenimiento de los recipientes sujetos a presión y calderas o, al menos, con las medidas de seguridad y los datos e información documental, ya sea por equipo o de aplicación común?	●	○	○	○	○	○	○	○	○				
2.2.2	D	¿Incluyen los procedimientos para el mantenimiento de los recipientes sujetos a presión y calderas:	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
		> la periodicidad y alcance del mantenimiento preventivo?	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
		> la capacitación y adiestramiento requerido del personal designado para el equipo?	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
		> el uso de instrumentos de medición?	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
		> la implementación de las medidas de seguridad de las actividades de reparación y mantenimiento?	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
		> el registro de las actividades realizadas y su conservación?	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
2.3 Procedimientos para la revisión															
Sección D "7.2"															
2.3.1	D	¿Cuenta el centro de trabajo con programas de revisión, mantenimiento y, en su caso, de calibración de los aparatos auxiliares, instrumentos de medición de presión y dispositivos de seguridad?	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
2 Procedimientos															
Sección E "7.2"															
2.3.1	D	¿Cuenta con los procedimientos impresos en idioma español para la revisión de los recipientes sujetos a presión y calderas o, al menos, con las medidas de seguridad y los datos e información documental, ya sea por equipo o de aplicación común?	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
2.3.2	D	¿Incluyen los procedimientos para la revisión de los recipientes sujetos a presión y calderas:	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
		> los requisitos de seguridad en el acceso a los equipos?	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
		> la frecuencia de las revisiones?	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
		> la capacitación y adiestramiento requeridos para el personal que realice las revisiones?	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
		> el uso de instrumentos de medición en las actividades de revisión?	○	○	○	○	○	○	○	○	○				
		> el registro de los reportes de resultados de las revisiones y su conservación?	○	○	○	○	○	○	○	○	○				



Indicador	Tipo de Verificación	Criterio de Aceptación	Cumplimiento		Avance					Fecha		Responsable de la ejecución	Observaciones			
			SI	NO	Acción Preventiva					Acción Correctiva				Inicio	Término	
					5	4	3	2	1	0	Realizar					Corregir
3 Medidas de seguridad																
Sección F G "7.2.2 y 7.2.3"																
3.1	D	4.1.2	¿Incluyen los certificados de fabricación de los recipientes sujetos a presión y calderas o, en su caso, el documento respaldado por un ingeniero, mediante su nombre, firma y copia de su cédula profesional? ¿Se cuenta con el manual de operación? ¿Se cuenta con el manual de mantenimiento? ¿Se cuenta con el manual de inspección y esfuerzo a la tensión? ¿Se cuenta con el manual de construcción aplicable? ¿Se cuenta con los cálculos o tablas de la normativa o del código de construcción aplicable, basados en las condiciones de diseño o de servicio del equipo, de las especificaciones técnicas siguientes: - la presión máxima de trabajo permitida? - los dispositivos de seguridad: presión de calibración, área de desfogue y ubicación? - la capacidad volumétrica, para recipientes sujetos a presión y recipientes criogénicos? - la capacidad generativa, para calderas? - los fluidos manejados? - los materiales de las paredes? - la designación, designación y esfuerzo a la tensión? - la normativa o código de construcción aplicable?													
3.2	D	4.1.2	¿Se cuenta con los dibujos o planos de los recipientes sujetos a presión y calderas? ¿Contienen los dibujos o planos de los recipientes sujetos a presión y calderas: - los contornos principales del equipo? - los detalles relevantes, por ejemplo, ubicación de boquillas? - las acotaciones básicas: espesores, diámetros, longitudes, entre otras? ¿Los dibujos, planos o documentos están avalados por el fabricante o constructor del equipo, o por un responsable técnico designado por el patrón?													
3.3	D	4.1.1	¿Están instauradas las medidas de seguridad que refiere el indicador, de acuerdo con las especificaciones previstas por el indicador, y conforme el criterio muestral definido para tal efecto?													
3.4	D	4.1.1	¿Están instauradas las medidas de seguridad que refiere el indicador, de acuerdo con las especificaciones previstas por el indicador, y conforme el criterio muestral definido para tal efecto?													
Sección H "5.6"																
3.5	F	4.2.3	¿Se verifica que cada uno de los recipientes sujetos a presión y calderas en funcionamiento en el centro de trabajo cuente con etiqueta, placa, marcado por golpe o similar, con el nombre del equipo o número de identificación?													
Sección I "7.1"																
3.6	F	4.2.3	¿Se asegura que los recipientes sujetos a presión y calderas ubicados cerca de pasillos de tránsito de vehículos o manijeras, cuenten con resguardos contra golpes o impactos, acorde con las características de los vehículos que circulan por esa zona?													
3.7	F	4.2.3	¿Se vigila que el sistema de soporte de los recipientes sujetos a presión y calderas se mantenga en condiciones tales que no afecten la operación segura del equipo, considerando, según se requiera, medidas contra la corrosión, degradación, inestabilidad, vibraciones y nivelación?													
3.8	F	4.2.3	¿Disponen los recipientes sujetos a presión y calderas de los espacios libres necesarios para las actividades de operación, mantenimiento y revisión?													



