

UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA



**"MANUAL PARA LA APLICACION DE NORMAS EN TRABAJOS DE TUBERIAS
SOMETIDAS A PRESION, EN PLANTAS GENERADORAS
TERMoeLECTRICAS DE EL SALVADOR"**

TRABAJO DE GRADUACION
PARA OPTAR AL GRADO DE
INGENIERO MECANICO



PRESENTADO POR:
CARLOS ALBERTO RODRIGUEZ HERNANDEZ
CARLOS ANTONIO ALFARO ZEPEDA

MARZO 2002
CIUDADELA DON BOSCO, SOYAPANGO, EL SALVADOR

UNIVERSIDAD DON BOSCO



RECTOR

Ing. Federico Miguel Huguet Rivera

SECRETARIO GENERAL

Lic. Mario Olmos

DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA

Ing. Carlos Guillermo Bran



ASESOR

Ing. Rodolfo Ayala Montes

JURADOS


**Ing. Edwin Zepeda
Ing. Roberto Falconio**

UNIVERSIDAD DON BOSCO



"MANUAL PARA LA APLICACION DE NORMAS EN TRABAJOS DE TUBERIAS SOMETIDAS A PRESION, EN PLANTAS GENERADORAS TERMoeLECTRICAS DE EL SALVADOR"

JURADOS



Ing. Edwin Zepeda



Ing. Roberto Falconio

ASESOR



Ing. Rodolfo Ayala Montes



Doy gracias a Dios todo poderoso, por haberme
Dado la fuerza necesaria en los momentos más difíciles.
Doy gracias a mi familia, papá, mamá, hermana y hermano,
Por haberme soportado todos los inconvenientes que les
ocasioné y motivarme todo el tiempo.
Doy Gracias a mi novia, por su comprensión.
Agradezco en general a mis demás familia, grupo de
compañeros de estudio y amigos que siempre estuvieron y están
pendientes de mí.
y en especial, quisiera dedicar el presente a la familia Guevara Rodríguez,
Ya que sin su apoyo incondicional, difícilmente hubiera escrito esto.

Gracias,
Carlos Alberto Rodríguez Hernández.

Doy gracias a Dios y la virgen santísima por haberme dado
las fuerzas necesarias para salir adelante.
Quisiera agradecer a toda mi familia
especialmente a mis padres
Carlos Alberto Alfaro B. y
Yolanda Zepeda de Alfaro. Así mismo a
mis amigos Ing. Renato Días, Ing. Walter Calles y
Mario Ramírez por su apoyo brindados.

Gracias,
Carlos Antonio Alfaro Zepeda.

INDICE

	Página
INTRODUCCION	i
CAPITULO I	
GENERALIDADES	
1.1 Antecedentes del tema	1
1.2 Importancia y justificación del tema	3
1.3 Proyección Social	6
1.4 Definición del tema	7
1.5 Alcances y limitaciones	8
1.6 Marco histórico	9
1.7 Investigación preliminar	10
1.8 Situación actual	14
CAPITULO II	
DESCRIPCION DE UNA GENERADORA TERMoeLECTRICA	
A BASE DE MOTORES DE COMBUSTION INTERNA	16
2.1 Equipo principal que interviene en la termogeneración	17
2.2 Descripción funcional de los sistemas	18
2.2.1 Sistema del combustible bunker	19
2.2.2 Sistema del combustible diesel	23
2.2.3 Sistema del aceite lubricante	25
2.2.4 Sistema del agua de enfriamiento	28

2.2.5 Sistema de vapor	31
2.2.6 Sistema neumático	34
2.2.7 Sistema de lodos	35

CAPITULO III

MATERIAL Y COMPONENTES DE LOS

SISTEMAS DE TUBERIAS	37
3.1 Componentes principales de los sistemas	38
3.1.1 El tubo	38
3.1.2 Uniones	43
3.1.3 Juntas	48
3.1.4 Tornillos	48
3.1.5 Accesorios	49
3.1.6 Válvulas	50
3.1.7 Equipo diverso	52

CAPITULO IV

PRACTICAS DE EVALUACION DE LOS MATERIALES DE

LAS TUBERIAS	56
4.1 Control en el espesor de las tuberías	57
4.1.1 Espesor mínimo de tubería	58
4.1.2 Métodos aplicables para la medición de los espesores de las tuberías	59
4.2 Control de las propiedades del material de la tubería	64
4.2.1 Propiedades de las tuberías	65
4.2.2 Métodos aplicables para la determinación de las propiedades de las tuberías	66

CAPITULO V

FABRICACION, MONTAJE Y ENSAMBLE DE LOS SISTEMAS

DE TUBERIAS	73
5.1 Unión de tubos	73
5.1.1 Uniones roscadas	74
5.1.2 Juntas bridadas	75
5.1.3 Uniones soldadas	78
5.2 Suspendido de tuberías y soportes	89
5.2.1 Tipos de soportes	89
5.2.2 Determinación de la posición del soporte	93
5.2.3 Modalidades de ubicación de las tuberías	93

CAPITULO VI

DISPOSICION FINAL DE LOS SISTEMAS DE TUBERIAS	95
6.1 Inspección	95
6.2 Pruebas de detección de fugas	98
6.2.1 Prueba hidrostática	98
6.2.2 Prueba con aire	99
6.3 Limpieza final de los sistemas	100
6.3.1 Lavado de un sistema de tuberías	100
6.3.2 Lavado de las tuberías con Solución química	103
6.3.3 Lavado final	104
6.4 Acabado exterior	106

MANUAL PARA LA APLICACION DE NORMAS EN TRABAJOS

DE TUBERÍAS SOMETIDAS A PRESION, EN PLANTAS

GENERADORAS TERMOELÉCTRICAS DE EL SALVADOR	107
--	-----

CONCLUSIONES 116

RECOMENDACIONES 117

ANEXOS

GLOSARIO

BIBLIOGRAFIA Y FUENTES DE INFORMACION

INTRODUCCION

La normalización ofrece importantes ventajas, principalmente para mejorar la adaptación de los productos, procesos y servicios a los propósitos para los cuales fueron diseñados, prevenir obstáculos técnicos al comercio y facilitar la cooperación tecnológica. Toda empresa que cumple con las normas establecidas tiene adicionalmente la ventaja de poder certificar sus productos o servicios como un medio para garantizar que éstos están conformes con los requisitos que satisfacen las expectativas del consumidor o usuario, tanto nacional como el de aquellos países que constituyen su meta de exportación.

Debido a la gran variedad en los campos de aplicación de tuberías, ésta investigación se enfoca a Centrales Generadoras de Energía Eléctrica, por medio de Motores de Combustión Interna, que consumen combustible pesado. Lo cual es, según las estadísticas de CEL (Comisión Ejecutiva Del Río Lempa), un rubro que presenta un marcado crecimiento como una respuesta al aumento de la demanda de energía eléctrica en todo el país.

Para el presente documento, se toma como problema, los trabajos en tuberías sometidas a presiones y temperaturas, para hacer ver la importancia de los diferentes estándares, que organismos internacionales especializados en el tema sugieren con el propósito de mantener un alto grado de confiabilidad y calidad en los productos y servicios. Entendiéndose como trabajos, lo referente a verificación y control del material, ensamble, montaje, inspección, pruebas, etc.

En lo que ha diseño se refiere, solo se dan unos tópicos como referencias a los trabajos antes mencionados, debido a que las empresas fabricantes de los motores, venden el "paquete" que incluye: Motor, Generador, Equipo auxiliar, Materiales (tuberías, accesorios, instrumentos de control, etc).

La presente investigación tiene como objetivo principal la elaboración de un documento de aplicación de normas mediante el cual, se establecen los criterios para controlar las obras mecánicas en tuberías; para así, poder tener una referencia documentada con criterio técnico, de los procedimientos a seguir al realizar trabajos en éste campo; de manera que, las empresas, organismos, instituciones educativas y personas involucradas en los trabajos de tuberías puedan consultarlo como referencia para normalizar dicha actividad.

CAPITULO I

GENERALIDADES.

1.1 ANTECEDENTES DEL TEMA

Se define como central térmica una instalación energética cuya finalidad es transformar la energía natural almacenada en un combustible, en energía eléctrica. Específicamente, se trata de motores de combustión interna trabajando con combustible diesel y/o bunker, acoplados por medio de un eje a un generador para producir la energía eléctrica.

En el cuadro 1.1, se enlistan los diferentes fluidos utilizados para el proceso de las plantas de generación termoeléctricas.

Toda ésta gama de fluidos, son transportados en tuberías de diferentes dimensiones y especificaciones y en la mayoría de los casos, circulan a alta presión y temperatura; por lo cual, se ve la necesidad de que alguna institución acreditada, certifique el montaje y pruebas a través de Ingenieros Mecánicos con la finalidad de garantizar la seguridad de los trabajadores, las mismas instalaciones y el medio ambiente; además de normalizar los estándares de calidad en la ejecución de las obras ya sea para empresas nacionales y/o extranjeras, para lograr también ser competitivos a nivel internacional.

Cuadro 1.1. Fluidos y sus aplicaciones.

FLUIDO	APLICACION
DIESEL	Como combustible para los motores
BUNKER	Como combustible para los motores
AIRE COMPRIMIDO	Para el arranque de las unidades, para instrumentación, para equipo y herramientas neumáticas.
AGUA	Para el enfriamiento de las unidades (circuitos de alta y baja temperatura), para el sistema de vapor, para las purificadoras de aceite y de combustible, para servicio de la instalación.
ACEITE	Para la lubricación de los motores
VAPOR	Para el calentamiento del combustible pesado (bunker)
GASES DE ESCAPE	Producto de la combustión; aprovechados para la generación de vapor.
SOLUCIONES QUIMICAS	Para el control de la calidad del agua
LODOS	Producto de procesos de purificación, filtrado, fugas, etc. Aprovechados como combustible para calderas.

FUENTE: Planta generadora textufl.

Para constatar esta situación, se visitó a la Asociación Salvadoreña de Ingenieros Mecánicos y Eléctricos (ASIMEI), en donde se nos informó de que ellos únicamente son una institución que aglutina a Ingenieros Mecánicos, pero que no ejecutan labores de inspección o certificación de obras en relación a nuestro tema. Que lo más cercano que realizan es facilitar los tramites en el Viceministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano para la obtención del número de registro de Ingeniero Eléctrico.

Profundizando en ésta investigación se encuentra que El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) es la institución nombrada por el gobierno de la república para coordinar las actividades con otras instituciones del sector público, profesional, académico, privado y científico, para la elaboración y adopción de normas técnicas. Dentro de sus atribuciones encomendadas están:

Fomentar las actividades tendientes a extender las fronteras del conocimiento, promoviendo la formación de científicos y técnicos, la enseñanza, perfeccionamiento y difusión de la ciencia y tecnología, acordes a los requerimientos económicos y social del país.

Dirigir y coordinar las actividades y la ejecución de la política en materia de Normalización, Metrología, Verificación y certificación de la calidad.

Pero dentro de sus logros en normalización, únicamente cuentan con un proyecto a nivel centroamericano de tuberías de agua potable. Por lo que al presentarles ésta propuesta como anteproyecto de graduación, se ofrecieron¹, a colaborar para el desarrollo de la misma.

1.2 IMPORTANCIA Y JUSTIFICACION DEL TEMA

Desde la inauguración de la Central Hidroeléctrica "5 de Noviembre", con una capacidad inicial de 30 MW, hasta la actualidad, se ha incrementado la capacidad de generación, de acuerdo a la demanda de energía eléctrica del país. En el cuadro N° 1.2, se observa la evolución de la capacidad instalada de generación de CEL.

¹ Entrevista técnica con Ing. De Vanegas, depto de Normalización de CONACYT.

Cuadro 1.2. Evolución histórica de la capacidad instalada del sistema CEL.

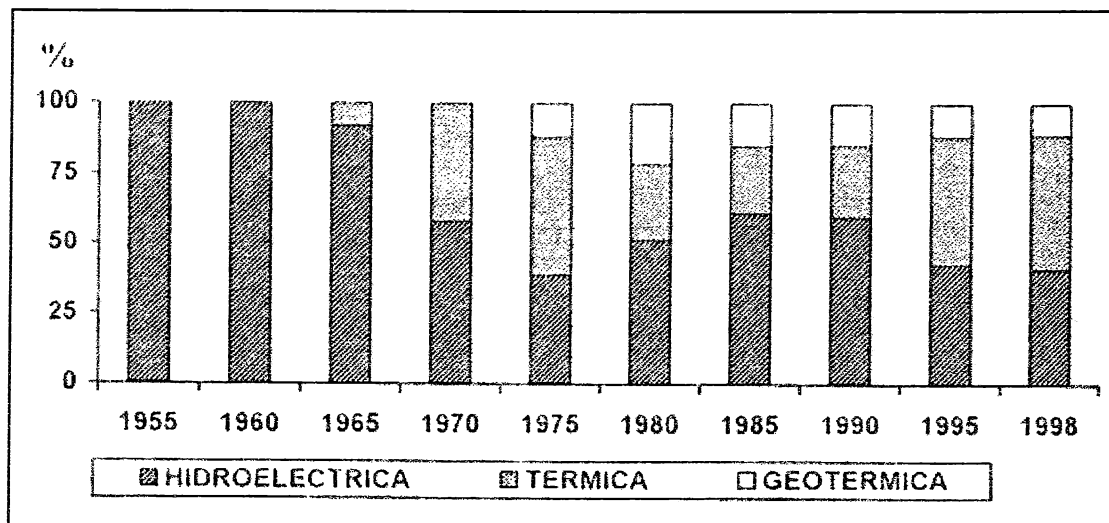
AÑOS	HIDROELECTRICA				GEOT.		TERMoeLECTRICA						TOTAL
	GUAJOYO	CERRON GRANDE	5 DE NOVIEMBRE	15 DE SEPTIEMBRE	AHUACHAPAN	BERLIN	ACAJUTLA BUNKER	ACAJUTLA GAS	SOYAPANGO GAS	SAN MIGUEL GAS	MIRAVALLE MOTORES	NEJAPA POWER*	
1954-1956			30 0										30 0
1957-1960			45 0										45 0
1961-1962			60 0										60 0
1963-1964	15 0		60 0										75 0
1965	15 0		60 0					6 6					81 6
1966-1967	15 0		81 4				30 0	6 6					133 0
1968-1970	15 0		81 4				63 0	6 6					166 0
1971	15 0		81 4				63 0	6 6					166 0
1972	15 0		81 4				63 0	6 6	33 0				199 0
1973-1974	15 0		81 4				63 0	6 6	53 9				219 9
1975	15 0		81 4		30 0		63 0	6 6	53 9				249 9
1976	15 0		81 4		60 0		63 0	6 6	53 9				279 9
1977-1979	15 0	135 0	81 4		60 0		63 0	6 6	53 9				414 9
1980	15 0	135 0	81 4		95 0		63 0	6 6	53 9				449 9
1981-1982	15 0	135 0	81 4		95 0		63 0	6 6	53 9				449 9
1983	15 0	135 0	81 4	78 3	95 0		63 0	6 6	53 9				528 2
1984-1985	15 0	135 0	81 4	156 6	95 0		63 0	6 6	53 9	25 3			631 8
1986	15 0	135 0	81 4	156 6	95 0		63 0	6 6	53 9	25 3	18 6		650 4
1987-1991	15 0	135 0	81 4	156 6	95 0		63 0	6 6	53 9	25 3	18 6		650 4
1992	15 0	135 0	81 4	156 6	95 0	10 0	63 0	37 5	53 9	31 9	18 6		697 9
1993-1994	15 0	135 0	81 4	156 6	95 0	10 0	63 0	157 1	53 9	31 9	18 6		817 5
1995	15 0	135 0	81 4	156 6	95 0	10 0	63 0	157 1	53 9	31 9	18 6	91 0	908 5
1996-1998	15 0	135 0	81 4	156 6	95 0	10 0	63 0	157 1	53 9	31 9		144 5	943 4

FUENTE: Desarrollo Del Sistema Eléctrico Nacional 1998, CEL.

Como puede observarse, desde el inicio de la operación se incorporaron proyectos que utilizan recursos naturales, tal como la hidroenergía y la geotermia, pero también fue necesario la construcción de centrales termoeléctrica, primero para suplir parte de la demanda creciente de la energía eléctrica y segundo por el déficit energético que se presenta durante las hidrologías críticas.

La estructura de la capacidad instalada por tipo de recurso ha variado a través del tiempo, lo que puede apreciarse en el siguiente gráfico:

Gráfico1.1. Evolución de la estructura, de la capacidad instalada Sistema CEL, por tipo de central.



FUENTE: Desarrollo Del Sistema Eléctrico Nacional 1998, CEL.

En sus primeros once años de existencia, CEL explotó solamente el recurso hidráulico, pero al finalizar ese período se incorpora el recurso térmico, que en 1970 llega a constituir el 42% de la capacidad instalada. Es hasta el último quinquenio de la década de los setenta que se incorpora el recurso geotérmico, cuya participación se ha mantenido casi en la misma proporción desde entonces (ver cuadro N° 1.2).

Es en base a lo anteriormente expuesto, que se hace notar el crecimiento en la generación de energía termoeléctrica por medio de motores de combustión interna, contando a la fecha con tres plantas dentro de los generadores mayoristas y una dentro de los minoristas con las capacidades siguientes:

Cuadro 1.3. Detalles de las generadoras.

TIPO DE GENERADOR	NOMBRE DE LA GENERADORA	AÑO DE INICIO	NUMERO DE UNIDADES	CAPACIDAD INSTALADA
MAYORISTA	NEJAPA POWER	1995	27	144.5 MW
MAYORISTA	CESSA	1998	5	32.6 MW
MAYORISTA	DUKE ENERGY	1999	6	96.0 MW
MINORISTA	TEXTUFIL	1999	4	20.4 MW
TOTAL			42	293.5 MW

FUENTE: Siget.

1.3 PROYECCION SOCIAL

Como centro de Educación Superior, la Universidad Don Bosco enfoca su Misión y Visión en brindar la más alta contribución al desarrollo económico y social de El Salvador. Como parte de éstos principios, los talleres de las diferentes carrera son una muestra clara de hacerlos realidad; por tanto, el presente trabajo de graduación tiene por objetivo la elaboración de un documento técnico con base científica para poder optimizar dichos recursos, de manera que los estudiantes puedan poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera.

Contribuyendo por éste medio a elevar la competitividad del sector Industrial productivo nacional y garantizar al consumidor la calidad de los productos y servicios, por medio de un sistema de Normalización, que sirva como medio de comunicación para productores y usuarios; con el cual, se defina la calidad y se establezcan criterios de seguridad. Si los procedimientos son normalizados, hay reducción de costos, los entrenamientos se simplifican y los consumidores aceptan con mayor garantía los productos terminados.

1.4 DEFINICION DEL TEMA

Es un estudio general, de las condiciones y normas que todo Ingeniero Mecánico y personas relacionadas al tema, deben considerar para los trabajos en tuberías, con el propósito de garantizar el buen funcionamiento del sistema, la seguridad del trabajador y de las instalaciones.

OBJETIVO GENERAL:

- Elaboración de un documento de aplicación de Normas, para controlar las obras mecánicas en tuberías que se montan y/o se modifican en plantas termoeléctricas a base de motores de combustión interna en nuestro país.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Controlar los estándares de calidad en la ejecución de las obras mecánicas (en tuberías), ya sea para empresas nacionales, como extranjeras.
- Actualizar los criterios con estándares internacionales, con respecto a estos tópicos, a fin de ser competitivos a nivel internacional.
- Facilitar la adaptación de los productos, procesos y servicios al fin para el cual han sido destinados.
- Contribuir a elevar la competitividad del sector industrial productivo nacional.
- Ampliar la cantidad de trabajos en tuberías, que por la ausencia de dichas regulaciones, no se realizan en el país.

- Mantener el control de calidad durante la ejecución de la obra, para la seguridad de los trabajadores y la satisfacción del cliente.
- Garantizar que no se perjudicará la salud y el medio ambiente por fallas de los trabajos (derrames, fugas, ruidos, etc).
- Prevenir obstáculos técnicos y facilitar la cooperación tecnológica, al sector productivo - industrial de nuestro país.