Indicador	Tipo de Verificación	Criterio de Aceptación	Cumplimiento		Avance	Acción Preventiva			Acción Correctiva			Fecha		Responsable de la ejecución	Observaciones
			Si	No		Conservar	Mejorar	Actualizar	Complementar	Corregir	Realizar	Inicio	Término		
			5	4		3	2	1	0						
3.9	F	4.2.3 ¿Están instaladas las medidas de seguridad que refiere el indicador, de acuerdo con las especificaciones previstas por el indicador, y conforme el criterio muestral definido para tal efecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	E	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
3.10	F	4.2.1 ¿Están implementados programas de revisión, mantenimiento y, en su caso, de calibración de los aparatos auxiliares, instrumentos de medición de presión y dispositivos de seguridad?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
3.11	F	4.2.3 ¿Se verifica que los recipientes sujetos a presión y calderas que cuentan con instrumentos de medición de presión estén en un rango que abarque entre 1.5 y 4 veces la presión normal de operación?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	E	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
3.12	F	4.2.3 ¿Se asegura que los recipientes sujetos a presión y calderas que cuentan con dispositivos de seguridad y de alivio de presión tengan el punto de ajuste acorde con los requisitos para la operación segura del equipo, tomando en cuenta que, en ningún caso, sea mayor a la presión máxima de trabajo permitida?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	E	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
3.13	F	4.2.3 ¿Se mantienen en condiciones seguras de operación los aparatos auxiliares de las calderas o generadores de vapor, tales como termómetros, niveles, gajos, entre otros?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	E	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
3.14	F	4.2.1 ¿Se asegura que el desahogo de los fluidos a través de las válvulas de seguridad en los recipientes sujetos a presión y calderas se dirija a un lugar donde no dañe a trabajadores ni al centro de trabajo?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	A	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
Sección J "5.4"															
3.15	R	4.4.1 ¿Se verifica que las pruebas que se practican a los recipientes sujetos a presión y calderas y a sus dispositivos de seguridad, sea por personal capacitado?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	A	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
3.16	E	4.3.1 ¿Se asegura la implementación de medidas de seguridad necesarias cuando se practican las pruebas a los recipientes sujetos a presión y calderas y a sus dispositivos de seguridad, tales como evitar que haya personas expuestas en caso de una falla de los equipos, se cuente con el equipo de protección personal requerido, que los pisos estén libres de grasa y/o agua, se tengan servicios médicos disponibles durante el desarrollo de las pruebas, entre otros?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	D	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>				
4. Capacitación e información															
Sección K "5.7"															
4.1	R	8.5 ¿Está capacitado el personal que realiza actividades de operación, mantenimiento o reparación de los recipientes sujetos a presión y calderas, con base en los procedimientos correspondientes?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	D	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
5 Autorizaciones															
Sección L "5.2"															
5.1	D	9.1 ¿Se cuenta con la autorización de funcionamiento para aquellos recipientes sujetos a presión y calderas instalados en el centro de trabajo que la requieren?	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	A	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
Sección M "5.8"															
5.2	D	9.1 ¿Se notifica por escrito a la Delegación Federal del Trabajo correspondiente, cuando los recipientes sujetos a presión y calderas que cuentan con autorización de funcionamiento dejan de operar definitivamente o cambian de localización dentro del propio domicilio?	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	A	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>				

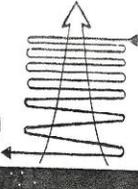


Indicador	Tipo de Verificación	Criterio de Aceptación	Cumplimiento		Avance					Fecha		Responsable de la ejecución	Observaciones		
			SI	NO	C	Acción Preventiva			Acción Correctiva		Inicio			Termino	
						Conservar	Mejorar	Actualizar	Complementar	Corregir					Reparar
Sección N° 9.3.7															
5.3	D	9.2	¿Contiene la autorización requerida para realizar trabajos de alto riesgo las especificaciones previstas por el indicador?												
			> Índice del expediente?												
			> formato N-C20 (copia del presentado a la STPS)?												
			> dibujo, plano o documento (libro de proyecto, manual, catálogo de fabricación del equipo)?												
			> letrilla o placa de datos del equipo adherida o estampada por el fabricante en el equipo?												
			> certificado de cumplimiento con norma o código de fabricación?												
			> certificado de pruebas hidrostáticas de fábrica?												
			> descripción breve de la operación del equipo, función, riesgos inherentes y medios de control?												
			> documentación de las calibraciones de los dispositivos de seguridad que protegen al equipo, así como su identificación?												
			> resumen cronológico de las revisiones y mantenimientos efectuados, congruentes con un programa que para tal efecto se tenga, en el caso de equipos usados?												
> resumen cronológico de las modificaciones y alteraciones efectuadas al equipo, en el caso de equipos usados?															
> resumen cronológico de las reparaciones que implicaron soldadura en el cuerpo sujeto a presión, en el caso de equipos usados?															
> resumen de los resultados de las revisiones en servicio efectuadas en el caso de equipos usados?															
> resumen de transitorios relevantes y resultados del análisis efectuado para determinar sus consecuencias, en el caso de equipos usados?															
Sección O "9.4"															
5.4	D	9.1	¿Cuenta con la autorización de la Dirección General de Seguridad y Salud en el Trabajo y los documentos aprobados para su evaluación, en caso de que haya optado por la demostración de la seguridad de los recipientes sujetos a presión o calderas, a través de un método alternativo?												
			> ¿Cuenta con el o los registros, reportes, informes o avisos requeridos para realizar trabajos de alto riesgo?												
6 Registros administrativos															
Sección P "5.3"															
6.1	R	10.1	¿Cuenta con el o los registros, reportes, informes o avisos requeridos?												
			> ¿Cuenta con el o los registros, reportes, informes o avisos requeridos?												
Sección Q "5.3"															
6.2	R	10.2	¿Contiene el listado de los recipientes sujetos a presión y calderas instalados, información referente a:												
			> el nombre genérico del equipo?												
			> el número o número de identificación del equipo?												
			> el número de serie del fabricante, y fecha de fabricación, cuando exista?												
			> el número de control asignado por la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, cuando así correspondiera?												
			> la presión de operación?												
			> los fluidos manejados en el equipo?												
			> la superficie de calefacción o capacidad volumétrica, según correspondiera?												
			> el lugar en donde se ubica el equipo físicamente dentro del centro de trabajo?												
			> ¿Cuenta con los registros de los recipientes sujetos a presión y calderas referentes a:												
6.3	R	10.1	¿Cuenta con el o los registros, reportes, informes o avisos requeridos?												
			> la operación?												
			> el mantenimiento?												
> la revisión?															



MANUAL DE INSTRUCCIONES

GENERADOR DE VAPOR

Clayton 

MODELO

E-60

Con Bomba Modular

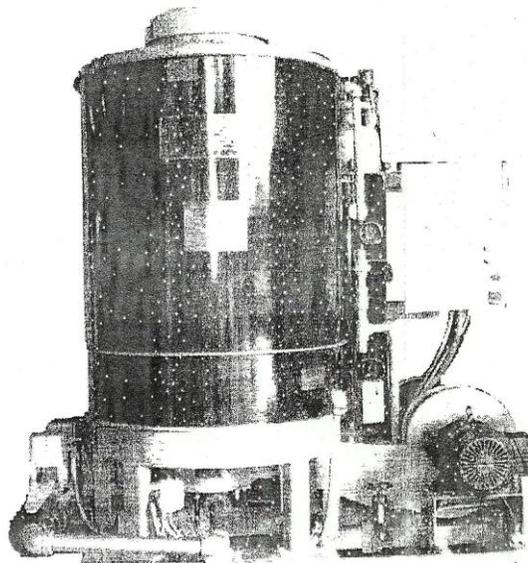
CLAYTON DE MÉXICO S. A. DE C. V.
MÉXICO, D. F.

EFFECTIVO DEL NÚMERO DE SERIE (GAS): M-20348

RS01031
REV. C

Julio de 2005

Fig. R1 Portada manual de instrucciones.



SERIE E 60 GENERADORES DE VAPOR CLAYTON

El Generador de Vapor Clayton es manufacturado conforme a la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME) en el código de calderas, sección 1. Los procedimientos de construcción e inspección son supervisados en bases reguladas por la certificación en el grupo ASME y por la autorización del inspector comisionado por la jurisdicción e inspectores de recipientes a presión (NBBI). Dicho departamento es responsable de la supervisión de la vigencia de las varias secciones del código ASME.

La NBBI es una organización no lucrativa. Sus miembros son los responsables de la inspección de recipientes a presión para la administración, seguridad y leyes de recipientes a presión de su jurisdicción.

Los sistemas eléctricos y de combustión utilizados en los Generadores de vapor Clayton son seleccionados, instalados y probados en cumplimiento con los datos suscritos o aceptados por los laboratorios y los requisitos de otras agencias como se especifica en la orden de los clientes.

El propietario de un Generador Clayton puede estar seguro de que no sólo ha comprado un equipo moderno y confiable, y de alta calidad de producción de vapor, también puede sentirse satisfecho por la seguridad y durabilidad del equipo, de acuerdo con las reglas y prácticas de la más alta autoridad reconocida.

Fig. R2 Generalidades del generador de vapor E60.