1.5 ALCANCES Y LIMITACIONES

ALCANCES :

- Elaboración de un documento, que presente las bases para la formulación de Normas Técnicas, que rijan los trabajos de tuberías sometidas a presión.
- El estudio se enfoca a las tuberías metálicas de plantas generadoras termoeléctricas de motores de combustión interna.

LIMITACIONES:

- Por la complejidad y variedad de aplicaciones, el estudio se centra en las instalaciones de centrales termoeléctricas.
- Disposición política (hermetismo), por parte de las empresas encargada de efectuar estos trabajos.
- Dificultad en la obtención de información, debido a que el rubro en mención, es relativamente nuevo en el país.

1.6 MARCO HISTORICO

La generación de energía eléctrica por medio de motores de combustión interna, tiene su inicio con la instalación de la central Miralvalle en 1966, propiedad de CEL, con una capacidad de 18.6 MW. Finalizando su operación en 1996, por razones desconocidas.

En 1995, surge Nejapa Power Company, generando inicialmente 91.0 MW, aumentando a 144.5 MW para el año 1998, lo cual significaba el 20% de la generación nacional como respuesta al crecimiento natural de la demanda de Energía y problemas como la hidrología crítica, mantenimiento preventivo y correctivo a las generadoras existentes².

Para 1998, Cementos de El Salvador (CESSA) incursiona en el campo energético con una capacidad de 19.2 MW, considerándosele como auto productor minorista, ya que el exceso que no consume se lo vende a la distribuidora local.

En 1999, TEXTUFIL, fabrica de telas e hilos se incorpora como generador auto productor minorista con una capacidad de 6.8 MW, de igual manera vendiendo el exceso a la distribuidora local. También a finales de éste año, como producto de la privatización de CEL, DUKE ENERGY CO. Se hace de la planta térmica de Acajutla, incorporando una central termoeléctrica de motores con una capacidad de 96.0MW.

Al principio del 2000, CESSA aumenta su capacidad a 32.6 MW y al final del mismo año TEXTUFIL, también aumenta su capacidad a un total de 20.4 MW.

A la fecha la capacidad instaladas por estas generadoras termoeléctricas asciende a 293.5 MW, constituyendo el 24.04%³ de la generación total nacional.

² Ref. Desarrollo Eléctrico Nacional 1998, CEL, pg 17.

³ Información proporcionada por SIGET.

1.7 INVESTIGACION PRELIMINAR

¿ QUE SON LAS NORMAS?

Normas son acuerdos documentados que contienen especificaciones técnicas u otro criterio preciso para ser usados de forma consistente como reglas, pautas, o definiciones de características, para asegurar que los materiales, productos, procesos y servicios son adecuados para su propósito.

Por ejemplo, el formato de las tarjetas de crédito, las tarjetas telefónicas, y las tarjetas " inteligentes", que se han puesto tan comunes, se derivan de una Norma Internacional ISO. Agregado a la norma, la cual define características como un espesor óptimo (0,76 mm), significa que, las tarjetas pueden ser usadas mundialmente.

Las Normas internacionales contribuyen así a hacer la vida más simple, y a aumentar la confiabilidad y efectividad de bienes y servicios que usamos.

¿ POR QUE ES NECESARIA LA NORMALIZACION INTERNACIONAL?

La existencia de normas no-armonizadas para las tecnologías similares de diferentes países o regiones puede contribuir al dicho: "barreras técnicas para comercializar". Industrias mentalizadas a la exportación se han dado cuenta de la necesidad de estar de acuerdo en las normas mundiales para ayudar a organizar el proceso comercial internacional. Este fue el origen para el establecimiento de ISO (Organismo Internacional para la Normalización).

La normalización internacional está bien establecida para muchas tecnologías en los diversos campos tales como procesamiento de información y comunicaciones, textil, empaquetamiento, distribución de bienes, utilización y producción de energía, fabricación de barcos, banca y servicios financieros. Y continuará creciendo en la importancia para todos los sectores de la actividad industrial para el futuro previsible.

Las principales razones son:

El progreso mundial en la liberalización comercial

Las economías del libre mercado animan cada vez más diversas fuentes de suministro y mantienen las oportunidades de los mercados en crecimiento. En el lado de tecnología; la competición justa necesita ser basada en referencias comunes identificables, claramente definidas que se reconocen de un país al próximo, y de una región a otra. Una industria plenamente normalizada, internacionalmente reconocida, desarrollada por acuerdo general entre los comerciantes, sirve como el idioma de comercio.

Interrelación de sectores

Ninguna industria en el mundo de hoy puede realmente exigir ser completamente independiente de componentes, productos, aplicación de reglas, etc., que han sido desarrolladas en otros sectores. Pernos son usados en la aviación y para la maquinaria agrícola; la soldadura es de importancia en la ingeniería mecánica y nuclear, y el procesamiento de información electrónica ha penetrado todo las industrias. Productos y procesos amigable al medioambiente, y empaquetamiento reciclable o biodegradable son las preocupaciones existentes.

Los sistemas de comunicaciones Mundiales

La industria de la computadora ofrece un buen ejemplo de tecnología que necesita ser normalizada, rápida y progresivamente en el ámbito global. Plena compatibilidad entre los sistemas abiertos para favorecer la competición saludable entre productores, y ofrecer opciones reales a los usuarios ya que es un poderoso acelerador de la innovación, mejorando la productividad y reduciendo los costos.

Normas globales para las tecnologías emergentes

Programas de normalización en áreas completamente nuevas están siendo desarrolladas. Dichas áreas incluyen materiales avanzados, el ambiente, ciencia

naturales, urbanización y construcción. En las primeras etapas del desarrollo de nuevas tecnología, aplicaciones pueden ser imaginadas; porque prototipos funcionales no existen. Aquí, la necesidad para la normalización, se da en la definición de terminología y en el aumento de bancos de datos de información cuantitativa.

Países en desarrollo

Las agencias de desarrollo están reconociendo cada vez más que una infraestructura normalizada es una condición básica para el éxito de políticas económicas apuntado a lograr el desarrollo sustentable. Crear semejante infraestructura en los países en desarrollo es esencial para mejorar la productividad, la competitividad del mercado, y la capacidad de la exportación.

Normalización plena de la industria es una condición que existe dentro de un sector industrial particular cuando la gran mayoría de productos o servicios conforma las mismas normas. Este es el resultado de acuerdos mutuos alcanzados entre los interesados económicamente en ese sector industrial: los proveedores, los usuarios, y a menudo los gobiernos. Ellos están de acuerdo en las especificaciones y criterio para ser aplicado de forma consistente en la opción y clasificación de materiales, la fabricación de productos, y la provisión de servicios. El objetivo es facilitar el comercio, el intercambio y la transferencia de tecnología a través de:

- Aumentar la calidad y confiabilidad del producto a un precio razonable.
- Mejoras a la salud, seguridad y protección del ambiente, y reducción de desechos.
- Mayor compatibilidad e Inter-operabilidad de bienes y servicios.
- Simplificación de utilidad mejorada.
- Reducción en el número de modelos, y por lo tanto, reducción en los costos.
- Aumento en la eficacia de la distribución y facilidad de mantenimiento.

Los usuarios tienen más confianza en los productos y servicios que conforman las Normas Internacionales. La convicción de conformidad puede ser proporcionada por las declaraciones de los fabricantes, o por auditorías llevadas a cabo por cuerpos independientes.

VENTAJAS DE LA NORMALIZACION

La normalización ofrece importantes ventajas, principalmente para mejorar la adaptación de los productos, procesos y servicios a los propósitos para los cuales fueron diseñados, prevenir obstáculos técnicos al comercio y facilitar la cooperación tecnológica.

Más específicamente, la elaboración y aplicación de normas ofrece una serie de ventajas tanto para el fabricante de un producto o prestador de un servicio, como para los consumidores o usuarios; entre tales ventajas se destacan las siguientes:

- Racionalizar las actividades productivas;
- Maximizar la capacidad de producción;
- Reducir inventarios;
- Simplificar el trabajo;
- Unificar criterios mínimos de calidad;
- Facilitar la intercambiabilidad de piezas;
- Usar maquinarias y herramientas más adecuadas;
- Facilitar la capacitación del personal;
- Disminuir los costos de producción;
- Incrementar la productividad y competitividad de la empresa.

Toda empresa que cumple con las normas establecidas tiene adicionalmente la ventaja de poder certificar sus productos o servicios como un medio para garantizar que éstos están conformes con los requisitos que satisfacen las expectativas del

consumidor o usuario, tanto nacional como el de aquellos países que constituyen su meta de exportación.

1.8 SITUACION ACTUAL

DEFINICION DEL PROBLEMA:

En nuestro país CONACYT, es la única institución encomendada por el gobierno de la república para velar por la normalización de productos y servicios; la cual mediante una consulta técnica, se constató que no cuenta con un documento que acredite o regule los trabajos en tuberías.

Trabajos en tuberías, preparación de tubos, soldaduras, tipos de protección, instalación, tipos de pinturas, materiales para empaques, colocación de accesorios, pruebas, etc., deberían de ser efectuados y supervisados por personal adecuado, es decir que sea acreditado o al menos que cumpla con ciertos requerimientos para el ejercicio de las mismas. De acuerdo con información obtenida de tres de éstas instalaciones, se tienen que los problemas más comunes son:

- Fugas por defectos en soldaduras.
- Fugas en juntas.
- Deterioro prematuro del material.
- Fracturas por fatiga.
- Otros.

Los cuales conducen a pérdidas económicas, tiempo y en algunos casos a contaminación ambiental.

PROPUESTA DE SOLUCION:

Investigar las normas de organismos e instituciones internacionales, para implementarlas a través de un documento a nuestro medio.

Como por ejemplo, se tiene que La Sociedad Americana De Soldadura, por sus siglas en ingles AWS, ha elaborado un documento específico para acreditar a inspectores de soldaduras. Dichos estándares definen los requerimientos y programas para que la Sociedad Americana de Soldadura certifique a inspectores de soldadura. La certificación de inspectores visuales de soldadura requieren de experiencia comprobada, cumplimiento satisfactorio de un examen y prueba de precisión visual. El examen prueba los conocimientos del inspector en los procesos de soldadura, procedimientos de soldaduras, calificación de soldadores, pruebas destructivas, pruebas no destructivas, términos, definiciones, símbolos, reportes, seguridad y responsabilidad.

CAPITULO II

DESCRIPCION DE UNA GENERADORA TERMoeLECTRICA A BASE DE MOTORES DE COMBUSTION INTERNA.

Las plantas generadoras a base de motores de combustión interna, convierten la energía química del combustible en energía eléctrica, como producto principal y en energía térmica, como producto secundario (ver cuadro N° 2.1). Esto, se realiza por medio de un proceso de combustión interna, donde existen pérdidas energéticas de diversa índole; pero, lográndose obtener una eficiencia total en la conversión de un 75 % aproximadamente.

Cuadro 2.1. Características del proceso de conversión.

ENERGIA DE ENTRADA	ENERGIA DE SALIDA	
	PRINCIPAL	SECUNDARIA
De tipo química, proveniente del bunker, con las siguientes características:	De tipo eléctrica, producto de la rotación de un eje, con las siguientes características:	De tipo térmica, producto del intercambio de calor, con las siguientes características:
Gravedad API ⁴ 8.2 - 23.8	Voltaje: 23,000 V	Temperatura: 170 °C
Viscosidad : 300 - 527 Cst a 122 °F	Frecuencia: 60 HZ	Presión: 9.0 bar
Poder calorífico: 153,380 - 143,380 BTU/Gn		

FUENTE: Planta generadora "TEXTUFIL".

⁴ La gravedad API, es una escala arbitraria para productos líquidos del petróleo; es emitida por el Instituto Americano del Petróleo.

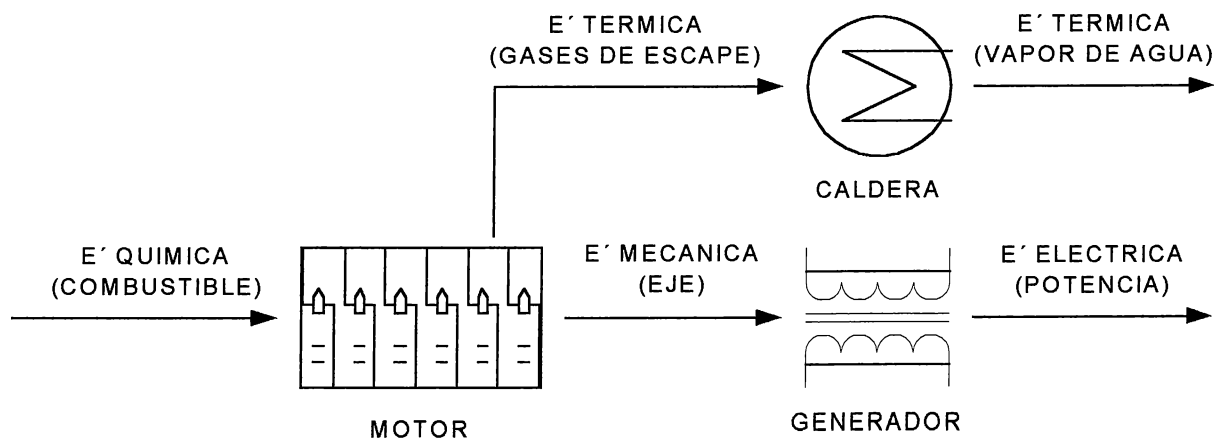
2.1 EQUIPO PRINCIPAL QUE INTERVIENE EN LA TERMOGENERACION

LOS PRIMOTORES, motores primarios de accionamiento, son máquinas de combustión interna que funcionan en base al ciclo Diesel de cuatro tiempos. Bajo éste proceso, la energía almacenada del combustible se transforma en energía mecánica, saliendo reflejada en la rotación de un eje de potencia, con su respectivo par de giro.

LOS GENERADORES, de potencia eléctrica, son máquinas síncronas acopladas mecánicamente al mismo eje del motor; exigiendo de éste un par variable (según se requiera la potencia eléctrica de salida) con la condición de que la velocidad se mantenga lo más constante posible, para no afectar en lo mínimo, la frecuencia eléctrica a la salida del generador.

LAS CALDERAS, son intercambiadores de calor, que producen vapor de agua, aprovechando la energía térmica de los gases producto de la combustión.

Esquemáticamente se tiene:



EFICIENCIA TOTAL APROXIMADA DEL 75 %.

Figura 2.1. Máquinas principales que intervienen en el proceso.

La mayor eficiencia de éstas instalaciones, se logra con la utilización del "bunker", como combustible principal para funcionar todo el tiempo. Considerando que el bunker es un producto residual del proceso de refinado del petróleo, pero con un alto poder calorífico y con un costo relativamente bajo, es que resulta rentable generar con éste combustible. El bunker es de muy mala calidad, por lo que resulta necesario una serie de equipos y procesos auxiliares para adecuarlo y hacerlo consumible por los motores.

El vapor, es utilizado internamente para mantener las diversas temperatura del bunker a lo largo de su sistema y para aplicaciones de limpieza de equipos y piezas; también, debido a que internamente sólo se consume una pequeña parte de lo producido, puede ser exportado fuera de la instalación para otras aplicaciones⁵.

De igual manera, los motores, tienen la modalidad de funcionar con el combustible "diesel"; pero, su utilización se ve limitada para uso en los paros programados y/o por emergencias, debido a que no es rentable por tener un menor poder calorífico y por ser más caro.

2.2 DESCRIPCION FUNCIONAL DE LOS SISTEMAS

A continuación, se hace una descripción de los sistemas de fluidos utilizados en una planta de generación termoeléctrica de motores de combustión interna. Es de hacer mención que dichos sistemas pueden variar de instalación a instalación, por diferentes aspectos tales como:

- Ubicación geográfica

⁵ La fabrica TEXTUFIL, posee dos calderas acuatubulares; pero por razón de economía, utiliza vapor proveniente de la Planta Generadora, para sus procesos.

- Disposición económica del propietario
- Numero de unidades
- Fabricante de las unidades
- Tipo de generador
- Capacidad de generación
- Otros

Para el presente trabajo, se toma como base de la descripción, la planta de generación "TEXTUFIL"; considerando los componentes mínimos para la correcta operación y funcionamiento de la instalación⁶. Es de hacer mención especial de que dicha planta inició operaciones con dos unidades de una capacidad individual de 3.4 MW; en una segunda fase textufl, aumenta su capacidad con la adquisición de dos nuevas y potentes unidades de 6.8 MW en cada una. A la fecha la planta de generación textufl se encuentra en una tercera fase con la instalación de una unidad más con capacidad de 7.1 MW. Se espera que para en Enero del 2002, la planta de generación termoeléctrica TEXTUFIL, se encuentre generando a su máximo de 27.5 MW/hr de potencia real.

2.2.1 SISTEMA DEL COMBUSTIBLE BUNKER

Todos los combustibles, que están constituidos principalmente de aceites residuales del proceso de refinado del petróleo, son llamados: "COMBUSTIBLES PESADOS".

Como requerimiento general, el combustible debe presentar una mezcla homogénea de carbono – hidrógeno, procedente del procesamiento del aceite mineral. El combustible no debe contener otras sustancias (minerales ácidos y alcalinos).

⁶ Basado en condiciones de trabajo reales y en manuales de especificación para Plantas con motores "CATERPILLAR", de fabricación Alemana.

Cantidades pequeñas de aditivos, para mejorar las propiedades especiales del combustible, son permitidos.

Internacionalmente, es llamado "bunker", "Heavy Fuel Oil" o por sus siglas "HFO" (aceite combustible pesado), debido a su forma de obtención. Y comercialmente como combustible pesado N° 6.

ESPECIFICACIONES DE TRABAJO:

Para su almacenamiento :	A una temperatura de 60 - 80 °C. A presión atmosférica.
Para su tratamiento :	A una temperatura de 80 - 95°C. Una presión de entrada de 1.5 - 2.5 bar. Una presión de salida de 4.5 - 5.0 bar.
Para su disposición final :	A una temperatura de 130 °C. A una presión de 6.5 bar. Para lograr mantener una viscosidad cinemática de 13 mPas.

REQUERIMIENTOS:

- Estar regidos bajo la norma de ISO 8217⁷ (especificación para combustibles marinos).
- Se constituye como el de trabajo para alcanzar la mayor eficiencia en estos tipos de instalaciones, debido a que es un producto residual del proceso de refinado del petróleo.

⁷ Ver en anexo N° 1, el cuadro de especificación.

- Debido a su forma de obtención, es necesario un proceso de purificación, para su utilización.
- Debe ser monitoreada constantemente y mantenida dentro de las especificaciones de trabajo.

COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA:

- *Bomba de recibimiento*; de desplazamiento positivo, es la que se encarga de vaciar el bunker desde el contenedor del abastecedor externo y transportarlo hacia el tanque de almacenamiento.
- *Tanque de almacenamiento*; de gran capacidad volumétrica, para servir de reserva. Contiene un calentador de tubos por donde se hace pasar vapor, para mantener una temperatura que permita el bombeo.
- *Tanque de sedimentación*; de capacidad prevista para 24 horas. Contiene un calentador de tubos por donde se hace pasar vapor, para lograr, por efecto de la temperatura la desemulsión del combustible y que parte del agua y de impurezas graves se precipiten al fondo para poder ser drenados como lodos.
- *Pre-calentador*; intercambiador de calor, de tubos por donde se hace pasar vapor, aquí el combustible es calentado para ingresar a las purificadoras.
- *Purificadoras*; máquinas eléctricas que por acción centrífuga, cumplen la tarea más importante del tratamiento del bunker: Disminuir la proporción de cuerpos sólidos y agua. Normalmente están conectadas entre el tanque de sedimentación y el de servicio. Deben estar previstas para funcionar todo el tiempo.