ESPECIFICACIONES DEL GENERADOR DE VAPOR EO 60, EG 60 Y EOG 60

DATOS:	UNIDADES INGLÉSAS	UNIDADES METRICAS
Caballos Caldera	60 BHP	585.81 kW
Suministro de Calor Neto a 33475 BTU/BHP	2008500 BTU/h	506142 Kcal/h
Evaporación Equivalente con Agua de Alimentación a 212°F (100°C)	2070 Lb/h	938.9 Kg/h
OPERACIÓN:		
Presión de Diseño (setting válvula de seguridad)	125 - 300 psig	8.8 - 21.1 Kg/cm ²
Presión de Operación (dependiendo de la presión de diseño)	100 - 275 psig	7 - 19.3 Kg/cm ²
Temperatura Recomendada en el Tanque de Condensados	180 - 200 °F	82 - 93 °C
CONSUMO DE COMBUSTIBLE:		
<i>(a plena carga)</i>		
Consumo de Diesel (flujo Máximo) basado en Diesel del No. 2 de 30 a 40 grados API de gravedad	18 gph	68.1 L/h
Consumo de Gas Natural de 1100 BTU/pie ³ a 6" columna de agua (9788 kcal/m ³ a 152 mm columna de agua)	2340 pie ³ /h	66.2 m ³ /h
Consumo de Gas L.P. De 21465 BTU/Lb (11900 Kcal/Kg) a una gravedad específica de 0.56	120 Lb/h	54 Kg/h
EFICIENCIA TÉRMICA:		
	FUEGO BAJO - FUEGO ALTO	FUEGO BAJO - FUEGO ALTO
Diesel*	82% - 82%	82% - 82%
Gas Natural*	80% - 80%	80% - 80%
Gas L.P.*	80% - 80%	80% - 80%
REQUERIMIENTOS DE SERVICIO:		
Presión de Suministro de Gas (estándar tren de gas) con regulador de gas	0.217 psi	0.015 Kg/cm ²
Abastecimiento de Agua Requerido	277.2 gph	1049 L/h
Carga Neta de Succión Positiva (NPSH) requerido para la Bomba de Alimentación	10.00 pies	3.05 m
GENERAL:		
Superficie de Calentamiento	152 pies ²	14.1 m ²
Cantidad de Agua en Operación Normal	6.5 galones	25 litros
	BAJA ALTITUD - ALTA ALTITUD	BAJA ALTITUD - ALTA ALTITUD
Motor Eléctrico Ventilador	3 HP	2.23 kw
Motor Eléctrico Bomba de Agua	3 HP	2.23 kw
CONEXIONES:		
Descarga de Vapor	2 pulg.	51 mm
Entrada de Agua de Alimentación	1-1/2 pulg.	38 mm
Entrada de Diesel (Bomba de Combustible)	3/4 pulg.	19 mm
Entrada de Gas Natural y L.P.	1-1/2 pulg.	38 mm
Driene de la Unidad de Calentamiento	1 pulg.	25 mm
Driene del Separador de Vapor	3/4 pulg.	19 mm
Trampa de Vapor	1 pulg.	25 mm
Salida de la Chimenea	1.5 pulg.	38.1 mm
DIMENSIONES:		
Ancho	34.18 pulg.	868 mm
Largo	57.75 pulg.	1467 mm
Altura incluyendo patas y adaptador de chimenea	88 pulg.	2235 mm
Altura sin incluir patas y con adaptador de chimenea	74 pulg.	1880 mm
Peso de Embarque (Generador solo)	2983 Lb	1353 Kg
Peso de Embarque (Bomba de Agua)		
Volumen de Embarque (Generador sin patas)	156 pies ³	4.37 m ³
Volumen de Embarque (Bomba de Agua)	218.1 pies ³	6.11 m ³

*La eficiencia térmica (PCS) esta basada en el Poder Calorífico Superior para cumplir con el reglamento NOM-002-ENER-1995 y Código ASME.

Fig. R3 Especificaciones del generador de vapor E60.



Clayton de México, S.A. de C.V.

www.clayton.com.mx

ANÁLISIS DE AGUA

FOLIO: 6640

102354 01 PLANTA Y OFICINA MATRIZ
 Manantial, Stampa 54, Cal. Nueva Industrial Vallejo 07700 Mexico, D.F.
 Tel: 5386-5100 Fax: 5747-1200 quimicos@clayton.com.mx
 Ventas 5747-1205 Servicio 5747-1215 Refacciones 5747-1220
 claytonmexico@clayton.com.mx 01 800 888 4422 Larga distancia sin costo
 MONTERREY: Carr. al y de la Cuesta Norte 338 GUADALAJARA: San Uñe 949 A
 Centro 64000 Monterrey, N.L. Col. Chapolla 44500 Guadalajara, Jal.
 01 800 888 4420 claytray@clayton.com.mx 01 800 888 4421 clayjal@clayton.com.mx

FECHA: 2012/10/16
 FECHA ANALISIS: 2012/10/16
 TELEFONO: 56230536

RAZON SOCIAL: FES ZARAGOZA CAMPUS II
 DIRECCIÓN: BATALLA 5 DE MAYO S/N
 ATENCIÓN: I.Q. HUGO HECTOR MARTINEZ Y RO E-MAIL:
 COL. MEXICO DF DELEG. IZTAPALAPA CD. MEXICO DF

CONDICIONES DE OPERACIÓN.

HORAS AL DÍA, MAX.: 05 PROM.:
 DÍAS POR SEMANA, MAX.: 03 PROM.:
 RETORNO DE CONDENSADOS: 50 %
 PRESIÓN DE ALIMENTACIÓN: F.O. (lb/in²) (Kg/cm²)
 PRESIÓN DE VAPOR: F.O. (lb/in²) (Kg/cm²)
 CICLOS DE TRAMPEO:

TEMPERATURA DEL:

TANQUE DE CONDENSADOS: 60°
 CHIMENEA: 80°
 TRATAMIENTO EXTERNO
 SUAVIZADOR S-60-TC
 TRATAMIENTO QUIMICO
 BOMBA DOSIFICADORA: 30 GPD STROKE 24/24 %
 OXICLAY: 650 ml COSD15
 POLICLAY: 125 ml COMP1A
 AMINCLAY:
 DILUIR EN: 17 LITROS DE AGUA SUAVE.

	MODELO	SERIE
1.-	EO-60	M-18582
2.-	EO-60	M-20869
3.-		
4.-		

ANÁLISIS / LÍMITES EN AGUA DE ALIMENTACIÓN

PUNTO DE MUESTREO	DUREZA (p.p.m.)	pH (unidades)	RESIDUAL DE SULFITOS (p.p.m.)	SOLIDOS DISUELTOS (p.p.m.)	APARIENCIA FISICA	SILICE* (p.p.m.)	FIERRO* (p.p.m.)	ALCALINIDAD (p.p.m.)	
								F	M
LÍMITE T. C.	0	10.5 - 12.0	50 - 100	MÁX. 6000	INCOLORO	0.0 - 120.0	0.0 - 3.0		
T.C.	0	10.78	18	1220	Incolore				
LÍMITE SUAVIZADOR	0	7.0 - 9.0	N.A.	MÁX. 1000	INCOLORO	MÁX. 60.0	MÁX. 0.5		
Suavizado	0	7.73	NA	450	Incolore				
LIM. RET. DE COND.	0	8.0 - 8.5	0	MÁX. 10	INCOLORO	0	MÁX. 0.5		

* SE ANALIZARA CADA TRES MESES

RECOMENDACIONES

1. Alimentar agua suave al tanque de condensados probando la dureza una vez por turno. Regenerar el suavizador si se detectan más de 10 p.p.m. de dureza.
2. Dosificar diariamente al tanque de condensados los productos químicos recomendados, previamente diluidos.
3. Deshollinar, purgar la unidad y el separador cada ocho horas de operación.
4. Realizar análisis una vez por turno y registrar datos en bitácora de mantenimiento.