- *Tanque de servicio*; o diario, funciona como recipiente colector del bunker ya tratado y deberá estar lleno siempre hasta el rebose, para evitar la formación de agua condensada. Contiene un calentador de tubos por donde se hace pasar vapor, para mantener la temperatura adecuada.
- *Bomba de pre-presión*; de desplazamiento positivo, utilizadas para crear una presión previa en el tanque de mezcla.
- *Filtro automático*; compuesto de una distribución de cartuchos de mallas finas, efectúa una limpieza del combustible, auto-limpiándose automáticamente por inversión de flujo. Su función principal es ofrecer seguridad en el caso de que las purificadoras no operen correctamente.
- *Tanque de mezcla*; sirve como punto de unión entre el circuito del sistema exterior y el circuito interior del combustible; además, de enlazar el sistema exterior independiente de diesel. También, se encarga de alimentar a la bomba de circulación y de recolectar el sobreflujo de las bombas de inyección.
- *Bomba de circulación*; de desplazamiento positivo, da la presión necesaria al combustible para transportarse a través del modulo de circulación, hasta llegar a las bombas de inyección de los motores.
- *Calentador final*; intercambiador de calor, de tubos por donde se hace pasar vapor, aquí el combustible alcanza la óptima viscosidad, para conseguir así un buen atomizado y una buena formación de la mezcla.
- *Viscosímetro*; en el caso del calentador de vapor, controla la temperatura del bunker, por medio de una válvula motorizada que regula el paso del vapor hacia el calentador final.

- *Filtro doble fino*; es el último componente del circuito, y sirve para la protección del sistema de inyección del motor, ya que deberá filtrar los cuerpos sólidos no separados. Contiene dos series de filtro, los cuales pueden ser intercambiados en servicio, dependiendo de las condiciones del bunker.

- *Instrumentos de control*; son una serie de dispositivos, que permiten verificar y controlar el funcionamiento de los diferentes componentes, así como los equipos y accesorios conectados a lo largo del sistema.

2.2.2 SISTEMA DEL COMBUSTIBLE DIESEL

De igual manera, estos motores marinos, tienen la modalidad de funcionar con el combustible "diesel"; pero su utilización, se ve limitada para paros programados y/o por emergencias, debido a que no es rentable por tener un menor poder calorífico y un alto costo comercial.

Internacionalmente, es llamado "Light Fuel Oil" o por sus siglas "LFO" (aceite combustible liviano), debido a su forma de obtención. Y comercialmente como combustible destilado N° 2.

ESPECIFICACIONES DE TRABAJO:

Para su almacenamiento:

No necesita ser calentado.
A presión atmosférica.

Para su disposición final :

Requerida una presión de 4.0 a 4.5 bar.
Necesario un prefiltrado.

REQUERIMIENTOS:

- Están regidos bajo la norma de ISO 8217⁸ (especificación para combustibles marinos).
- Es un producto obtenido del proceso de refinado del petróleo; por lo que su utilización se ve limitada, debido a su alto valor comercial.
- Debido a su forma de obtención, únicamente es requerido la filtración, para su utilización.
- Debe ser monitoreado constantemente y mantenido dentro de las especificaciones de trabajo.

COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA:

- *Bomba de recibimiento*; de desplazamiento positivo, es la que se encarga de vaciar el diesel desde el contenedor del abastecedor externo y transportarlo hacia el tanque de almacenamiento.
- *Tanque de almacenamiento*; de gran capacidad volumétrica, para servir de reserva.
- *Tanque de servicio*; para el consumo diario del diesel, deberá estar lleno siempre hasta el rebose, para evitar la formación de agua condensada.
- *Bomba de pre-presión*; de desplazamiento positivo, utilizadas para crear una presión previa en el tanque de mezcla.

⁸ Ver en Anexo N° 2, el cuadro de especificación.

- *Tanque de mezcla*; sirve como punto de unión entre el circuito del sistema exterior y el circuito interior del combustible; además, de enlazar el sistema exterior independiente de diesel. Encargado de alimentar a la bomba de circulación y de recolectar el sobreflujo de las bombas de inyección.

- *Bomba de circulación*; de desplazamiento positivo, da la presión necesaria al combustible para transportarse a través del modulo de circulación, hasta llegar a las bombas de inyección de los motores.

2.2.3 SISTEMA DEL ACEITE LUBRICANTE

La calidad del aceite lubricante, tiene gran influencia en la vida de servicio y eficiencia de estos tipos de motores, denominados "Motores Marinos", así como en la economía de la operación.

Por tal razón, gran interés debe ser puesto al aceite lubricante para ser usado de forma conveniente. El aceite a emplear, deberá ser seleccionado de acuerdo a las especificaciones del combustible utilizado para el funcionamiento del motor.

ESPECIFICACIONES DE TRABAJO:

Mantener una presión de	:	4.0 a 5.0 bar.
Mantener una temperatura de	:	60 a 70 °C.
Mantener un TBN ⁹ de	:	30 a 40 mg KOH/g.

⁹ El Número Básico Total, por sus siglas en ingles, se define como el grado de alcalinidad del aceite.

REQUERIMIENTOS:

- Debe ser especialmente formulado para satisfacer las necesidades de motores diesel de tipo reciprocantes de media y alta velocidad¹⁰.
- El aceite base, deberá ser un solvente refinado de alta calidad, producto de una fuente confiable, tener una buena estabilidad a la oxidación, una buena capacidad de soportar cargas y ser termoestable.
- Buenas propiedades detergentes y dispersantes para contrarrestar los depósitos productos de la combustión (composiciones de coque y asfalto) o disolver estos y mantenerlos en suspensión .
- Tener una buena alcalinidad, para mantener neutralizados los compuestos de ácidos sulfúricos, provenientes del proceso de combustión.
- Debe ser monitoreado constantemente y mantenido dentro de las especificaciones de trabajo.

COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA:

- *Bomba de recibimiento*; de desplazamiento positivo, es la que se encarga de vaciar el aceite desde el contenedor del abastecedor externo y transportarlo hacia el tanque de almacenamiento.
- *Tanque de almacenamiento*; de media capacidad volumétrica, para servir de reserva.

¹⁰ Para las plantas con motores CATERPILLAR, es utilizado el Taro 40 XL SAE 40 de TEXACO. Ver en anexo N° 3, el cuadro de especificación.

- *Tanque de almacenamiento*; de media capacidad volumétrica, para servir de reserva.
- *Bomba de llenado*; de desplazamiento positivo, es por medio de la cual se mantienen los niveles de los tanques de circulación de los motores.
- *Tanque de circulación*; o cárter del motor, mantiene el aceite de servicio para la operación del motor. Es el punto de conexión entre el sistema externo con el interno.
- *clarificadoras*; máquinas eléctricas que por acción centrífuga, cumplen la tarea más importante del tratamiento del aceite lubricante: Disminuir la proporción de cuerpos sólidos y agua. Normalmente están conectadas en circuito cerrado, para uno o varios motores y deben estar previstas para funcionar todo el tiempo.
- *Bomba de pre-lubricación*; de desplazamiento positivo, tiene la función de proporcionar una película de lubricante necesaria, a todos los cojinetes en la fase inicial del arranque del motor.
- *Bomba de lubricación*; de desplazamiento positivo, tiene la función de mantener la presión del aceite, para la lubricación del motor. Esta bomba entra en operación, una vez arrancado el motor, ya que se encuentra accionada directamente por el mismo.
- *Filtro automático*; funciona por medio de la presión del sistema. Compuesto de una distribución de cartuchos de mallas finas, efectúa una limpieza automática del aceite y por inversión de flujo se auto limpia. Su función principal es ofrecer seguridad en el caso de que las purificadoras no operen correctamente.
- *Enfriador*, intercambiador de calor de placas metálicas, en donde se hace pasar agua de enfriamiento, para que enfriase una corriente de aceite antes de ingresar al motor.

- *Válvula reguladora de temperatura;* es una electro-válvula, controla que el flujo de aceite que ingresa al motor, lleve la temperatura adecuada. Lográndose por medio de la combinación de flujos provenientes del enfriador y el motor.
- *Filtro doble fino;* es el último componente del circuito, y sirve para la protección del sistema interno del motor, ya que deberá filtrar los cuerpos sólidos no separados. Contiene dos series de filtro, los cuales pueden ser intercambiados en servicio, dependiendo de las condiciones del aceite.
- *Instrumentos de control;* son una serie de dispositivos, que permiten verificar y controlar el funcionamiento de los diferentes componentes, así como los equipos y accesorios conectados a lo largo del sistema.

2.2.4 SISTEMA DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO

El sistema de enfriamiento, consiste de un circuito cerrado de agua de un volumen que debe ser mantenido constante, debido a las perdidas por evaporación producto del calor a ser disipado.

Tres factores deben ser considerados para una adecuada preparación del agua de enfriamiento: Agua de preferencia fresca, efectivo agente inhibidor de corrosión y dosificación exacta del agente inhibidor de corrosión.

ESPECIFICACIONES DE TRABAJO:

Mantener una presión de	:	4.5 a 6.0 bar.
Mantener una temperatura de	:	60 a 80 °C.

Mantener una dureza de	:	0 a 10 °dgh.
Mantener un valor de ph de	:	6.5 a 8.0 (a 20 °C).
Mantener un valor de sólidos disueltos de:		3000 a 4500 ppm ¹¹

REQUERIMIENTOS:

- Como requerimiento general, el agua de enfriamiento debe ser siempre limpia, clara y desmineralizada.
- Con procedencia ya sea de agua natural, agua condensada o agua completamente des-ionizada.
- Debe ser monitoreada constantemente y mantenida dentro de las especificaciones de trabajo, para garantizar que no se produzcan daños debido a la corrosión.

COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA:

- *Cisterna*; tanque de almacenamiento de agua proveniente de ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados), cuenta con su propio dispositivo de bombeo, en donde el agua es utilizada, para suplir las necesidades de la instalación.
- *Tanque hidroneumático*; es un tanque conteniendo aire, utilizado para mantener la presión previa para alimentar a los diferentes circuitos de agua. Por medio de éste, se puede llenar el tanque de compensación, con agua dura (no tratada).

¹¹ Es básicamente la concentración del inhibidor de corrosión para los motores CATERPILLAR.

- *El Suavizador*; un equipo que por acción química elimina la dureza del agua que proviene del tanque hidroneumático.
- *Tanque colector*; almacena agua tratada, proveniente de el suavizador para llenar el tanque de expansión. También, permite guardar el agua de enfriamiento de los motores (agua en servicio).
- *Tanque de compensación*; permite mantener los cambios de volumen, causados por los cambios de temperatura. Están ubicados estratégicamente, para mantener una altura de presión necesaria, que permita que la operación de las bombas sea libre de cavitación.
- *Bomba principal*; de tipo centrífuga, es la encargada de mantener el sistema con la presión y caudal necesarios.
- *Enfriador* ; (del aire de carga) , es un intercambiador de calor de tubos, en donde se hace pasar el agua de enfriamiento, para que enfríe la corriente de aire para la combustión, antes de ingresar al motor.
- *Válvula reguladora de temperatura*; es una electro-válvula, controla que el flujo de agua que ingresa al motor, lleve la temperatura adecuada. Lográndose por medio de la combinación de flujos provenientes del motor y del radiador.
- *Radiador*; intercambiador de calor de tubos, en donde se hace pasar el agua de enfriamiento, para que por medio de una corriente de aire producida por ventiladores la enfriase.
- *Enfriador*; (del aceite lubricante), es un intercambiador de calor de placas metálicas, en donde se hace pasar agua de enfriamiento, para que enfríe una corriente de aceite antes de ingresar al motor.

- *Bomba secundaria*; o de carga parcial, es de tipo centrifuga, contribuye a la función de la bomba principal, cuando el motor se encuentra en la etapa de arranque y a baja carga.

2.2.5 SISTEMA DE VAPOR

Con éste tipo de calderas, se obtiene provecho del calor remanentes en los gases de escape de los motores de combustión interna, utilizándolos para vaporizar agua, que es contenida en unos serpentines; así como, para enfriar los gases de escape que van a ser enviados a la atmósfera. Este intercambiador de calor, es llamado "CALDERA DE GASES DE EXAHUSTACION", que consiste en varias secciones de serpentines acomodados unos sobre otro.

Es utilizado principalmente para el calentamiento del bunker, además de ser usado para mantenimiento y limpieza. En el caso particular de ésta planta, el excedente, es exportado hacia una segunda instalación.

ESPECIFICACIONES DE TRABAJO:

Capacidad de generación ¹² :	3,0000 kg/hr
Presión :	7.0 – 9.0 bar
Temperatura :	150 - 180 °C

¹² Capacidad mínima requerida, para la operación normal; es generado por las dos unidades de 3.4 MW a una carga del 100%.

REQUERIMIENTOS:

- El agua de alimentación debe ser mantenida a cero dureza y libre de sólidos suspendidos, para evitar la erosión, formación lodos y de incrustaciones en las tuberías y materiales de los tanques.
- El agua de alimentación debe ser libre de oxígeno, para evitar la corrosión de los materiales metálicos.
- Un valor mínimo de ph de 10.5, debe ser mantenido en el agua a la entrada de las calderas, a manera de reducir la corrosión y mantener la sílice en solución.
- Un valor de sólidos disueltos entre 3500 – 8550 ppm, debe ser mantenido en el agua a la entrada de las calderas.

COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA:

- *Cisterna*; tanque de almacenamiento de agua proveniente de ANDA, cuenta con su propio dispositivo de bombeo, en donde el agua es utilizada, para suplir las necesidades de la instalación.
- *Tanque hidro-neumático*; es un tanque acumulador de presión, utilizado para mantener la presión previa para alimentar a los diferentes circuitos de agua.
- *Suavizador*; un equipo que por acción química elimina la dureza del agua proveniente del tanque hidro-neumático.

- *Tanque de alimentación*; mantiene agua proveniente del suavizador a cierta temperatura y presión para poder eliminar el oxígeno del agua; además, aquí se le agrega químicos para la protección de los materiales de las tuberías y demás tanques.
- *Bombas de alimentación*; succionan agua del tanque de alimentación, para mantener el nivel del tanque de flacheo.
- *Tanque de flacheo*; su función es mantener una mezcla de aguas provenientes del tanque de alimentación y tanque separador en condiciones reguladas de temperatura y presión para poder ingresar a las calderas.
- *Bombas de circulación*; son las encargadas de hacer llegar el agua, provenientes del tanque de flacheo, hacia las calderas y de mantener la presión adecuada del agua dentro de ellas.
- *Calderas*; conocidas en éste medio como calderas de gases de exahustación, son intercambiadores de calor, en donde el agua se hace pasar por una serie de serpentines, los cuales absorben la energía térmica proveniente de los gases de la combustión de los motores.
- *Tanque separador*; debido a que el vapor procedente de las calderas tiene un cierto contenido de agua (en fase líquida); en éste tanque, se da la separación del agua con el vapor por medio de diferencias de densidades.
- *Distribuidor*; es el colector del vapor, procedente del tanque separador y de aquí, se permite o se restringe el paso del flujo hacia las diferentes aplicaciones.

2.2.6 SISTEMA NEUMATICO

Estos tipos de motores, utilizan aire comprimido, para la puesta en marcha (arranque). También, el aire comprimido es utilizado para la operación (servicio) de equipos auxiliares, herramientas, etc.

ESPECIFICACIONES DE TRABAJO:

Mantener una presión de : 6.0 a 7.0 bar, en la línea de servicio y
de instrumentación .
12 a 30 bar, en la línea de arranque.

COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA:

- *Compresor*; es el encargado de comprimir el aire aspirado del ambiente, para el servicio neumático de la instalación.
- *Reservorio*; es el tanque en donde se almacena y se mantiene a disposición el aire comprimido por el compresor.
- *Filtro*; es un microtamiz, que se encarga de separar los sólidos, el aceite y el agua (producto de la condensación) del aire comprimido a la salida del reservorio, en la línea de servicio.
- *Válvula reductora de presión*; de diafragma, accionada manualmente. En servicio, la unidad normalmente se desempeña como filtro y regulador. Su propósito es de regular y reducir la presión de la línea principal; también, de purificar el aire, remover la humedad y los sólidos abrasivos.

- *Instrumentos de control;* son una serie de dispositivos, que permiten verificar y controlar el funcionamiento de los diferentes componentes, así como los equipos y accesorios conectados a lo largo del sistema.

2.2.7 SISTEMAS DE LODOS

Esté sistema está constituido principalmente por los desechos de procesos de purificación y filtrado de los combustibles y el aceite lubricante; también, forman parte de él, fugas de diferentes procedencias.

ESPECIFICACIONES DE TRABAJO:

Para su almacenamiento :	A una temperatura de 40 a 60 °C.
	A presión atmosférica.

REQUERIMIENTOS:

- Previo a su transporte para ser consumido en otra aplicación, debe ser drenado para eliminar el contenido de agua¹³.

COMPONENTES PRINCIPALES DEL SISTEMA:

- *Tanque colector;* funciona como recipiente de almacenamiento de los lodos, producto de los diferentes procesos a los que son sometidos los combustibles y el aceite lubricante; así, como de la acumulación de las fugas y dreno de tanques.

¹³ Esté se vende como combustible para otras aplicaciones.

Contiene un calentador de tubos por donde se hace pasar vapor, para mantener una temperatura que permita el bombeo.

- *Bomba de lodos;* de desplazamiento positivo. Utilizada para vaciar el contenido del tanque colector hacia una unidad móvil; también, permite vaciar el pozo de drenaje, hacia el tanque colector.
- *Pozo de drenaje;* es aquí en donde se concentra los fluidos drenados de los tanques y algunas fugas. Su contenido puede ser vaciado, por medio de la bomba de lodos hacia el tanque colector.
- *Instrumentos de control;* son una serie de dispositivos, que permiten verificar y controlar el funcionamiento de los diferentes componentes y equipos, conectados a lo largo del sistema.

CAPITULO III

MATERIALES Y COMPONENTES DE LOS SISTEMAS DE TUBERIAS.

La normalización en la industria de la tubería es la función de muchos grupos, entre los cuales están:

- **ASTM**

(Asociación Americana de Pruebas y Materiales, por sus siglas en ingles), tiene como mira la promoción del conocimiento de los materiales de ingeniería y la normalización de las especificaciones y de los procedimientos de ensayo. Esto se relaciona con las propiedades químicas y físicas de los tubos (y otros materiales y productos) cómo son entregados por las fábricas que lo hacen.

- **ANSI**

(Instituto de Normalización Nacional Americano, por sus siglas en ingles), trata lo relacionado con los sistemas generales de tubos. Normaliza las dimensiones, asienta los esfuerzos admisibles en función de la temperatura, establece las fórmulas de trabajo para la determinación del espesor de las paredes en relación con la presión, el material y las temperaturas, especifica el carácter general de la construcción de las válvulas y los accesorios, estudia los soportes, anclajes y la flexibilidad de un sistema de tuberías y, en general, confecciona un código o reglamento con las condiciones mínimas para la seguridad y garantía de un sistema.

La designación "sistema de tuberías" normalmente incluye, el tubo, acoples (codos, bridas, reductores, etc.), válvulas, juntas de expansión, tornillos, y otros componentes en los sistemas.

La selección del material de los sistemas de tuberías, para cualquier aplicación dada, deberá seguir las recomendaciones del código pertinente, normas de dimensiones y la especificación establecida del material. Sin embargo, el ingeniero de diseño, debe también, tomar en consideración los requerimientos de servicio y considerar los efectos de las condiciones tales como lo son la corrosión, incrustación, fatiga térmica o mecánica, deformación plástica, la tenacidad y la inestabilidad metalúrgica a elevadas temperaturas.

3.1 COMPONENTES PRINCIPALES DE LOS SISTEMAS

A continuación, iremos describiendo estos elementos con sus principales características y sus materiales más típicos de uso en plantas de proceso.

3.1.1 EL TUBO

Las normas Americanas, distinguen entre TUBOS COMUNES (pipe) y TUBOS ESPECIALES (tube o tubing). El tubo común, es el que se emplea en las conducciones de fluidos y sus conexiones y el tubo especial, es el utilizado en cambiadores de calor y calderas y, en la industria de maquinaria y aviones.

Los tubos se presenta en gran variedad de diámetros nominales que, en general, se expresan en pulgadas. La norma ANSI B36.10 "Tubería de Acero Forjado, Soldado y Sin Costura" tabula diámetros desde 1/8 " (10 mm) hasta 36" (0.914 mts). A partir de

5", los diámetros correspondientes a los números impares no se fabrican; por encima de 24" tampoco todos los números pares; además, los diámetros 1 ¼", 2 ½" y 3 ½" suelen evitarse por poco habituales. Los tubos de 14" y mayores tienen un diámetro exterior coincidente con el diámetro nominal; no así los de 12" y menores, cuyos diámetros exteriores son mayores que el nominal.

DESIGNACION POR EL NUMERO DE CEDULA

La tabla 3.1, constituye una lista condensada de los tamaños nominales de tubos. Se incluye solamente una parte de la variedad de pesos y tamaños nominales en que se fabrican. Todas las columnas se explican por sí mismas, con la excepción de la columna correspondiente al número de cédula. Este número se obtiene en forma aproximada a partir de la expresión:

$$Sch = \frac{1000 P}{SE}$$

en la que:

Sch = Número cédula.

P = Presión de operación en lb/pulg² (manométrica).

SE = Esfuerzo admisible multiplicado por la eficiencia de la junta en lb/pulg².

Como puede notarse, el número de cédula, es una expresión que resulta aproximadamente proporcional a la relación entre la presión de trabajo y el esfuerzo admisible.

Tabla 3.1 Lista abreviada de tamaños estándar de tubos.

Tamaño nominal, pig	Número de cédula	Diámetro exterior, pig	Diámetro interior, pig	Peso lb./pie
1/8	40	0.405	0.269	0.245
	80	0.405	0.215	0.314
1/4	40	0.540	0.364	0.425
	80	0.540	0.302	0.535
3/8	40	0.675	0.493	0.568
	80	0.675	0.423	0.739
1/2	40	0.840	0.622	0.851
	80	0.840	0.546	1.088
	160	0.840	0.466	1.304
3/4	40	1.050	0.824	1.131
	80	1.050	0.742	1.474
	160	1.050	0.614	1.937
1	40	1.315	1.049	1.679
	80	1.315	0.957	2.172
	160	1.315	0.815	2.844
1 1/2	40	1.900	1.610	2.718
	80	1.900	1.500	3.632
	160	1.900	1.337	4.866
2	40	2.375	2.067	3.653
	80	2.375	1.939	5.022
	160	2.375	1.689	7.445
3	40	3.500	3.068	7.58
	80	3.500	2.900	10.25
	160	3.500	2.624	14.33
4	40	4.500	4.026	10.79
	80	4.500	3.828	14.99
	160	4.500	3.438	22.51
6	40	6.625	6.065	18.98
	80	6.625	5.761	28.58
	160	6.625	5.189	45.30
8	40	8.625	7.981	28.56
	80	8.625	7.625	43.4
	160	8.625	6.813	74.7

En base a éste número, los tubos se pueden clasificar como:

- De peso normal (estándar).
- Extra- fuerte (XS).
- Doble extra-fuerte (XXS).

En tubos de tamaños nominales de 1/8 a 10 pulg. los espesores de la Cédula 40 ANSI son idénticos a los del tubo de peso normal. La Cédula 80 (1/8 a 8 pulg. nominales) es idéntica al tubo extra-fuerte y la Cédula 160 recae entre extra-fuerte y doble extra-fuerte. Se debe tener en cuenta que el espesor de pared, no se aplica al diámetro exterior (DE) del tubo, si no que es sólo para el diámetro interior (DI), es decir, cuanto más gruesa sea la pared menor será el DI. Véase la tabla 3.1.

El tubo de peso normal (estándar) se utiliza para gas, agua o plomería en general a baja presión. El tubo extra-fuerte, con su pared más gruesa, es para aplicaciones de presiones medianas; el tubo doble extra-fuerte es para aplicaciones de alta presión.

CLASIFICACION POR SU FORMA DE FABRICACION:

➤ **TUBO SIN COSTURA:**

Para fabricar los tubos sin costura se perfora un lingote o varilla macizos están disponibles en tamaños de 1/8 a 26 pulgadas. Debido al método de fabricación sin costura, este tipo se utiliza ampliamente en la industria para aire, gas, vapor, agua, aceites y petróleo.

➤ **TUBO DE SOLDADURA CONTINUA:**

Este tipos se fabrica mediante la soldadura a tope de una lámina metálica continua que pasa entre rodillos formadores, se suelda y luego pasa por un laminador de estiraje; está disponible en tamaños hasta de 4 pulgadas y se utiliza para gas, agua, aire, vapor, aplicaciones estructurales, sistemas rociadores contra incendio, ductos para equipo eléctrico, cercas, etc. Suelen ser menos costosos que el tubo sin costura.

➤ TUBO SOLDADO ELECTRICAMENTE:

Se fabrican con la formación de una tira de lámina de acero con métodos de soldadura y dimensiones de alta frecuencia. Está disponible en tamaños de 4 a 20 pulgadas y se utiliza en las industria del acero, petróleo y gas natural, así como para pilotos y tuberías para pastas blandas.

➤ TUBO DE DOBLE SOLDADURA CON ARCO SUMERGIDO:

Este tipo se fabrica de una lámina de acero, se forma en prensas y se lo somete a expansión mecánica o hidrostática. Se suelda por dentro y por fuera y , por lo general se ofrece en tamaños de 20 a 48 pulgadas. Se utiliza en aplicaciones de la construcción, industria petrolera, gas y agua.

Los tubos de tamaño mayor de 48 pulgadas se fabrican, laminándose y soldándose.

➤ TUBOS DE PARED DELGADA:

Hay que distinguir entre dos clases de tubo. Los tubos redondos normales se utilizan para la conducción de fluidos; los tubos con otra forma se emplean para la fabricación de componentes y aparatos. Ambas configuraciones pueden ser sin costura y soldados, ferrosos y no ferrosos y están disponibles en tamaños de hasta de 10 pulgadas. Para fines de descripción, los tubos de pared delgada pueden diferenciarse de los normales cuando se utilizan con conexiones de compresión, mordeduras, recaladas o abocinadas para conducir líquidos, gases o aire. Los tubos de pared delgada son los que se pueden doblar o formar con facilidad, debido a esa pared más delgada.

Los tubos en general, se fabrican con acero, hierro fundido, hierro forjado, latón y cobre. Los de pared delgada se fabrican con acero, cobre, acero inoxidable y aluminio. El tipo de tubo que se utilice dependerá de las condiciones de servicio, presión interna, temperatura, duración (vida) esperada y la corrosión.

Las normas americanas ASME (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos, por sus siglas en ingles) y ASTM especifican mas de 150 materiales diferentes para productos tubulares. Sin embargo, no se usarán habitualmente más de 20 por razones de fabricación y almacenamiento. Entre ellos hay aceros normales al carbono, aleados, inoxidable y gran cantidad de materiales no férricos.

Cada especificación ASME y ASTM facilita la descripción de un material en concreto, con indicación de los procesos de fabricación, composición química, propiedades físicas y los procedimientos de prueba requeridos.

Con ésta ayuda, la selección de un material no se hace difícil; si bien, en ocasiones, puede ser necesario determinar la aplicabilidad de un acero a un proceso mediante pruebas de laboratorio.

Los procesos químicos, sin embargo, tienen una peculiaridad característica: su obsolescencia; en estas circunstancias el uso de un material extremadamente caro sería improcedente; en muchas ocasiones es mas económico reponer varias veces un acero corroído que utilizar de principio una aleación. También hay casos en que cualquier gastos es justificado para proteger la calidad del producto.

Otra consideración se refiere al costo de fabricación y montaje; materiales baratos pueden encarecerse inadmisiblemente por estos conceptos.

3.1.2 UNIONES

Para unir tubos o accesorios entre sí, se dispone de varios procedimientos, pero la práctica cotidiana los ha reducido a tres:

- Roscado
- Embridado
- Soldadura.

La rosca es el más antiguo método de unión y hoy en día, se emplea ampliamente, en especial en aquellos puntos donde sea preciso un desmontaje posterior, en presiones medias y bajas, en líneas de productos no corrosivos o explosivos y, en general, en aquellas uniones de no especial responsabilidad y seguridad. También en las líneas cuyo posible revestimiento pudiera ser dañado por la acción térmica de la soldadura.

La norma ANSI B16.5 "Bridas y Conexiones de Brida para Tubos" es la correspondiente a las bridas, sus dimensiones, tipos y gama de aplicación. Están clasificadas por series de 150, 300, 400, 600, 900, 1500 y 2500 libras como presión nominal, equivalentes a distintas presiones de trabajo admisibles, variando con la temperatura de operación y la calidad del material en que se fabriquen. Estas presiones son independientes del tipos de bridas y son válidas para todas ellas. Estas cantidades indican el valor de la presión que deba aplicarse. Por ejemplo, la brida de 150 lb es apropiada para trabajar a 150 lb/plg² manométricas y 500°F. Las demás denominaciones son para temperaturas de 800°F y 850°F, correspondiendo a uniones de caras saliente y tipo de anillo, respectivamente. En la norma, se especifican las presiones máximas de servicio para otras temperaturas correspondientes a cada tipo de brida y material.

En la figura 3.1, se representan algunos tipos, de las que sobresalen:

➤ BRIDA DE COLLAR:

Probablemente la brida de collar soldado es el tipo de brida más utilizado. Su instalación es la más barata y sólo requiere de un cordón de soldadura. Esta

brida, por su construcción, es más resistente que los otros tipos de bridas. Consiste de una masa larga y cónica que le da mucha rigidez. Se le usa para casi todos los servicios severos que se tienen en los procesos.

➤ **BRIDA CORREDIZA:**

Las bridas corredizas, menos costosas, se pueden soldar también al tubo. El alineamiento necesario para efectuar la soldadura se simplifica, ya que la brida puede deslizarse en el tubo y colocarse en la posición adecuada. Se requieren dos cordones de soldadura para fijar la brida al tubo; por esto su instalación es más costosa que para las bridas de collar soldado. Sin embargo, los estudios de costos hechos por fabricantes de tubos y por compañías constructoras, indican costos iguales para las bridas de collar soldado y corredizas. Las bridas corredizas se recomiendan solamente para condiciones de servicio moderado.

➤ **BRIDA DE SOLAPA:**

La brida de solapa se usa con un casquillo corto. Mediante un cordón de soldadura se une el casquillo a un extremo del tubo. La brida de solapa tiene algunas ventajas en su fabricación ya que la brida tiene libertad para girar. Por lo tanto, los agujeros para los tornillos no necesitan alinearse cuidadosamente durante la fabricación.

Las bridas de solapa se pueden hacer de aleaciones o de materiales no ferrosos para servicios corrosivos, en los que todos los materiales que están en contacto con el fluido son capaces de resistir las condiciones corrosivas. En las bridas de solapa es posible utilizar casquillos fabricados de material de alta calidad, necesario para resistir las condiciones que le impongan y juntamente con el casquillo se debe usar brida de acero al carbono con lo que se puede tener ahorro de dinero.

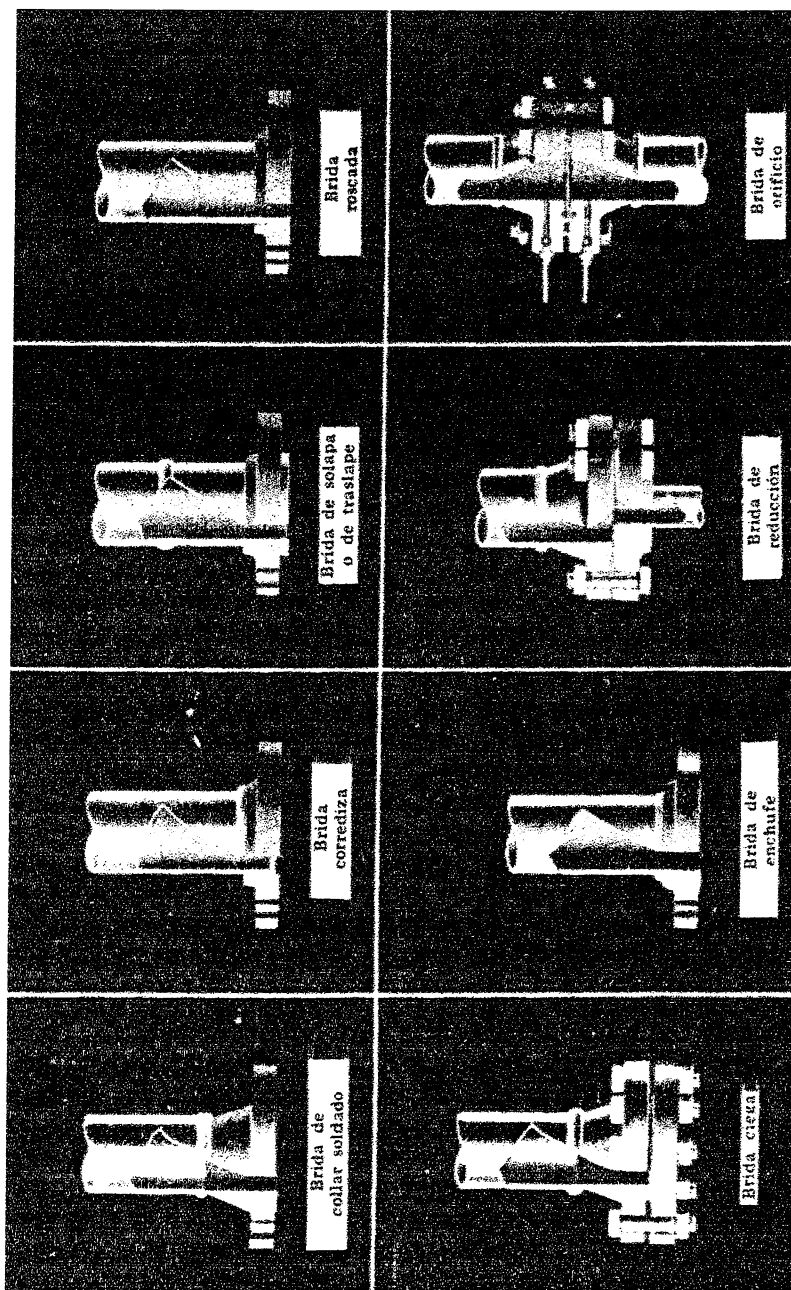


Figura 3.1. Tipos de bridas.

➤ **BRIDA DE ENCHUFE:**

La brida de enchufe soldado es muy parecida a la brida corrediza. Esta ha probado ser muy útil para tuberías de diámetro pequeño, operando a

presiones altas. A diferencia de la brida corrediza, el tubo se ajusta interiormente en un rebaje que tiene la brida (enchufe). De esta manera el interior de la brida y el tubo presentan una superficie lisa interrumpida.

➤ BRIDA ROSCADA:

La brida roscada se usa en los casos en que no puede haber soldadura. Tal es el caso de tuberías de hierro fundido, de tuberías de algunas aleaciones para resistir presiones altas, que no pueden calentarse convenientemente después de haberlas soldado en la obra, y también en el caso de tuberías pequeñas (2 pulg. o menos). Las bridas roscadas deben usarse en aquellos lugares en que puede ser peligroso el trabajo con soldadura. Sin embargo, debe evitarse el uso de las bridas roscadas a menos que sea absolutamente necesario.

➤ BRIDAS DE ANILLO:

En trabajos de alta presión, las llamadas juntas de anillo se han usado con mucho éxito. Los extremos de los tubos a unir se maquinan a forma cóncava y se coloca entre ellos un anillo convexo que generalmente es del mismo material que el tubo. Las bridas se atornillan en cada una de las secciones del tubo. Al apretar los tornillos de la brida, se hace una fuerza de compresión entre las dos piezas y el anillo convexo. Se tiene rosca gruesa entre el tubo y la brida, de tal modo que la brida no queda muy ajustada sobre el tubo. Esta unión tiene las mismas ventajas que la brida de solapa o traslape en la que las bridas no están fijas para una determinada posición y no son parte integral del tubo.

Existen algunos otros tipos muy específicos de diseño especial para casos concretos.

3.1.3 JUNTAS

Una unión mecánica en tuberías que sea estanca no podría conseguirse sin alguna plasticidad en los materiales a unir, ya que es evidente que si ambas caras fueran igualmente indeformables, solo a base de un perfecto mecanizado obtendríamos la unión. Para evitar un excesivo acabado de las superficies, interpondremos un elemento de menor dureza: las juntas.

Las juntas deben de ser de un material que resista las condiciones de servicio internas en la línea y, además, suficientemente plásticas para deformarse bajo una compresión y ajustarse a las irregularidades de las superficies efectuando el cierre.

Para conseguir un mejor asiento de las juntas, las bridas se fabrican con distintos acabados de las caras: con resalte, cara plana, junta anular y algún otro de menos aplicación. El más común es el de caras con resalte. La de cara plana, se emplea solo para bridas de hierro fundido, mientras que la anular se reserva para las altas presiones. Las juntas pueden obtenerse en una gran variedad de materiales para todos los tipos de servicio. El amianto solo o en combinación es, con mucho, el material mas utilizado.

3.1.4 TORNILLOS

Para mantener la unión entre las bridas se emplean tornillos corrientes con cabeza hexagonal o espárragos roscados en toda su longitud con dos tuercas separadas; esto para uso general y los otros para bajas presiones. No se acostumbra el uso de arandelas.

El material mas típico es el acero al carbono, pero a mayores temperaturas y más altas tensiones de apriete se recurre a los aceros aleados.

3.1.5 ACCESORIOS

En las actuales instalaciones industriales y plantas de proceso donde prácticamente todos los sistemas son soldados, tienen amplio uso los accesorios para soldadura a tope. Se fabrican bajo la norma ANSI B16.9 “Conexiones de Acero Forjado, para Soldadura a Tope” los siguientes tipos:

- Codos 90° y 45° Long Radius ($R = 1 \frac{1}{2} D$)
- Codos 90° Short Radius ($R = 1 D$)
- Codos 180° Returns Long Radius
- Codos 180° Returns Short Radius
- Reductores, concéntricos y excéntricos
- Tés, rectas y reductoras
- Cruces
- Tapones (Caps)
- Stub-ends (para bridas lap-joint)

Los welding fittings se suministran con extremos biselados para asegurar soldaduras de total penetración. Hoy día se fabrican casi en la misma gama de espesores que el tubo y las mismas calidades de material, garantizando la continuidad ideal del sistema.

Prácticamente todos los accesorios citados pueden encontrarse con extremos embridados, si bien es bastante menos habitual. Su empleo más característico es en aquellas zonas donde razones de mantenimiento exijan un frecuente desmontaje. Tratan de evitarse por su mayor costo, además de los pernos y juntas, por la posibilidad de fugas que no presenta la soldadura y porque al emplearse válvulas, en general embridadas, se recurre a sus conexiones para desmontar total o parcialmente un sistema.

Donde tienen un uso inevitable es en las líneas de material no soldable, como fundición de hierro o galvanizadas. En estas no hay mas opción que las bridas para líneas de 4" y mayores o la rosca para diámetros menores.

3.1.6 VALVULAS

Sin duda, el accesorio más importante y significativo del sistema de tuberías es la válvula. Sin este elemento, la tubería sería una simple solución de continuidad entre los equipos de un proceso. sin "poder decisorio", sin "actuación", sin "personalidad". Gracias a las válvulas principalmente, el sistema de tuberías es algo más que un enlace: regula, controla, mide, dosifica.

Hay varios tipos de válvulas como hay varias funciones a realizar; para cada una de ellas se diseña una válvula en especial; sin embargo, en la práctica, para reducir problemas de mantenimiento y almacén, se tiende a normalizar dentro de cada proceso los tipos y modelos a utilizar.

Podríamos agruparlas por su aplicación en:

➤ **Válvulas de aislamiento:**

Son válvulas de aislamiento, las que bloquean parte o completamente un sistema cuando el proceso lo requiere. Su diseño las hace especialmente aptas para producir un cierre total; y por sus características, deben estar en posición completamente abierta o cerrada, no siendo recomendables posiciones intermedias.

A este grupo pertenece la válvula de compuerta, la mas utilizada, la válvula de macho es la versión actualizada de lo que debió ser el primer diseño de

válvulas. Hay un tipo entre la de aislamiento y la de regulación: la válvula de mariposa .

➤ Válvulas de regulación:

La típica válvula de regulación es la llamada globular, de globo o de asiento. Se emplea por lo general en tamaños pequeños, nunca mayores de 6".