Para prevenir problemas de incrustación o corrosión en su equipo deben seguirse estrictamente estas recomendaciones.

*FALLAS: SUA TOC BDQ PAU DOS RCO SPR TTC TCH PAL PVA CTR

OBSERVACIONES: El suavizador se encuentra entregando agua libre de dureza, continuar con el regimen de regeneracion y analisis de dureza.

El Tanque de Condensados presenta valores de pH y solidos disueltos dentro de rangos Residual de sulfato bajo se recomienda acondicionar mediante un choque químico antes de volver a operar (para evitar problemas de corrosión)

Continuar con la dosificación actual de producto químico y regimen de purgas

Controlar Policlay de SO₂.

* TABLA FALLAS: SUA SUAVIZADOR, TOC TANQUE DE CONDENSADOS, BDQ BOMBA DOSIFICADORA, PAU PURGA AUTOMÁTICA, DOS DOSIFICACION, RCO RETORNO DE CONDENSADOS, SPR SISTEMA DE PRECALENTAMIENTO, TTC TEMPERATURA TANQUE DE CONDENSADOS, TCH TEMPERATURA DE CHIMENEA, PAL PRESION DE ALIMENTACION, PVA PRESION DE VAPOR, CTR CICLOS DE TRAMPEO.

ATENCIÓN
 Juan Jose Sanchez
 DEPARTAMENTO QUIMICO

CLIENTE
 HUGO HECTOR MARTINEZ Y RO
 NOMBRE

FOGONERO
 AUGUSTO CHAVEZ DE
 NOMBRE

GENERADORES DE VAPOR Y AGUA CALIENTE

TANQUES DE ALMACENAMIENTO

CONTROLES Y ACCESORIOS

TRATAMIENTO DE AC

Fig. R4 Formato de análisis de agua del generador de vapor E60.