Hay dos variaciones de este tipo: la angular y el modelo en "y". La primera evitará el uso de un codo, con inconvenientes específicos, y la segunda se emplea donde la pérdida de carga debe ser mínima aún siendo precisa la regulación.

➤ Válvulas de contraflujo:

Por muchas razones puede ser necesario impedir el flujo en dirección contraria a la prevista en un sistema; para casos así existe la válvula de contraflujo o de retención

➤ Válvulas de seguridad:

Una válvula de seguridad está diseñada con el exclusivo propósito de proteger un equipo eliminando cualquier presión excesiva y es la única pensada para estar permanentemente en posición cerrada.

➤ Válvulas de control:

Las válvulas de control no se consideran como elementos de Obturación sino mas bien elementos de regulación por ello su diseño se asemeja más a la válvula de globo.

Los obturadores adoptan formas diversas según la función encomendada, ya sea regulación de caudal o reducción de presión, llegando a perfiles parabólicos para ajustes muy finos de paso de fluidos.

Hasta aquí hemos esbozado los tipos básicos de válvulas que se encuentran en el mercado; hay, sin embargo, una innumerable cantidad de variaciones a estos modelos que, a su vez, pueden obtenerse en distintos materiales y en diferentes tamaños.

3.1.7 EQUIPO DIVERSO

Se han descrito ya el tubo, los accesorios y las válvulas; además de ellos, en el sistema de tuberías se pueden incorporar otros elementos considerados también como accesorios, tales como:

➤ **Colector de Condensado o Trampas de Vapor.**

La trampa de condensado, llamada erróneamente trampa de vapor, se usa en las tuberías de vapor para la eliminación del condensado formado a consecuencia de la pérdida de calor del vapor de agua. Las trampas se instalan en los puntos mas bajos o en las cavidades que hay en las tuberías de vapor; se instalan a intervalos regulares en las tuberías que alimentan a equipos que son accionados con vapor, y que pueden sufrir desperfectos al llegarles condensado; también se les usa con todos los equipos que son calentados con vapor. La trampa ideal debe eliminar el condensado y el aire que haya en la tubería y deberá hacerlo con el mínimo de perdidas de vapor, y a la velocidad tal que el equipo opere a máxima eficiencia. Algunas trampas más utilizadas son:

Cubo invertido, el vapor se acumula en el cubo invertido haciendo que éste flote por la acumulación interior. Con el movimiento de la palanca de la válvula que está sujeta al cubo se cierra la válvula de descarga. La entrada de mas condensado causa que el cubo se sumerja, cerrándose así la válvula. Son de

tipo ligeras y simples, tienen poca pérdida de calor, pero deben protegerse contra la congelación.

Cubo abierto, el cubo flota con un extremo abierto hacia arriba. El condensado llena al cubo causando que éste se sumerja y abra la válvula. La presión del vapor hace descargar el condensado hacia la tubería de descarga, causando de nuevo que flote el cubo sobre el resto del condensado. Es perfecto para trabajar bajo cargas fluctuantes.

De pistón, es una trampa de cubo invertido trabajando con una válvula piloto, la que a su vez hace trabajar a una válvula de pistón grande. Se utiliza para capacidades altas (hasta 300 000 lb/hr).

Termostática, válvula sujeta a fuelles que contienen líquido volátil. Al tenerse contacto del vapor con los fuelles, se aumenta la presión del fluido, lo que causa expansión en los fuelles y cierre del orificio de descarga. En este tipo no puede haber congelamiento puesto que existe una corriente muy rápida de aire que lo ventila haciéndolo de gran capacidad de condensado.

Expansión líquido, en principio es similar a la termostática excepto que se expansiona un líquido (aceite) para dar movimiento a la válvula. En este tipo no hay congelamiento, la descarga es continua para cualquier temperatura.

Flotador de bola, El condensado que se colecta en el cuerpo de la trampa causa la flotación de una bola conectada a la válvula de descarga, con lo que se logra cerrar la válvula. La descarga del condensado es continua a la temperatura del vapor sin que haya choques.

Impulso, una válvula está trabajando. El condensado, a casi la temperatura del vapor que se ha colectado en la cámara durante la descarga, hace que se incremente rápidamente la presión cerrando la válvula de descarga.

➤ Purgadores de vapor:

(Realmente son purgadores de condensado) tienen por misión extraer el agua producida dentro de un sistema de vapor como consecuencia de las pérdidas de calor habidas en su recorrido.

El uso de este accesorio implica que la evacuación de condensado se realiza sin escape apreciable de vapor; de ahí su utilidad. Dependiendo de su Principio de funcionamiento y aplicación, puede haber purgadores de cubeta invertida, termostáticos, termodinámicos, de flotador y algunos mas. Se sitúan en los puntos bajos de las líneas de vapor, en las entradas a turbinas que podrían ser dañadas por el condensado y, en general en todos los equipos calentados por vapor. Acostumbra a montarse en la línea de evacuación de condensado, inmediatamente antes del purgador, un filtro que retenga cualquier suciedad arrastrada, para evitar la obturación de los pequeños orificios por los que desagua el condensado. Algunos purgadores llevan el filtro incorporado.

➤ Filtros cónicos en forma de embudo:

Se montan también en las aspiraciones de bombas rotatorias, al menos en forma provisional durante los primeros meses de operación del sistema. Así toda la cascarilla de la tubería, restos de soldadura y suciedades quedaran atrapadas, evitando daños en lo rotores de las bombas.

➤ Gafas de aislamiento:

Placas de chapa cortadas con la forma de un 8 que aportan al sistema cuando es preciso, un cierre más efectivo que una válvula convencional y son muy útiles cuando una parte del sistema debe quedar fuera de servicio por razones

de mantenimiento. Se emplazan entre bridas y requieren un drenaje de la línea cuando ha de cambiarse de posición abierto a cerrado o viceversa.

➤ Juntas de expansión:

Son elementos destinados a absorber las dilataciones de tramos rectos de tuberías, eliminando o reduciendo considerablemente las tensiones que se producirían en ellos en su ausencia. Las más usadas son de tipo fuelle, con un manguito interior cuando el fluido a trasegar es viscoso. Deben instalarse entre dos anclajes consecutivos de la línea, cuyo perfecto desplazamiento axial se controlará por medio de guías para así asegurar un correcto funcionamiento de la junta.

CAPITULO IV

PRACTICAS DE EVALUACION DE LOS MATERIALES DE LAS TUBERIAS.

Las diferentes plantas generadoras termoeléctricas, por medio de motores de combustión interna de nuestro país¹⁴, tienen en común la condición de que el fabricante (de los motores) proporciona relativamente todo el material de la obra; es decir: el motor, el generador, equipo auxiliar, materiales, accesorios e incluso, el diseño de la instalación. Por lo que para el presente trabajo, se omite en gran medida la parte de diseño (en la fabricación de las tuberías); más sin embargo, éste capítulo está asignado a hacer un control en la recepción de los materiales ligados con las tuberías, como primer paso de una serie de medidas encaminadas a vigilar, controlar y garantizar el resultado final de la obra.

En relación a la recepción de los materiales, la actividad se presta para corroborar que se cumplan las condiciones estipuladas por las especificaciones del mismo fabricante en una forma de auto control (de la empresa encargada de la obra) y para satisfacción del cliente (propietario de la planta).

Se enlistan dos actividades que comprenden la esencia del capítulo, en realidad se trata de la implementación de un control de calidad en la recepción del material, consideradas en base a experiencias de campo; y que por ser las más prácticas, se logra obtener la información más relevante para el propósito del documento.

¹⁴ Hasta la fecha, se cuenta con cuatro Plantas de éste tipo, a nivel nacional.

Estas son:

- a) Control en el espesor de la tubería
- b) Control en las propiedades del material de la tubería

Se recomienda controlar un 10 % del lote total a ser utilizado para la instalación, seleccionándolo de forma aleatoria.

Es importante que cuando se adquiere el lote de material, exigir la hoja técnica del fabricante para conocer los datos del mismo y poder así, hacer las comparaciones.

4.1 CONTROL EN EL ESPESOR DE LA TUBERIA

Los tubos y productos tubulares pueden obtenerse en una gran variedad de tamaños y materiales. Debido a que el acero al carbono es el material más común usado en tuberías, más que el plástico y que algunas otras aleaciones y metales, resulta muy común referir las denominaciones a tuberías de acero como IPS (Diámetro de tubo de hierro, por sus siglas en ingles).

Se especifica el diámetro de un tubo mediante un valor nominal, el que corresponde a su diámetro real, solamente para los tubos de más de 12 pulg. Así un tubo de 2 pulg. IPS, tiene un diámetro exterior de 2.375 pulg. y un diámetro interior que puede variar desde 2.157 hasta 1.503 pulg. de acuerdo al espesor requerido. Se tienen variaciones de 1/8 de pulg. en tubos de acero de más de 24 pulg. de tamaño nominal, hasta tamaño nominal de 30 pulg. (véase tabla 3.1, del capítulo III). En todos estos tamaños se tienen 200 o más variaciones de espesor, de las cuales quizá algunas 100 son difíciles de obtener, salvo que se tengan alguna orden especial para su fabricación

4.1.1 ESPESOR MINIMO DE TUBERIA

El código ASME B-31 "Código para tuberías sometidas a presión", establece que el espesor mínimo de la pared, requerido para la temperatura y presión de diseño, no deberá ser menor que el determinado por las siguientes formulas:

$$t_m = \frac{PD}{2(SE + Sy)} + A \quad (3.1)$$

ó

$$t_m = \frac{Pd + 2SEA + 2yPA}{2(SE + Py - P)} \quad (3.2)$$

En la que¹⁵:

- t_m = Espesor de pared mínimo requerido, en pulg.
- P = Presión interna de diseño, en lb/pulg² (manométrica).
- D = Diámetro exterior de la tubería, en pulg.
- d = Diámetro interno de la tubería, en pulg.
- SE = Esfuerzo máximo permitido, del material debido a la presión interna y a la eficiencia de la junta en lb/pulg² .
- A = Espesor adicional, debido al roscado, resistencia mecánica y corrosión, en pulg.
- y = Coeficiente en función de la temperatura y material.

¹⁵ Ver en anexos N° 4, las tablas correspondientes para los valores de A e y .

Atención especial deberá ser tomada para las siguientes condiciones:

- Punto de referencia en el sistema de tuberías
 - ✓ Si es en un tramo recto
 - ✓ Si es en un dobléz
 - ✓ Si es en otra configuración

- Fluido a ser utilizado en el sistema
 - ✓ Presión
 - ✓ Temperatura
 - ✓ Corrosión

- Finales de tuberías, sujetas a uniones
 - ✓ Roscada
 - ✓ Soldada
 - ✓ Empernada

Luego que el valor de el espesor mínimo de la tubería (t_m) es determinado mediante las formulas 3.1 ó 3.2, deberá seleccionarse el espesor de tubería comercial próximo superior.

4.1.2 METODOS APLICABLES PARA LA MEDICION DE LOS ESPESORES DE LAS TUBERIAS

Existen varios métodos para la medición de los espesores de las tuberías, su utilización dependerá de la precisión que se desea alcanzar y de la facilidad física que se logré obtener para el acceso al punto de medición.

Entre estos están:

MEDIANTE EL USO DE INSTRUMENTOS:

Los medios de medición necesarios para verificar una pieza son, de acuerdo con la norma DIN 2257 "Conceptos de la Técnica de Ensayo de Longitudes; Unidades, prácticas, errores e incertidumbres en la medición", los instrumentos de medición y los calibres. Para el caso, se requiere del Vernier (Pie de Rey) o el Micrómetro para Exteriores. Su uso es muy práctico y sencillo; pero tiene las limitaciones de depender de la precisión del instrumento y de medir únicamente en los extremos abiertos de la tubería, ya que para medir un punto que no sea el extremo, sería necesario cortar la pieza.

EL PIE DE REY (figura 4.1), su uso ésta estipulado bajo la norma DIN 862 "Pie de Rey, Requisitos y Ensayos".

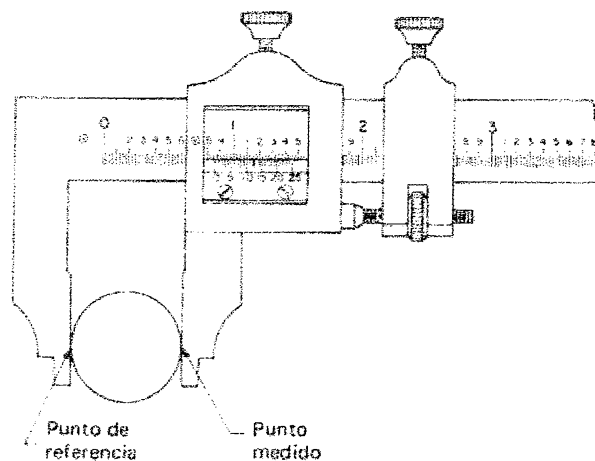


Figura 4.1. Calibrador Vernier o Pie de Rey de exteriores.

El vernier, es una herramienta de medición versátil y útil. Los vernieres son instrumentos de medición de escala deslizante. Tienen una exactitud de 0.001 pulg. o de 0.02 mm. Hay diferentes variedades sustentadas en el principio básico de vernier.

EL MICROMETRO (figura 4.2), su uso ésta estipulado bajo la norma DIN 863 "Micrómetro; Estilos, Características de Construcción, Requisitos y Ensayos".

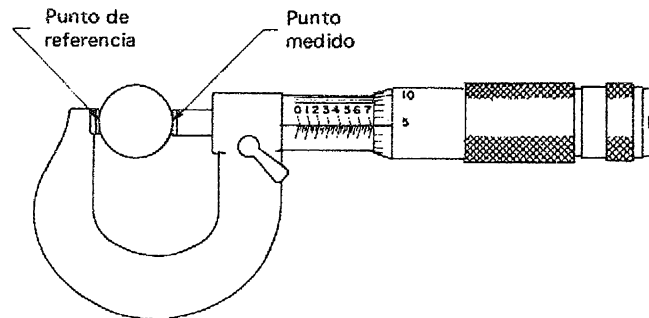


Figura 4.2. Micrómetro de exteriores estándar.

El micrómetro es la principal herramienta de medición en el taller mecánico. El micrómetro estándar de exteriores es el tipo de micrómetro que más comúnmente se encuentra y es el más adecuado para efectuar todas las mediciones de propósito general. Está disponible en tamaños de 0 a 12 pulg. (0 a 300 mm) en incrementos de 1 pulg. (24.5 mm). También hay micrómetros más grandes, pero no es muy probable que se llegue a utilizar uno mayor de 12 pulg.

MEDIANTE EL USO DE APARATOS ESCANERS:

Es un sistema de detección de imperfecciones, visualización de imágenes, lecturas longitudinales de espesores y análisis del material, en donde pueden ser configurados en conjunto desde un módulo de instrumentación confiable.

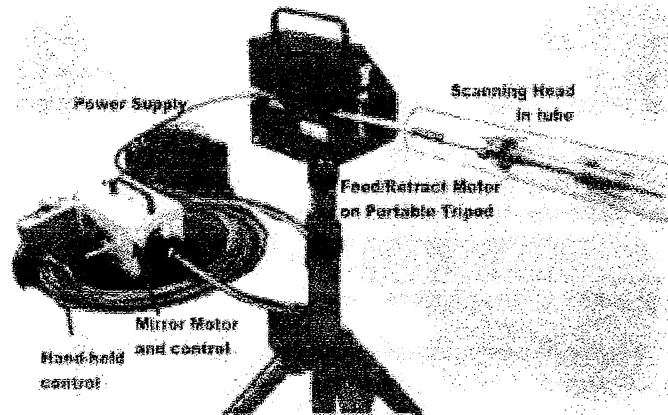


Figura 4.3. Sistema de escaneo interno ultrasónico.

Es un equipo computarizado de inspección ultrasónica. Como se muestra en la figura 4.3, el elemento lector (scanning head) se desplaza en el interior del tubo, por lo cual, es mucho más versátil y complejo.

MEDIANTE EL USO DE APARATOS DE ULTRASONIDO:

Las mediciones de espesor por medio de ultrasonido (figura 4.4) son precisas, confiables y repetitivas. Lecturas digitales pueden ser almacenadas instantáneamente por medio de la transmisión de sonido en un lado del material, siendo innecesario destruir la pieza. Material, tiempo y trabajo pueden ser ahorrados en muchas

aplicaciones en donde el lado opuesto del punto de medición del material es de difícil o de imposible acceso y en donde otra herramienta no pueda realizar la tarea.

La medición se logra por la aplicación de ondas de sonido de alta frecuencia, la precisión de estos instrumentos puede ser de hasta ± 1 micrón ó ± 0.0001 pulgadas. Usualmente operan a frecuencias entre 500 KHz y 100 MHz , usando transductores piezoeléctricos para generar explosiones de las ondas sonoras cuando son excitadas por pulsos eléctricos.

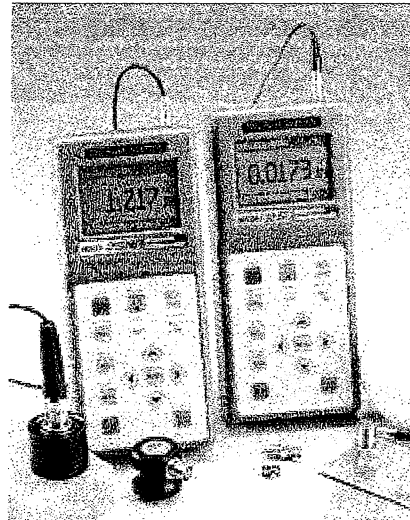


Figura 4.4. Aparato de medición de espesor por medio de ultrasonido

También, se le conoce como método de medición por contacto "pulso-eco". La aplicación de éste método está regida por la norma ASTM E 797 – 95 "Medición de espesor mediante el método de contacto pulso-eco ultrasónico" y el Manual de Pruebas No Destructivas de la ASNT; los cuales describen el alcance, referencias, terminología, uso, procedimientos, requerimientos, etc.

Si fuera posible de alguna manera, marcar las piezas seleccionadas y los puntos de medición para que en el futuro (períodos de un año) sea posible volver a medirlas ya

en servicio, así poder determinar las condiciones en que se encuentran para establecer una velocidad de desgaste del material, si fuera necesario, como consecuencia de las condiciones de operación del fluido.

Todo resultado de una medición es inseguro, los errores de medición tienen su origen en la imperfección de los objetos de verificación, por ejemplo, la pieza, la escala en los mismos instrumentos de medición, etc; así como la colocación del instrumento de medición y forma de manejarlo. Por otra parte también actúan las influencias externas tales como temperatura, polvo, humedad, presión atmosférica, así como la atención, la práctica, la agudeza visual, la capacidad de estimación y la concentración del que realiza la medición.

4.2 CONTROL DE LAS PROPIEDADES DEL MATERIAL DE LA TUBERIA

Como se ha mencionado anteriormente, se tienen más de 150 materiales diferentes especificados por la ASTM para usarse en la fabricación de tubos. Entre ellos se incluye el acero al carbono, aleaciones de acero y una amplia selección de materiales no ferrosos. La ASTM y la ASME, han proporcionado un servicio invaluable en la preparación detallada de las especificaciones de la gran cantidad de materiales disponibles.

Al parecer, el acero continúa siendo el material más importante utilizado en las tuberías su empleo resulta ser muy necesario para las condiciones de servicio severo que existen en las industria en lo que a presión y temperatura se refiere.

La ASTM especifica las descripciones de cada tipo de metal convencional usado en tuberías; esto incluye el proceso de manufactura, composición química, propiedades de tensión, propiedades de flexión y procedimientos requeridos para hacer las

pruebas. Estas especificaciones deben leerse con cuidado, ya que son de mucha ayuda para que el diseñador seleccione el material más adecuado para un determinado servicio.

4.2.1 PROPIEDADES DE LAS TUBERIAS

Para asegurar que los componentes de los sistemas de tuberías den un servicio satisfactorio, es generalmente necesario seleccionar el material adecuado y especificar ciertas propiedades mecánicas, físicas y químicas, usualmente en relación con las especificaciones editadas por la ASTM y otros.

La aceptabilidad de un material de las tuberías, para una aplicación dada, gira en torno a, si las condiciones de operación exceden la temperatura y presión máximas de trabajo del material. Sin embargo, hay excepciones, generalmente es aceptable la consideración en práctica de asumir que las propiedades físicas del material a temperaturas de trabajo, normalmente tienen una relación definida a las mismas propiedades que a la temperatura atmosférica. A sí que, las propiedades físicas a temperatura atmosférica, con pocas excepciones, son usadas como base de diseño y pruebas de aceptabilidad.

PROPIEDADES MECANICAS:

Las propiedades físicas de los materiales de las tuberías, incluyen propiedades mecánicas específicas y bien definidas, tales como esfuerzo de tensión, esfuerzo de fluencia y elongación; los cuales están generalmente incluidos en las especificaciones aplicable a cada material. Sin embargo, muchas otras propiedades físicas pueden ser de interés, en el sentido de que pueden dar un importante soporte en la selección, manejo, procesos de soldadura y comportamiento en servicio de los materiales.

Las propiedades mecánicas de los materiales de las tuberías, son aquellas que están asociadas con las reacciones elásticas e inelásticas cuando se le es aplicada una fuerza, o que involucre la relación entre fatiga y deformación.

PROPIEDADES FISICAS:

Las propiedades físicas. son las que normalmente se entienden como en representación de aquellas otras propiedades de las mecánicas, que se refieren a lo físico del material. Dichas propiedades incluyen la densidad, expansión térmica (o contracción), conductividad eléctrica y conductividad térmica.

PROPIEDADES METALURGICAS:

Una comprensión de las propiedades metalúrgicas del material de las tuberías es tan importante como el conocimiento de las propiedades mecánicas y físicas.

Las consideraciones metalúrgicas abarca desde la extracción del metal de las minas, hasta su aplicación como producto; esto incluye la fundición, el colado, forjado y estirado del material de la tubería, su formado y características de ensamblado, su reacción a los tratamientos térmicos y los efectos al medio en servicio.

4.2.2 METODOS APLICABLES PARA LA DETERMINACION DE LAS PROPIEDADES DE LAS TUBERIAS

Existen varios métodos involucrados para la determinación de estas propiedades; su utilización dependerá de los datos en interés, la rapidez de obtención de la información y disponibilidad del equipo.

Entre estas están:

ANALISIS ESPECTROMETRICO:

En éste laboratorio, se hacen análisis para la determinación de concentración de elementos en una sustancia (composición química), basado en el principio espectroscópico, el cuál puede ser definido como el estudio del espectro de los átomos y moléculas en las diferentes regiones de longitudes de ondas del espectro electromagnético.

Los espectrómetros, pueden ser clasificados como:

- De absorción atómica
- De emisión atómica

Un espectrómetro es básicamente una máquina lectora de luz, que mide la intensidad de la luz a diferentes longitudes de ondas. Todos los espectrómetros, tienen en común los siguientes módulos:

- Una fuente de excitación
- Un sistema óptico
- Un sistema interpretador

En la espectrometría de emisión, la fuente de excitación, excita los átomos de la muestra elevando a los electrones hacia un mayor estado energético. El sistema óptico, mide la luz emitida a varias longitudes de onda, hasta que el electrón regresa a su estado original. El sistema de interpretación provee una indicación visual de la cantidad de luz a la longitudes de ondas de interés.

Hay un número de propiedades de interés metalúrgico, que pueden ser calculados directamente de la composición química de el hierro o el acero. Sin embargo, lo más importante es la equivalencia del contenido de carbono; hay otras propiedades físicas de los aceros y los hierros forjados, que pueden ser calculados directamente de su composición química. Entre éstas, se incluyen la resistencia de tensión y la dureza Brinell. En la tabla 4.1, muestra algunas de estas propiedades metalúrgicas de interés.

Tabla 4.1 Propiedades metalúrgicas de materiales ferrosos, calculadas a partir de su composición química.

TIPO DE MATERIAL	PROPIEDAD
Hierro forjado	Esfuerzo de Tensión Teórico, TS. (N/mm^2) $= 786.5 - 150 * \%C - 47 * \%Si + 45 * \%Mn + 219 * \%S$ Dureza Brinell Teórica, HB $= 444 - 71.2 * \%C - 13.9 * \%Si + 21 * \%Mn + 170 * \%S$ Temperatura en Estado Líquido, TE. ($^{\circ}C$) $= 1581.7 - 100.9 * CE$ Temperatura en Estado Eutéctico, TL. ($^{\circ}C$) $= 1154.3 - 20.187 * \%Si - 48.67 * \%P$
Acero de baja aleación	Equivalencia de Carbono, CE. $= \%C + \%Mn/6 + (\%Cu + \%Ni)/15 + (\%Cr + \%Mo + \%V)/5$
Acero inoxidable	Equivalencia de Níquel, NiE. $= \%Ni + \%Co + \%Mn/2 + (30 * \%C)$ Equivalencia de Cromo, CrE. $= \%Cr + (2 * \%Si) + (1.5 * \%Mo) + (5 * \%V)$

La ASTM enlista una serie de normas en función del material a ser analizado por ensayos de espectrometría, de los cuales, para el presente documento aplican :

ASTM D1507-98, "Guía de especificación y descripción del instrumento de emisión óptica de lectura directa".

ASTM E350-95(97)e1, "Método para pruebas de análisis químico de acero al carbono, aceros de baja aleación, hierro dulce e hierro forjado".

PRUEBAS DESTRUCTIVAS

Las pruebas destructivas de los materiales son las de uso más común. El propósito principal de ellas es acopiar datos relacionados con el comportamiento de los materiales en condiciones específicas.

Prueba de tracción, Requieren someter la muestra a una carga uniaxial de tensión, hasta que se fractura. En el caso de las pruebas de tracción, se sujeta la muestra por sus dos extremos y se le somete a tracción hasta que se rompe.

Cuando la prueba de tracción se efectúan de acuerdo con los procedimientos recomendados, pueden aportar datos de las propiedades básicas de los materiales a fin de determinar su comportamiento en condiciones de esfuerzo y deformación.

Un método útil para registrar el comportamiento de una muestra sometida a esfuerzo de tracción es una curva o diagrama de deformaciones. El diagrama se puede trazar para cualquier muestra sometida a pruebas de tracción. En la figura 4.5, se muestra, a manera de ejemplo, un diagrama de deformaciones para el acero dulce.

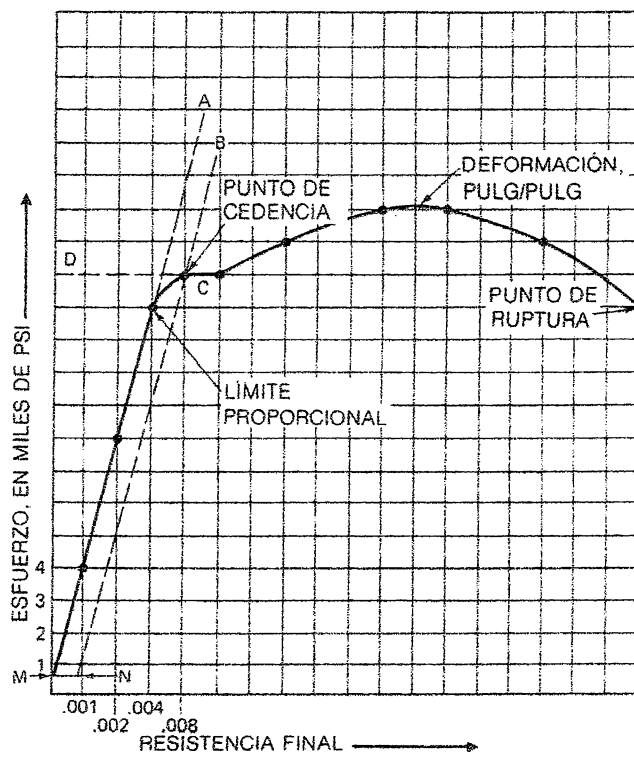


Figura 4.5. Curva típica de deformaciones para acero dulce.

Entre las propiedades que se pueden observar directamente (y las que se pueden calcular) en las pruebas de tracción están:

- Límite proporcional
- Punto de cedencia
- Resistencia final a la tracción
- Resistencia a la fractura
- Ductilidad, alargamiento y reducción de área
- Módulo de elasticidad.

PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

Cuando no se destruye la muestra, la prueba se llama no destructiva. Éstas se han utilizado para identificar defectos en los materiales y productos y para determinar las propiedades y otras características de los materiales.

Prueba con examen visual, El examen visual es uno de los métodos de inspección más antiguos y de uso más difundido. Estas pruebas se utilizan para identificar defectos en la superficie (grietas, porosidad, etc.) producidos por procedimientos de manufactura como colado, soldadura, laminado, forja, maquinado y tratamiento térmico. Las pruebas visuales son poco costosas, sencillas, fáciles de efectuar y muy adaptables.

Para mejorar la observación, la superficie que se inspecciona debe estar limpia y bien iluminada. En ocasiones, se utilizan líquidos penetrantes que se introducen en el defecto y lo hacen más visible. Entre las ayudas ópticas más comunes utilizadas, están las lupas de mano, comparadores ópticos y microscopios. Algunos microscopios están equipados con cámaras polaroid (luz polarizada) para fotografía instantánea.

Prueba con líquido penetrante, Esta prueba es básicamente visual y se utilizan varios tipos de líquidos de alta visibilidad (fluorescentes o rojos) aplicados en el área de inspección para aumentar la visibilidad de los efectos. Los líquidos se pueden aplicar en la muestra por inmersión, aspersion o con un pincel. Debido a la acción capilar del defecto de la superficie, se atrae al líquido hacia la cavidad del defecto. Luego, se limpia el exceso del mismo, pero el que hay en la cavidad no sale y la hace más visible para la inspección.

Uno de los métodos más antiguos de líquido penetrante es la prueba con aceite y blanco de España para localizar grietas difíciles de ver a simple vista. Las ayudas más modernas para la prueba con líquido penetrante. Las limitaciones de estas pruebas

radican en que solo se pueden localizar defectos en la superficie y que no hay medio para determinar la profundidad del defecto; además, la superficie debe estar absolutamente limpia.

Pruebas radiográficas, las pruebas radiográficas industriales son, en esencia, procesos fotográficos que emplean radiaciones penetrantes en vez de la luz visible. Estas pruebas se basan en relaciones de honda corta que penetra en los materiales sólidos como metales, plásticos y cerámicos. La muestra absorbe parte de la radiación que pasa a través de ella y el resto pasa y forma la fotografía en la película. La cantidad absorbida depende, entre otras cosas, de la densidad de la muestra. La fotografía que aparece en la película es el resultado de las variaciones en la absorción de la radiación debida a la diferencia en la densidad de las diversas partes de la muestra. Si se prueba una muestra de acero con defectos, entonces éste absorberá una cantidad diferente de radiación que el resto de la muestra. Esto aparecerá en las fotografías como áreas más claras o más oscuras según sean las densidades comparativas del defecto y de la muestra.

CAPITULO V

FABRICACION, MONTAJE Y ENSAMBLE DE LOS SISTEMAS DE TUBERIAS.

Durante muchos años el único método práctico para unir tubos fue el de conectar sus extremos roscados con bridas u otros dispositivos con rosca, tales como accesorios, válvulas y uniones. Se produjeron mejorías con el uso de la soldadura del acero al carbono con oxiacetileno, o mediante algún otro proceso de soldadura; posteriormente el proceso de soldadura de arco eléctrico cubierto redujo el valor de la mano de obra y produjo unión completamente sellada y junta más resistente. Actualmente, la unión de tubos roscados se limita a tamaños de 1½ o 2 pulg. o para tubos de diámetro menor. Los tubos de tamaño menor se unen mediante bridas, de modo que su desmantelamiento resulte fácil. Todos los demás tubos de un sistema continuo son unidos mediante soldadura. Las juntas bridadas consisten de dos bridas, un empaque o dispositivo que sirve para el mismo propósito y el número necesario de tornillos para hacer la unión.

5.1 UNION DE TUBOS

La unión de tubos y accesorios metálicos para formar un sistema completo de tuberías, se puede lograr de diversos modos; los métodos siguientes son los más populares.

5.1.1 UNIONES ROSCADAS

Las uniones de tubos de acero roscados se efectúan utilizando uniones y acoplamientos. Las uniones tienen los mismos fines que las bridas en cuanto al fácil desmantelamiento de los tubos. Este método se acostumbra para sistemas de tubería de diámetro pequeño y para bajas presiones. Se pueden producir roscas rectas y cónicas. Las conexiones roscadas se fabrican con una gran variedad de metales como el hierro maleable, acero forjado, bronce, etc. ANSI, publica las capacidades de presión para las conexiones roscadas y se graban o realzan en el cuerpo de cada conexión o accesorios. Para formar la tubería, se cortan las roscas en los extremos del tubo para acoplarlas con las de la conexión.

En algunos trabajos se requiere usar cordones de soldadura después que se ha efectuado la junta roscada. Esto se hace en aquellos servicios en los que se tienen presiones elevadas o para fluidos que es difícil contener, tal como ciertos gases que pueden pasar a través de la junta roscada. El sellado mediante soldadura podrá distorsionar los accesorios soldados si no se toman las precauciones adecuadas. En juntas roscadas que van a ser selladas con soldadura, no deberán usarse lubricantes o los compuestos que convencionalmente se utilizan, pues afectan a la soldadura.

La unión de hierro maleable se usa en servicios de temperatura y presión moderadas. Debido a que las uniones de acero forjado tienen mucha resistencia, se les usa en todos los servicios de procesos (menores de 3 pulg.) que requieren de presión y temperaturas elevadas. Estas uniones son maquinadas con exactitud, de tal modo que su colocación no requiere de empaques (Fig. 5.1). Algunas de estas uniones están equipadas con un anillo de metal suave (bronce o latón) que está asegurado en uno de los dos lados de la unión. Las uniones así construidas pueden ponerse y quitarse muchas veces sin que por ello pierdan su efectividad. Algunos de estos dispositivos están equipados con fibras insertadas, pero su operación no es muy satisfactoria cuando la junta debe separarse a intervalos frecuentes de tiempo, ya

que estos insertos se destruyen al efectuar los cambios.

En los catálogos de los fabricantes se indican los valores de la presión y temperatura que pueden soportar estos accesorios.

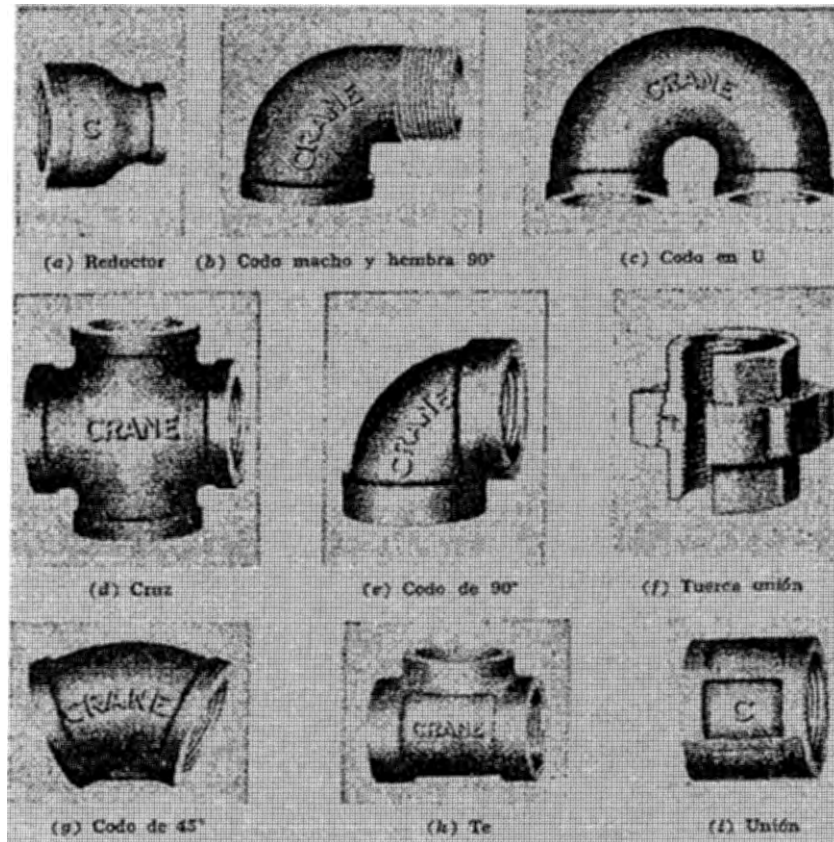


Figura 5.1. Accesorios roscados para tubos.

5.1.2 JUNTAS BRIDADAS

Las uniones con bridas se utilizan en sistemas en donde hay que desarmar con frecuencia o para facilitar el mantenimiento de las conexiones del equipo.

El éxito en la instalación de las bridas depende de lograr la superficie correlativa correcta entre la cara de la brida y el asiento para la empaquetadura a fin de tener una unión hermética.

Las especificaciones de la ASTM para bridas de acero forjado son la A-181 "Para servicio general", la A-105 "Para altas temperaturas" y la A-182 "Para aleaciones de acero". Las bridas se fabrican para todos los tamaños nominales de tubos y en diferentes tipos generales tales como las que se describieron en el numeral 3.1.2.

REFRENTADO DE LAS BRIDAS Y EMPAQUES.

Para que en las uniones mecánicas en tuberías sus miembros no resulten afectados plásticamente, debido al apriete que se tenga en las bridas, es necesario que sus caras estén perfectamente maquinadas o esmeriladas, lo que en sí constituye una junta sellada. A fin de lograr el objetivo anterior, sin un exceso de maquinado y pulido, se emplean los empaques. El empaque debe ser de un material que resista las condiciones de servicio y que sea lo suficientemente plástico para que se deforme bajo una suave compresión, de tal manera que con ello se cierren los intersticios que se encuentren en la unión. Las empaquetaduras se deben seleccionar para que sean compatibles con los fluidos y las condiciones de temperatura y presión.

TORNILLOS USADOS EN LAS BRIDAS.

Se usan dos tipos generales de tornillos con las bridas, el más común es una modificación del tornillo máquina ordinario, de acero al carbono, con cabeza cuadrada o hexagonal y tuerca hexagonal. El otro es el llamado espárrago o perno de dos filetes sin cabeza, que consiste de un perno totalmente roscado con dos tuercas hexagonales.

Para las presiones y temperaturas altas que se tienen en las tuberías, deben usarse tornillos de aleaciones de acero, en lugar de acero al carbono, a fin de satisfacer los requisitos de esfuerzos que se presentan. Algunos estudios, indican que los tornillos de acero al carbono ASTM A-307 Grado B, puede ser usado para servicios en que se presenten temperaturas hasta de 450°F. Arriba de 450°F, deben emplearse aleaciones de acero correspondientes a las especificaciones A-261, A-354 y A-193 en un número diferente de grados, según sea el valor de la temperatura, la que puede ser hasta de 1 500°F. La especificación A-320, en diferentes grados, se recomienda para temperaturas de -20°F hasta -300°F.

En dichos estudios, se recomienda ajuste clase 2A para pernos y clase 213 para tuercas, para trabajar a temperaturas no elevadas. Para temperaturas altas se sugiere ajuste clase 7 para pernos y clase 2B para tuercas.

OTROS TIPOS DE BRIDAS.

En la figura 5.2, se muestra una unión empleada para tubos de material no ferroso o para tubos de acero de diámetro de 1 pulg. o menores. En las plantas de proceso éstos accesorios se usan fundamentalmente para tuberías utilizadas en equipo de instrumentación. Las conexiones están diseñadas de modo que las uniones y férulas roscadas interconectadas mantengan un sello hermético a la presión. Es necesario apretar la tuerca hasta alcanzar la tensión especificada, limpiar la rebaba de los extremos de los tubos y evitar comprimir o rayar los extremos de los tubos.

Se tiene muchos otros métodos usados para unión de tubos, tales como las uniones soldadas que se hacen en trabajos de plomería, las juntas que utilizan plomo fundido para tuberías de hierro fundidos y la brida integral, que algunas veces se usa para materiales fundidos y para algunos otros tipos de materiales.