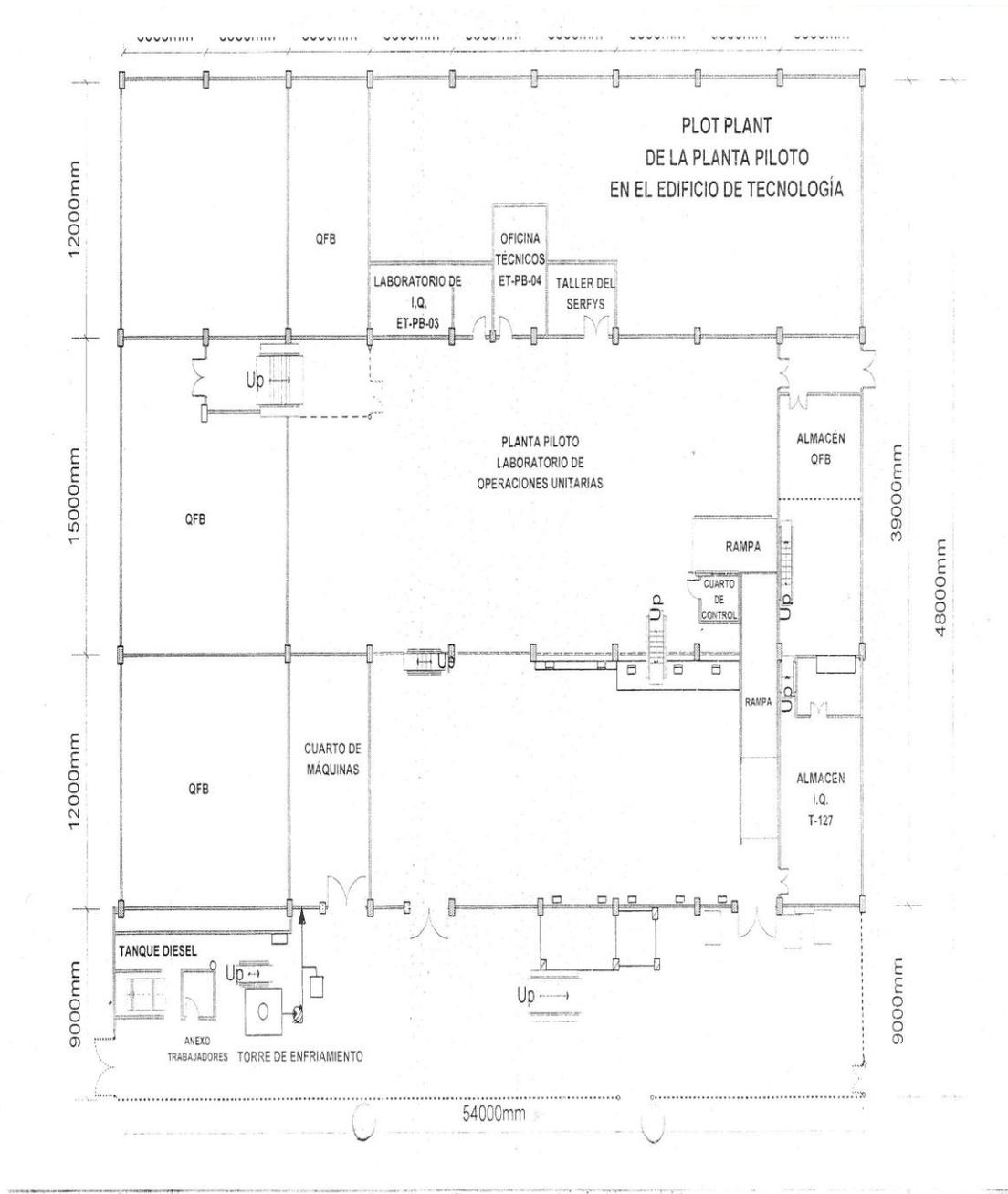


Fig. R5 Plot plant de la planta piloto.

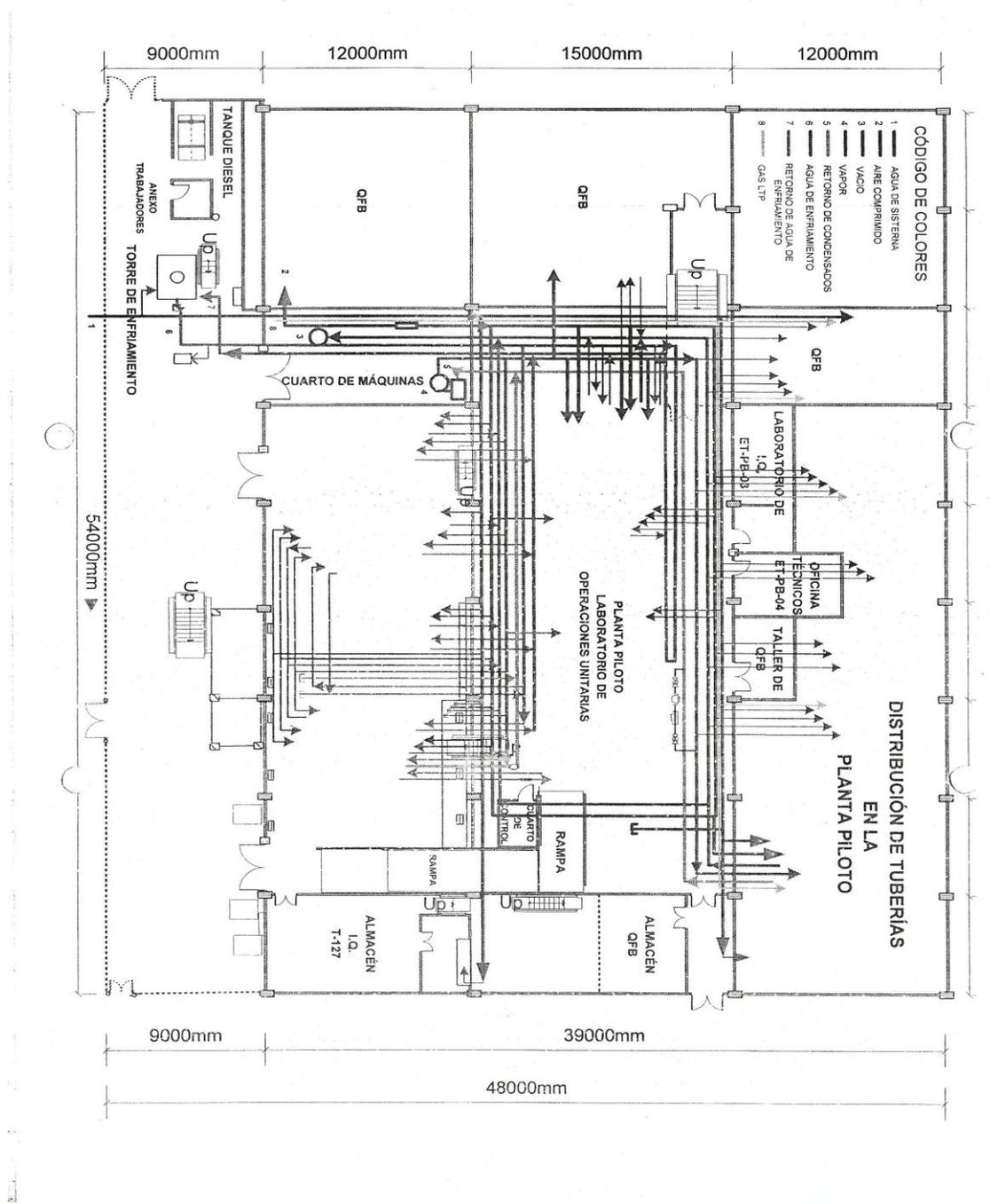


Fig. R7 Distribución de tuberías en planta piloto.