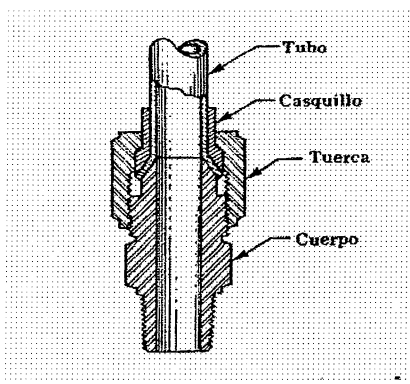


Figura 5.2. Unión de compresión, para unir el tubo con accesorios roscados.

5.1.3 UNIONES SOLDADAS

El soldado de las tuberías puede ser realizado en las plantas de fabricación o en el lugar del montaje. Esto relaciona lo que es la preparación de la unión a soldar, fijado de la unión, alineado y punteado, precalentado, soldado, tratamiento post calentamiento, revisión de las medidas, enderezado y limpieza.

CALIFICACION DE SOLDADORES Y PROCEDIMIENTOS

Para obtener una instalación de tuberías soldadas satisfactoriamente, se debe considerar necesario establecer y calificar un procedimiento específico de soldadura y consecuentemente, calificar a los soldadores necesarios para realizar el procedimiento.

El procedimiento de soldadura deberá cubrir las especificaciones del metal base; material de relleno; preparación de la unión; posición de la tubería; proceso de soldadura , técnicas, y detalles eléctricos (corriente, manipulación del electrodo,

secuencia de soldadura, etc.); precalentamiento; tratamiento post calentamiento. En trabajo muy crítico, entre soldaduras, requerimientos de inspección son esenciales y deben ser incluidos en el mismo procedimiento de soldadura¹⁶.

La norma D10.9 de la Sociedad Americana de Soldadura (AWS, por sus siglas en ingles) cubre la "Calificación de Procedimientos y Personal para la Soldadura de Tuberías y Componentes Relacionados". La norma prevé tres niveles de calificación, a los que denomina *Requisitos de Aceptación 1, 2 y 3* (que se abrevian AR-1, AR-2 y AR-3, respectivamente). El AR-1 es el nivel más alto de calificación, y va seguido por los niveles AR-2 y AR-3. Las diferencias estriban en el tipo de pruebas y de requisitos de aceptación para las soldaduras de muestra.

Cada uno de los tres niveles de calificación de procedimiento de soldadura tiene un nivel correspondiente de calificación del soldador. La calificación para un nivel dado califica automáticamente para todos los niveles inferiores. Por ejemplo, la calificación para AR-1 califica también para AR-2 y AR-3.

El nivel de calidad AR-1, tiene por objeto dar la calificación que se requiere para tuberías que puedan encontrarse en sistemas de energía nuclear, espaciales, de alta presión, de alta temperatura. químicos y de gas.

El nivel de calidad AR-2 tiene por objeto dar la calificación necesaria para algunas tuberías que presten su servicio en sistemas de energía nuclear, vapor de agua, agua, petróleo, gas o químicos.

El nivel de calidad AR-3 tiene por objeto dar la calificación necesaria para tuberías que se utilicen en calentamiento a baja presión, acondicionamiento de aire y sistemas sanitarios de agua.

¹⁶ En anexo N° 5, se presentan las formas de aplicación para obtener una certificación ya sea como soldador o como inspector de soldadura de la AWS.

A pesar del hecho, de que un soldador ha pasado adecuadamente la calificación, el mantenimiento de un nivel de calidad aceptable de la soldadura, aún requiere supervisión efectiva para asegurar que todas las estipulaciones del procedimiento de soldadura aplicado sean satisfactorios. Varios de los códigos y organizaciones, han establecido procedimientos normados para la calificación de soldadores (soldadura manual y semi-automática) y operadores de equipos de soldaduras (soldadura automática), entre los cuales están:

- **ASME**

CÓDIGO PARA CALDERAS Y RECIPIENTES A PRESIÓN. Los requerimientos de éste código son mayormente reconocidos por la industria. Bajo éste código, la calificación de un procedimiento de soldadura, que involucre un proceso específico requiere de pruebas de tensión y de dobléz en una sección adecuada de la soldadura de prueba.

- **ANSI**

CÓDIGO PARA TUBERÍAS A PRESIÓN. Este código para tuberías a presiones ha emitido una norma para la calificación de soldadores y procesos de soldadura, de naturaleza similar, que los requerimientos del código ASME. Sin embargo, éste código permite el empleo de quienes utilizan procesos de soldaduras similares, para intercambios. Esto, no puede ser considerado generalmente conveniente, debido al abuso que se pueda generar.

- **ASTM**

La especificación A-488, cubre la calificación del personal y los procedimientos para soldar el acero fundido. Estas especificaciones, fueron patentadas luego del código ASME.

- **API**

La norma 1104, incluye requerimientos para la calificación de soldadores y procesos de soldadura, aplicables a las área de líneas de tuberías, usualmente de baja presión y no críticas.

- **UNE**

La norma 14-042-74, describe los exámenes y calificación de los operarios soldadores manuales por arco descubierto con electrodo revestido de uniones circulares, soldadas a tope, en tubos de acero para conducciones del tipo de oleoductos, gaseoductos o similares.

TRAZADO, ENSAMBLE Y MONTAJE

El trazado, ensamble y montaje son esenciales para la calidad de una soldadura lo cual asegurará la aceptación ante cualquier especificación.

Preparación de las uniones.

La preparación final de las partes a ser soldadas deberá ser conforme al diseño establecido en las especificaciones del proceso de soldadura correspondiente. El corte de las tuberías, deberá ser hecho con cualquier tipo de máquinas. Para aplicaciones normales de biseles en "V" sobre tuberías de espesores de pared menores de $\frac{3}{4}$ de pulgadas, el corte con oxiacetileno puede ser usado. Antorchas guiadas mecánicamente, alrededor de la tubería o antorchas estacionarias con la tubería girando uniformemente, son recomendadas. El biselado en "V", con oxiacetileno está limitado para metales que pueden ser cortados con éste método, y que no sean afectados por la temperatura del proceso. En tuberías de espesores de paredes ligeros, el corte puede ser hecho también con sierras neumáticas de alta velocidad o

de motor eléctrico, pero utilizando un disco de corte en lugar de hojas de sierra. Tuberías de acero inoxidable, particularmente en espesores de pared ligeros, también pueden ser cortadas con antorchas especiales de gas inerte (arco de tungsteno).

Todas las superficies a ser soldadas o a ser unidas, a una distancia de por lo menos de ¼ de pulg. del borde del canal de la soldadura o de la base del filete, en el caso de acoples soldados o uniones con soldaduras de filete, deberán ser limpiadas de oxido, escala, pintura, aceite o grasa. Además, cualquier contaminante o material que cubra la superficie, y que pueda alcanzar el área a soldar como resultado del calor producido, deberá ser removido. Las superficies cortadas con oxígeno, deberán ser suavizadas para remover todas las trazas de escoria e irregularidades debido al corte. Dependiendo del metal a ser soldado, un tratamiento químico será necesario para limpiar las partes y evitar contaminación durante el proceso.

Ensamble.

El ensamble, involucran el acoplado conjunto de varios componentes que comprenden un subensamble o un sistema completo de tuberías en preparación a la soldadura. Una tolerancia dimensional, debe ser tomada por las contracciones durante el proceso de la soldadura, particularmente en aquellos materiales como los aceros inoxidables austeníticos ya que tienen un alto coeficiente de expansión. Las partes a ser unidas deberán ser cuidadosamente separadas, alineadas y punteada (soldada por puntos) de tal forma que la soldadura final del montaje conforme las dimensiones requeridas dentro de las tolerancias razonables. Normalmente, en los talleres de fabricación, una tolerancia de 1/8 de pulgada entre los extremos de las tuberías unidas por soldadura es considerado el valor máximo aceptable. Sin embargo, tolerancias más rigurosas pueden, en algunas ocasiones ser aplicadas a componentes específicos del sistema.

En la creación de los subensambles, el procedimiento usual es ubicar los componentes mayores, ya sea sobre soportes ajustables o en una mesa niveladora, con su eje longitudinal en el plano horizontal. El eje horizontal y un extremo del miembro de dicho componente son usados como línea base con el cual las dimensiones y las ubicaciones de las partes pequeñas pueden ser referidas, usando una regla, una cinta metálica, un nivel o escuadra como se requiera.

En el trazado y ensamble del sistema completo de tuberías final, el mismo procedimiento en general es aplicable. Los componentes largos en la posición horizontal son ubicados, y luego este miembro es usado como punto de referencia para unir y montar los componentes menores. En estos sistemas, los componentes como los tubos, válvulas, acoples o subensambles prefabricados, deben ser cuidadosamente alineados en relación con otra estructura, otro equipo o entre ellos mismos. En donde la expansión térmica, contracción u otro tipo de movimiento no afecten, la operación de alineación es relativamente simple; pero en donde dichos movimientos estén involucrados, se deberá tener cuidado en la ubicación y alineación para asegurar que el sistema de tuberías, después de haber sido unido por soldaduras y puesto en servicio este acorde con los planos del diseño e instalación.

En el ensamble de uniones a tope, el uso de anillos de respaldo precisos, facilitan el espaciado y alineado. Cuando no se usen anillos de respaldos, los extremos de los componentes a ser unidos, deberán ser cuidadosamente alineados y espaciados en preparación al punteado, las cuales para en uniones abiertas, pueden ser facilitadas con calibres. Un inadecuado ensamble es la mayor causa de defectos en la soldadura y fallas en servicio.

Si las partes a ser soldadas pueden ser manualmente manejadas, el alineado, espaciado y en algunos casos, el armado puede ser hecho sin el uso de sujetadores externos. En la ubicación de secciones pesadas, el uso de sujetadores externos u

otros medios para sostener las partes en una correcta relación entre ellas, es esencial para mantenerlas alineadas y facilitar el manejo.

Tipo de uniones soldadas.

➤ **SOLDADURA A TOPE**, Es el método más empleado en la fabricación de sistemas de tuberías soldadas. Es la más satisfactoria desde el punto de distribución de estrés. Su campo de aplicación es generalmente tubo a tubo, tubo a brida, tubo a válvula y tubo a acoples de unión.

La preparación de los extremos del tubo para la soldadura, normalmente es hecho por medio de maquinado o esmerilado y dependiendo del espesor de la tubería, éste puede ser pleno o compuesto como se muestra en la figura 5.3.

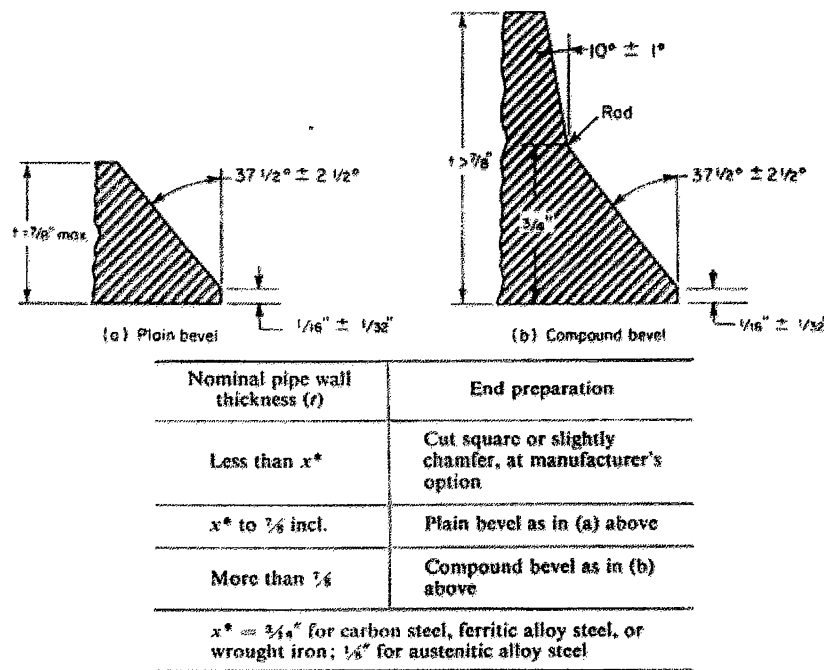


Figura 5.3. Biselado básico para todo componente a ser soldado.

➤ SOLDADURA DE FILETE, las soldaduras circunferenciales de filete, son generalmente usadas para unir tubo a tubo, tubo a brida, tubo a válvula y tubos a acopes de uniones de diámetro igual o menor a 2 plgs.

La figura 5.4 muestra dos tipos típicos de uniones con soldadura de filete.

Es de tomar en cuenta que estas uniones son susceptibles a esfuerzos cortantes y flexionantes y se requiere lograr una adecuada penetración entre las partes a ser soldadas.

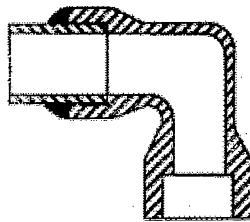
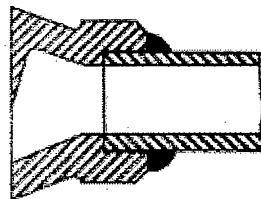
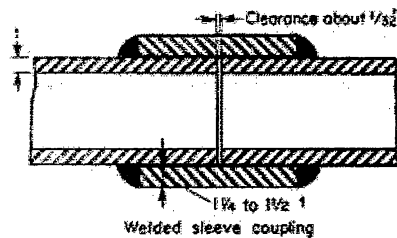


Figura 5.4. Ejemplo de uniones típicas por soldadura de filete.

➤ UNION ENTRE TUBERIAS DE ESPESORES DIFERENTES, en la soldadura de uniones de tuberías de diferente diámetros, se deberá tener cuidado en proporcionar una suave conicidad hacia el extremo del miembro de menor diámetro. En la figura 5.5, se muestran los dos métodos recomendados para alinear los tubos a ser soldados.

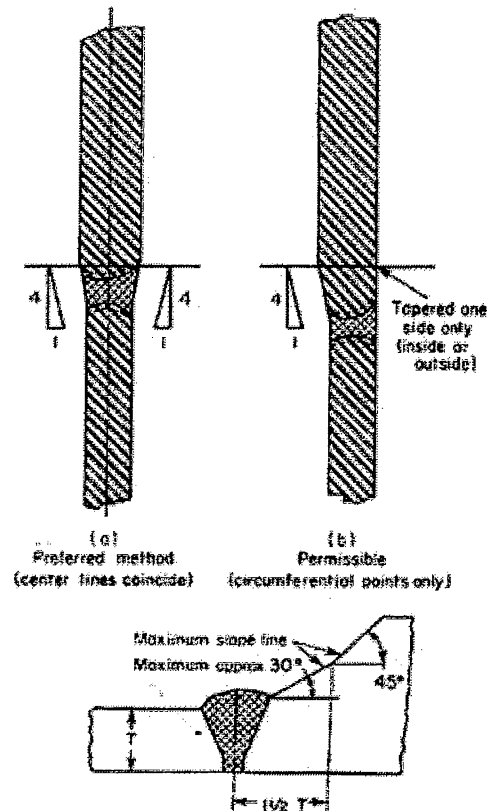


Figura 5.5. Preparación final recomendada, para tuberías válvulas y acoples de espesor diferentes.

➤ UNION TIPO INTERSECCION, uniones de intersecciones, tales como soldaduras medianas y grandes en forma de T, ramificación, en forma de Y, usualmente son las practicas más costosas de realizar. El corte y la

preparación, usualmente es realizado manualmente con antorcha de corte con oxiacetileno. La figura 5.6, ilustra dos formas de preparación para uniones de intersección a 90°.

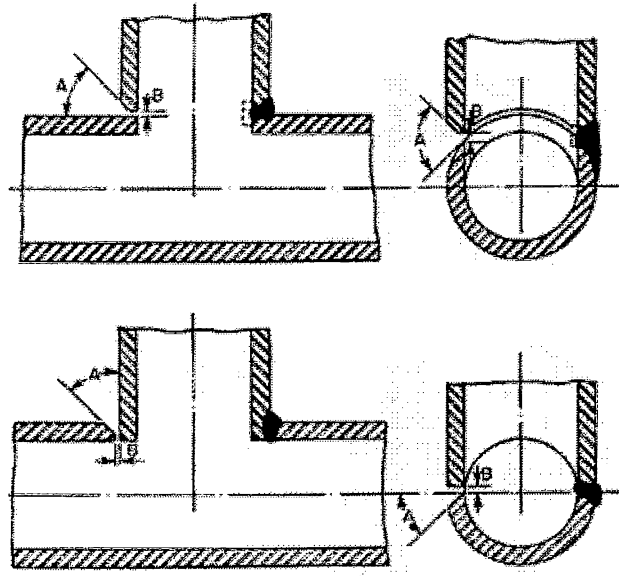


Figura 5.6. Tipos de preparación reconocidos para soldadura de intersecciones a 90°.

En la primera, la abertura en la tubería principal es igual al diámetro interior de la tubería ramificada y únicamente ésta es biselada. Mientras que en la segunda, la abertura en la tubería principal es suficiente para permitir que la tubería ramificada entre, y se requiere únicamente que la tubería principal sea biselada.

Procesos de soldadura.

Si bien el uso de procesos de soldadura automáticos y semiautomático va en aumento, el proceso más extensivamente utilizado en los talleres y particularmente

en los sitios del proyecto, es el proceso manual con arco metálico protegido. Otros procesos, en la que la mayoría son arco de tungsteno protegido con gas inerte, arco de metal consumible protegido con gas y con oxiacetileno.

- PROCESO MANUAL CON ARCO METALICO PROTEGIDO, es utilizado en la mayoría de metales ferrosos y no ferrosos usados para los sistemas de tuberías. El equipo requerido para su aplicación es relativamente simple y compacto, portable, seguro de usar y no requiere mayor mantenimiento.

El número de pases requerido para uniones de tuberías ferrosas, varía con el espesor de las tuberías, la posición, el diámetro del electrodo y la corriente utilizada. En la soldadura de tuberías de acero con contenido bajo de carbono y de baja aleación ya sea en una posición horizontal fija o giratoria, bajo procedimientos aceptables, el número de capas es aproximadamente una por cada 1/8 pulg. del espesor de la tubería. En la soldadura de tuberías de acero con contenido medio de carbono y de alta aleación ya sea en una posición horizontal fija o giratoria.

- PROCESO DE SOLDADURA DE ARCO DE TUNGSTENO PROTEGIDO CON GAS INERTE, es utilizado ampliamente en casi todos los materiales de tuberías ferrosos y no ferrosos. Aunque en cantidades sustanciales de tuberías de acero al carbono, el pase de raíz en las uniones a tope son hechas con este proceso. El espesor mínimo que puede ser manualmente soldado bajo este proceso es de 1/32 pulg.; mientras que el espesor mayor está limitado por el equipo disponible y el tipo de metal.

Para paredes de tuberías con espesores de 1/4 a 3/8 de pulgada (dependiendo del material) generalmente es más económico completar la unión a tope, después del pase de raíz con soldadura de arco de tungsteno, con otro

proceso de soldadura, tal como el de proceso manual con arco metálico protegido.

5.2 SUSPENDIDO DE TUBERIAS Y SOPORTES

La selección correcta y económica del suspendido para cualquier sistema de tubería, usualmente presenta dificultades de índoles diversas, algunas relativamente menores y otras de naturaleza más crítica. Su apropiada selección, le concierne a todo el personal relacionado con el diseño e instalación de los sistemas y deberá ser considerado durante toda la fase de la construcción.

5.2.1 TIPOS DE SOPORTES

En las primeras instalaciones de tuberías de procesos, casi todas las tuberías se instalaban colgadas utilizando abrazaderas sujetadas por varillas o cadenas; esto se hacía para tener libertad de movimiento. Este método de soporte se sigue todavía utilizando en tuberías que se instalan dentro de los edificios. Sin embargo, en las plantas de proceso modernas, casi todo el equipo se coloca en el exterior y las tuberías se colocan sobre soportes estructurales de acero (figura 5.7a).

La tubería se coloca en soportes. Resulta fácil sostener los tubos en estructuras o en pedestales sobre los que se apoyan directamente los elementos para sostén de los tubos.