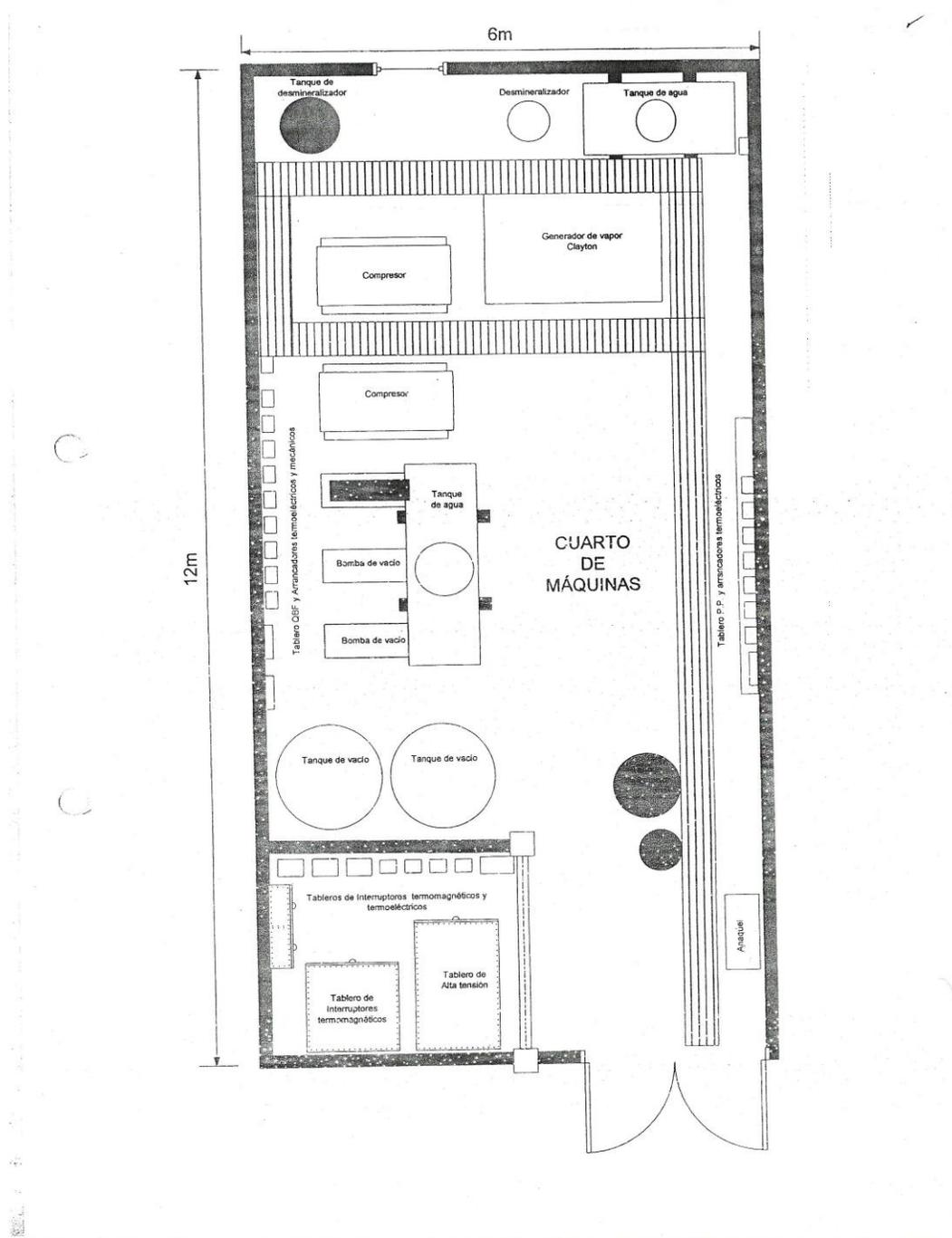


Fig. R8 Cuarto de maquinas en planta piloto.



De acuerdo con los resultados presentados en las tablas anteriores, se puede observar que el generador de vapor de la planta piloto de la FES Zaragoza presenta incumplimientos de la Normatividad en Seguridad e higiene en el trabajo, que la Secretaría del Trabajo y Previsión Social exige a todos los equipos sujetos a presión, dentro del territorio nacional, esto en general, se debe a lo siguiente:

- ✓ falta de organización en la administración del generador de vapor,
- ✓ desorden documental en carpetas,
- ✓ bitácoras no actualizadas,
- ✓ falta de inspecciones de seguridad por parte de una comisión de seguridad y,
- ✓ falta de mantenimiento preventivo que se deben aplicar en la planta.

Por otra parte, el cumplimiento de la normatividad, en general se atribuye a lo siguiente:

- ✓ Un adecuado manejo del generador de vapor por parte de los docentes y operadores de planta piloto.
- ✓ Un buen manejo de la comunicación entre alumnos y docentes.
- ✓ Se cuenta con procedimientos de operación del equipo.
- ✓ Se imparte capacitación a alumnos para el manejo del equipo.
- ✓ Se cuenta con todos los permisos de operación para recipientes sujetos a presión y calderas.

La dirección de la planta piloto está comprometida con la seguridad de los alumnos hasta un 90%, ya que para ellos es prioritario, esto debido principalmente a las practicas que se llevan a cabo dentro de esta.

De lo anterior, es recomendable que para lograr un total cumplimiento de la normatividad en materia de seguridad e higiene en el generador de vapor, objeto de estudio, se debe trabajar en los aspectos siguientes:

- ✓ la organización personal,
- ✓ realización de bitácoras para el uso del generador así como para es suavizador del agua,
- ✓ realización de mantenimiento del equipo, compromiso por parte de la administración de la planta piloto, así como la del personal adscrito a esta área con la seguridad laboral y con el cumplimiento de la normatividad en materia de seguridad y salud laboral aplicable,
- ✓ el conocimiento y manejo adecuado de la normatividad emitida por la Secretaria del Trabajo y Previsión Social,
- ✓ la correcta aplicación de la normatividad emitida por la Secretaria del Trabajo y Previsión Social a esta área.



CONCLUSIONES



CONCLUSIONES

Al término del presente proyecto se llegó a las conclusiones siguientes:

- ✓ El realizar una evaluación diagnóstica de la normatividad en seguridad e higiene en el trabajo nos ayuda a identificar riesgos potenciales dentro de una planta de procesos y poder establecer las medidas de control pertinentes y/o correctivas en su caso.
- ✓ El generador de vapor de la planta piloto de la FES Zaragoza cumple en un 65% con la Normatividad en Seguridad e higiene en el trabajo, que la Secretaría del Trabajo y Previsión Social que exige a todos los recipientes sujetos a presión, dentro del territorio nacional.

RECOMENDACIONES

Para lograr que el generador de vapor de la planta piloto de la FES Zaragoza cumpla con la totalidad de la normatividad en materia de seguridad y salud laboral aplicable, se sugiere lo siguiente:

- ✓ Una adecuada organización en la administración del generador de vapor,
- ✓ Ordenar la documentación en carpetas,
- ✓ Tener actualizadas las bitácoras,
- ✓ Realizar periódicamente inspecciones de seguridad en el equipo para identificar posibles fallas que pueden causar cualquier accidente,
- ✓ Realizar periódicamente mantenimiento preventivo a toda la planta piloto,
- ✓ La seguridad se debe comprobar antes del arranque y después del paro total del generador, verificando que no exista ninguna fuga; además que todos los elementos funcionen correctamente, incluyendo válvulas y conexiones,
- ✓ Durante la operación de generador de vapor no se debe exceder de la presión máxima de diseño,
- ✓ Se debe purgar cada semana con el objetivo de eliminar cualquier posible formación de incrustaciones en la tubería, ya que la falta de agua en el sistema puede causar sobrecalentamiento, pérdida de propiedades mecánicas y hasta la deflexión y ruptura de la tubería,
- ✓ Se debe comprobar diariamente el funcionamiento general, la ausencia de ruido y vibraciones que afecten a las condiciones normales de la bomba; así como inspeccionar juntas del cuerpo, resorte de presión y niveles de aceite conforme lo especificado en el manual de mantenimiento,
- ✓ Es recomendable conocer el estado de la línea de gas, procediendo a su limpieza o reposición en caso necesario,
- ✓ Realizar una inspección visual del encendido del quemador y forma de la flama, regulando la mezcla aire/combustible en los controles que regulan la mezcla en el caso de presencia de hollín en los humos,



-
- ✓ Periódicamente conforme lo indica el manual de mantenimiento se debe hacer una inspección total del equipo de control, incluyendo la comprobación de la correcta señalización del manómetro general del generador, medidores de presión así como sus displays, termómetros; sustituyéndose en caso de existir diferencias sensibles en la lectura de los mismos. Al igual que la verificación del buen estado del equipo, chocando las uniones y conexiones de la tubería, el estado de las laminas y la fibra cerámica,
 - ✓ Realizar un programa de seguridad para el equipo,
 - ✓ Mantener vigentes los planos y diagramas del equipo.



BIBLIOGRAFÍA



1. *“La seguridad industrial: su administración”*; John V. Grimaldi, Rollin H. Simonds; Editorial ALFAOMEGA, México 1996.
2. *“Manual de seguridad industrial”*; Cesar Ramírez Cavassa; Editorial NORIEGA, México 1992.
3. *“Manual del Ingeniero Químico. Volumen IV”*; Robert H. Perry, Don W. Green; Editorial Mc GRAW HILL; España 2003.
4. *“Manual de Seguridad e Higiene Industrial”*; Camilo Janania Abrahán; México LIMUSA 1989.
5. *“Seguridad Industrial”*; Blake Roland P; Editorial DIANA México 1970.
6. *“Seguridad industrial”*; Roberto Ramírez; Editorial LIMUSA México 1989.
7. *“El Lado Humano en la Prevención de Accidentes: Conceptos y Principios Psicológicos Relacionados con la Seguridad en el Trabajo”*; Bruce L. Margolis y William H. Kroes; Editorial MANUAL MODERNO México 1979.
8. *“Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo”*; Oficina Internacional del Trabajo; Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales Subdirección General de Publicaciones España 1998.
9. *“Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos”*.
10. *“Ley del Seguro Social”*.
11. *“Ley General de Salud”*.
12. *“Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente”*.
13. *“Ley Federal de Metrología y Normalización”*.
14. *“Ley Federal del Trabajo”*.
15. *“Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo”*.
16. *“Normas Oficiales Mexicanas Vigentes de la Secretaría del Trabajo y Prevención Social”*.
17. *“NOM-020-STPS-2002, Recipientes sujetos a presión y calderas, funcionamiento- condiciones de seguridad”*.
18. *“Normas Oficiales Mexicanas Vigentes de la Secretaría de Medio Ambiente y los Recursos Naturales”*.
19. *“Calderas de Vapor en la Industria”*; L.A. Molina y J.Maloson; Editorial Cadem-Eve; Bilbao 1996.
20. *“Calderas de vapor: Descripción, teoría, manejo y mantenimiento”*; Mesny, Marcelo; Editorial Marymar; Buenos Aires 1977.
21. *“Operación de calderas industriales :tratado practico operacional”*; Gonzalo Rodriguez Guerrero; Editorial Ecoe Colombia 2000