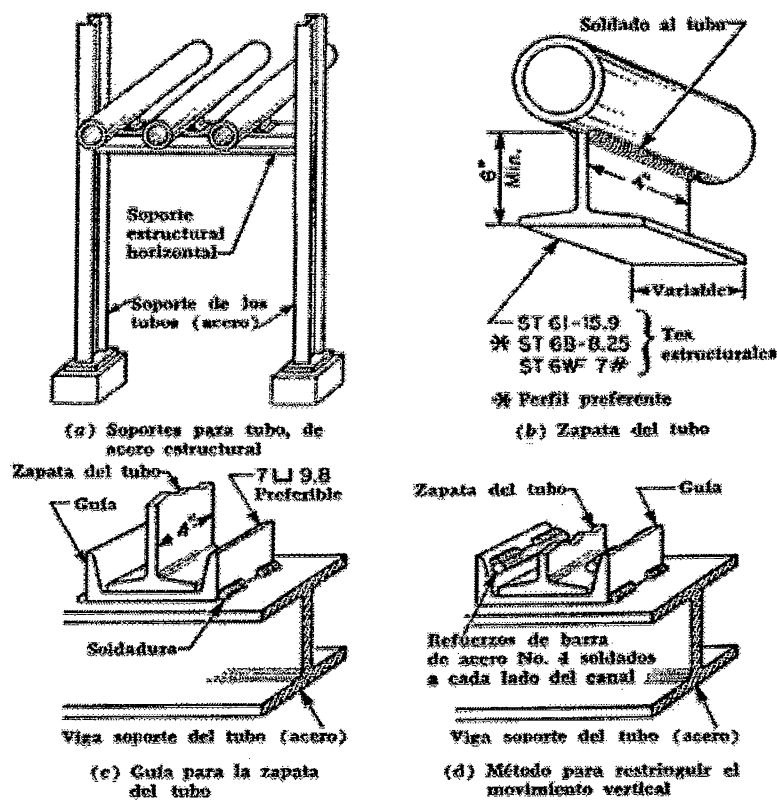


Figura 5.7. Soportes y anclas para tubos.

En la Figura.5.7b se muestra un pedestal barato y simple que puede construirse con viga T o con viga estructural común H o I. No es necesario ni deseable sujetar firmemente la tubería a cada soporte estructural. Se instala un soporte intermedio con guías como el que se muestra en la figura.5.7c; esto se hace cada tres o cuatro soportes, según sea el tamaño de la tubería. La guía permite movimiento en una dirección fija. En la figura 5.7d se muestra un método muy sencillo para restringir el movimiento vertical. Los pedestales, anclas y guías fabricados en la obra, por lo general resultan ser más baratos que los que se compran ya hechos. Sin embargo, los soportes y colgantes que se muestran en la figura 5.8 son más baratos que los hechos en la obra.



Figura 5.8. Soportes y colgantes para tubo.

Los soportes colgantes son de uso más apropiado para soportar tuberías en el interior de los edificios. Sin embargo, se usan miembros estructurales en el interior de los edificios cuando hay varias tuberías dispuestas de lado a lado. Los pedestales fabricados en la obra se usan de preferencia para soportar instalaciones exteriores, debido a que son fáciles de instalar y pueden protegerse contra la corrosión, pintando todas las superficies exteriores.

Los soportes colgantes de resorte, como el mostrado en la figura 5.9, se usan en instalaciones de tuberías para alta temperatura, tanto para el interior como para el

exterior de los edificios. Estos son los más baratos y es el tipo de soporte flexible más seguro para sustentación de tubos.

En el diseño de los soportes del tubo, es común y práctico especificar la elevación del lecho del tubo para todos los tubos colocados a la misma elevación relativa. La palabra elevación se usa intencionalmente, ya que la dirección es referida desde el lecho del tubo al nivel de referencia. Por ejemplo, cuando en un dibujo se muestra 125, este número indica que la tubería está 25 pies sobre el nivel de referencia nominal del área especificada arbitrariamente y, por conveniencia, como 100 pies.

Al instalarse todos los tubos a una elevación fija del lecho del tubo, prácticamente todos los pedestales, excepto las guías, tendrán la misma altura, lo que simplifica grandemente la instalación. Además, con una elevación constante se fija la posición del miembro estructural horizontal de los tubos, lo que simplifica el diseño y la construcción.

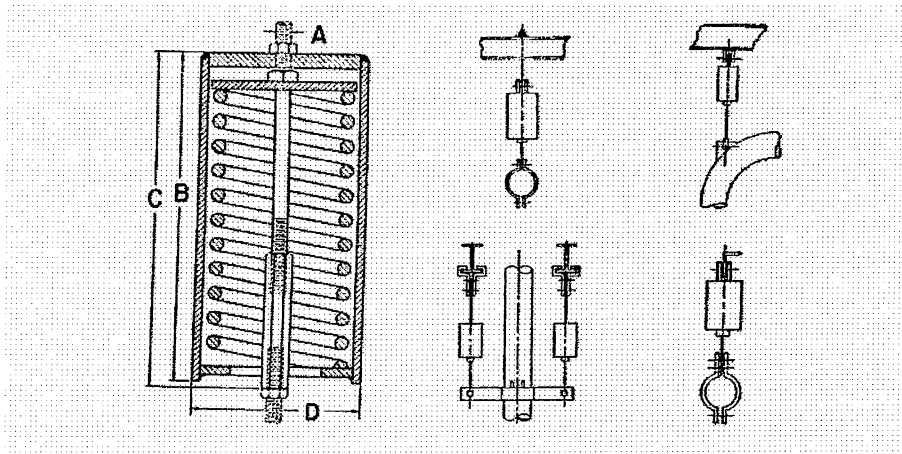


Figura 5.9. Soporte colgante de resorte e instalaciones típicas.

5.2.2 DETERMINACION DE LA POSICION DEL SOPORTE

La posición del soporte, depende de las dimensiones de la tubería, de la configuración del sistema, localización de válvulas y acoples pesados y la estructura que está disponible para soportar la tubería.

No existen reglas o límites definidas, que efectivamente digan la posición de cada soporte en un sistema de tuberías. Por lo tanto, el Ingeniero debe ejercitar su propio juicio en cada caso para determinar la posición de cada soporte.

Los soportes deberán ser colocadas tan cerca como sea posible, para cargas concentradas de manera de mantener al mínimo los esfuerzos de flexión. Cuando sea práctico, un soporte deberá ser colocado inmediatamente junto a cualquier cambio en la dirección de la tubería.

5.2.3 MODALIDADES DE UBICACION DE LAS TUBERIAS

Las tuberías podrán ser:

➤ Tuberías vistas:

Se considerará que una tubería es vista cuando en su trayectoria es visible en todo su recorrido. Al seleccionar el trazado de la red de tuberías, se observarán los siguientes criterios generales:

El trazado se elegirá de modo que los tramos rectos de tubería sean paralelos a una de las tres direcciones principales de la construcción y de forma que no dificulte el tráfico de personas en los lugares previstos para tal fin.

➤ Tuberías empotradas:

Esta modalidad de ubicación deberá limitarse al mínimo posible. Se entiende como tubería empotrada cuando se aloja en el interior de un muro o pared. Se podrá utilizar cuando se deba rodear algún obstáculo

Si la pared alrededor del tubo contiene huecos, estos deberán obturarse. No se permite el contacto directo de la tubería con armazones metálicos del edificio, ni con ninguna otra tubería. La tubería deberá protegerse contra la corrosión, por medio de pintura y cinta de protección.

En el caso más general, una instalación podrá tener tramos de tubería de cada una de las modalidades citadas.

CAPITULO VI

DISPOSICION FINAL DE LOS SISTEMAS DE TUBERIAS.

El propósito principal de la inspección, pruebas, limpieza, acabado e interpretación de las normas, es el de detectar condiciones defectuosas, que durante la vida útil de los componentes o sistemas de tuberías, conduzcan a fallas prematuras ya en servicio. Controles de calidad y procedimientos de inspección deben ser aplicados en las diferentes etapas desde el inicio hasta el final de la obra.

El éxito y la utilidad de cualquier método de inspección, prueba o limpieza, depende en especial del uso adecuado de los equipos respectivos, la correcta aplicación de las técnicas y el acertado juicio en la interpretación de los resultados.

6.1 INSPECCION

La inspección es aplicada sobre todo a las uniones soldadas que conforman los sistemas de tuberías, para determinar la calidad de la junta. Existen métodos muy diferentes de inspección. El uso de estos métodos dependerá a menudo del código o especificación que gobierna la soldadura.

La inspección de una ensambladura soldada puede hacerse en forma no destructiva o destructiva¹⁷

Los ensayos no destructivos, tratan de ubicar discontinuidades en la soldadura y en el metal base. Existen muchos métodos diferentes de ensayos no destructivos. Los métodos más ampliamente usados son: la inspección visual, por partículas magnéticas, por líquidos penetrantes, por ultrasonido y la inspección radiográfica. La inspección visual, por partículas magnéticas y por líquidos penetrantes se usa para localizar las discontinuidades superficiales. La inspección por ultrasonido y la inspección radiográfica se usan para localizar discontinuidades internas.

El ensayo destructivo se usa para determinar las propiedades mecánicas de la soldadura, tales como la resistencia, ductilidad y tenacidad. El ensayo destructivo puede también realizarse por diversos métodos, dependiendo de las propiedades mecánicas que están siendo ensayadas. Entre los tipos más comunes de ensayos destructivos tenemos los ensayos en las barras tensiles, los ensayos de impacto y los ensayos de flexión.

Por cuestión de economía y de aplicabilidad, en el presente documento solamente se tomarán en cuenta las pruebas no destructivas de inspección visual y radiográfica.

Inspección visual.

La inspección visual es de gran importancia ya que es el método de inspección más versátil a disposición. Sin embargo, la efectividad de la inspección dependerá en gran medida de la experiencia, conocimiento y juicio del inspector.

¹⁷ En el numeral 3.2.2, se habla genéricamente; pero en el presente capítulo, tienen aplicación específica para las soldaduras.

La norma QW – 144 de la AWS “Inspección Visual de Soldaduras”, es sugerida como guía adecuada para la ejecución de la inspección. Deberá realizarse a ojo desnudo, con auxilio de lupas y espejos sujetos a varillas; esto para examinar bien la raíz de la soldadura.

La superficie de la soldadura deberá ser uniforme, homogénea, libre de huecos, socavas y mordeduras. La soldadura deberá mostrar buena penetración con completa fusión del material del tubo y el material de aporte.

Inspección radiográfica.

Las uniones de tuberías por soldadura pueden ser examinadas por inspección radiográfica, ya sea desde el lado exterior de la tubería colocando la fuente de radiación en la parte exterior de la soldadura a radiografiar y sujetando la película del lado contrario; o de el interior, colocando la fuente de radiación en el interior de la tubería.

Debido a que la mayoría de estas pruebas se realizan en los sistemas ensamblados el método más aplicable es colocando la fuente de radiación al exterior. Para la cual se tienen dos técnicas¹⁸:

- Técnica de doble pared, vista dos paredes (técnica de la elipse), es recomendada para diámetro de tuberías mayores o igual a 3 ½ pulg. La cual consiste en colocar la fuente de radiación sobre la soldadura a una posición respecto al plano axial de la tubería, de forma que los rayos emitidos reflejen una elipse sobre la película.
- Técnica de doble pared, vista una pared. Es recomendada para diámetros de tuberías mayores de 3 ½ pulg. La cual consiste en colocar la fuente de

¹⁸ Ver en Anexo N° 6, un esquema representativo.

radiación sobre la soldadura en forma perpendicular, de forma que los rayos emitidos reflejen la sección inferior de la tubería como una línea

Al menos tres exposiciones radiográficas son requeridas de la misma soldadura para obtener una mejor interpretación.

6.2 PRUEBAS DE DETECCION DE FUGAS

Las pruebas para detectar fugas consisten en alcanzar una presión diferencial entre el lado interno del sistema de tuberías o componente y la presión exterior. Esto, generalmente es logrado por el aumento de la presión interna del sistema, que debe ser sustancialmente mayor que la presión externa (usualmente la atmosférica).

Hay varias métodos aplicables para las pruebas de detección de fugas, Entre los más comunes están la prueba hidrostática, que es la más reconocida y especificada por la mayoría de códigos relacionados con los sistemas de tuberías. Otros métodos emplean aire o gases tales como: freón, amoníaco o helio.

6.2.1 PRUEBA HIDROSTATICA

La ejecución de la prueba hidrostática para tuberías, componentes fabricados con tuberías y sistemas de tuberías ensamblados, es universal.

La aplicación de ésta prueba, está regida por la norma ASTM E 1003-95 "Prueba de fugas por método hidrostático", la cual establece que el componente sea completamente llenado con líquido, como el agua. Luego se debe aplicar lentamente presión al líquido, hasta alcanzar la presión requerida. Se debe dejar en estas

condiciones por el tiempo establecido, mientras tanto el sistema puede ser inspeccionado visualmente para la localización de fugas o simplemente se toma nota de la presión en el instrumento de medición para registrar la fuga total del componente o sistema.

A muy altas presiones, la prueba hidrostática es muy sensible. Cuando una sección de tubería o partes de componentes son fabricadas en el taller, la realización de la prueba es opción del personal de control de calidad de la obra; después de la instalación o montaje, una prueba final es requerida nuevamente para asegurar que el sistema completo este libre de fugas. La realización de la prueba en sistemas de tuberías luego de un período de servicio, es también frecuentemente requerida, particularmente si se han realizado reparaciones o modificaciones de dicho sistema.

6.2.2 PRUEBA CON AIRE

La prueba de fuga por medio de aire es también denominada prueba neumática, generalmente consiste en someter a presión con aire comprimido la parte interna de los componentes o el sistema de tuberías aplicando una solución jabonosa por la parte exterior de las uniones soldadas. Como la fuerza de expansión del aire comprimido es relativamente alta por lo que existe la posibilidad de que el sistema falle bajo la prueba, el uso de aire u otro gas para pruebas a presiones mayores de 100 psi no es recomendada. En todo caso, se deberá realizar bajo circunstancias extraordinarias y bajo una supervisión competente.

Por consiguiente, la prueba de fuga con aire, es realizada en aplicaciones limitadas, en general a practicas de talleres y usualmente solo para satisfacer los requerimientos de una aplicación en particular

6.3 LIMPIEZA FINAL DE LOS SISTEMAS

La limpieza y lavado de un sistema de tuberías nuevo o existente, es realizado esencialmente por el mismo procedimiento. En un sistema nuevo, se debe enfatizar en la remoción de contaminantes introducidos durante la fabricación, almacenamiento, construcción e instalación del sistema de tuberías. En el lavado de un sistema de tuberías existente, se debe enfatizar en la remoción de contaminantes generados por la operación normal, fallas que causan contaminación o depósitos debidos a algún mantenimiento.

La aplicación de éstos procedimientos, están regidos por la norma ASTM D 4174-89 y específicamente para éstos motores CATERPILLAR, la norma 1E2500 "Procedimientos de limpieza y lavado de sistemas de tuberías".

6.3.1 LAVADO DE UN SISTEMA DE TUBERIAS

Para un sistema ya ensamblado, mantener la tubería completamente limpia de tal manera que el lavado no sea necesario, es económica y prácticamente imposible. Por lo tanto, se reconoce que el lavado debe ser realizado luego que el sistema sea completamente instalado, pero previo al arranque del sistema. La efectividad del lavado depende de:

- Al esfuerzo de mantener afuera las partículas producidas inicialmente.
- La adecuada atención prestada al procedimiento de lavado.
- El diseño del sistema.

El lavado efectivo, significa: "tuberías y componentes del sistema limpios, obtenidos sin daños a equipos debido a los depósitos en ellos".

La efectividad del lavado, también depende de la capacidad de la bomba en uso para proveer un flujo sustancial, que pueda mantener un flujo turbulento dentro del sistema de tuberías. Cuando sea necesario, una bomba externa es recomendada con el propósito de mantener el flujo. El nivel de temperatura, la variación de temperatura, vibración, etc., Contribuyen a la efectividad del lavado. Sin embargo, la alta velocidad (dos o tres veces la velocidad normal del sistema) es el ingrediente más importante en el proceso.

El desprendimiento de sólidos debe ser forzado por medio de golpes con martillo o vibración en ciertos punto del sistema. Estos puntos incluyen las uniones soldadas, bridas, dobleces, puntos por debajo de una soldadura o en cualquier lugar en donde un trabajo de forma incomoda se halla realizado. Luego de que los sólidos sean desprendidos, estos se asentarán en el tanque, serán atrapados por pantallas temporales o filtrados.

Normalmente no es necesario, realizar el procedimiento a través de ciertos equipos y dispositivos que han sido ensamblados, limpiados y sellados por el fabricante, antes de ser enviados al sitio de la obra. Por lo tanto, estos deberán ser protegidos contra contaminantes. En éste proceso de lavado, se deberán evitar tales equipos y dispositivos hasta que el sistema de tuberías se encuentre limpio.

PREPARACION

Antes de la operación de lavado, se debe inspeccionar todas las áreas accesibles del sistema de tuberías. Si alguna evidencia de contaminación fuese encontrada, la contaminación, deberá ser removida manualmente.

En todo el sistema, deben ser instalados filtros; tanto del lado de succión de la bomba, como en la descarga de la misma.

El fluido utilizado para el lavado deberá ser calentado, ya sea por medio de vapor a baja presión o por medio de calentadores eléctricos, asegurando el flujo continuo.

El fluido seleccionado para ser utilizado en el lavado del sistema de tuberías, puede ser o bien el fluido que operará dicho sistema o un aceite de lavado. Si se utilizará el aceite de lavado, atención especial deberá tomarse en asegurarse que el aceite utilizado, sea compatible con todo el sistema (válvulas, sellos, etc.). Cuando se utilice el fluido que operará en el sistema, éste no deberá utilizarse para la operación; es decir que deberá desecharse y rellenar el sistema con fluido nuevo, ya que si el fluido de lavado que se ha contaminado durante el proceso es puesto en operación puede causar formación de espumas, emulsificación, reducción de la resistencia a la oxidación y fallas prematuras de componentes.

El tiempo de ejecución del lavado de los sistema, deberá ser como mínimo de 24 horas para garantizar que se halla realizado una limpieza adecuada del sistema. Las dimensiones del sistema de tuberías, así como su complejidad serán los factores para determinar la prolongación de dicho tiempo. Durante el período del lavado, se deberá mantener el fluido a determinada temperatura para los siguientes propósitos: de mantener su fluidez a través de todo el sistema, para que los sólidos solubles se disuelvan en éste y para que facilite el desprendimiento de partículas adheridas al interior de las tuberías.

La mayoría de las materias extrañas son colectados en los filtros temporales durante las primeras horas del proceso de lavado. Durante éste tiempo, se deberá estar revisando la bomba por cualquier caída de la presión que ocurra por su filtro, entonces, dicho filtro deberá ser limpiado. Esta operación deberá realizarse frecuentemente como en intervalos de 15 minutos. Los dispositivos de control de la

contaminación del fluido de lavado deberán ser inspeccionados y limpiados frecuentemente.

Cuando se halla completado el procedimiento de lavado, se deberá remover el fluido utilizado en el sistema, mediante el drenaje por los puntos más bajos del sistema. Después de que el fluido haya sido totalmente drenado y las superficies se encuentren limpias, el sistema de tuberías debe ser nuevamente inspeccionado para evidenciar que no exista contaminación alguna. Luego de verificar que se encuentre totalmente limpio, el sistema deberá ser revisado para garantizar que es seguro para entrar en operación.

6.3.2 LAVADO DE LAS TUBERIAS CON SOLUCION QUIMICA

Este es un proceso de lavado, en el que por acción química se remueve la escoria producto del conformado del metal o de trabajos realizados durante la fabricación de los sistemas. Cuando se halla completado el proceso, las superficies deberán estar libres de escoria y óxido a simple vista.

Antes de ejecutar éste proceso, los sistemas de tuberías deberán de estar limpios y libres completamente de aceite, grasa, tierra y materia extraña, diferente del óxido, y escoria; aunque pequeñas cantidades específicas de materia extraña pueda ser removida mediante éste proceso (teniendo en consideración que deberán ser drenados para evitar recircularlas en los sistemas).

La remoción en si de la escoria y óxidos, se da mediante el uso de una sustancia ácida diluida en agua limpia. Por lo que luego del proceso se deberá realizar un lavado neutralizante al mismo sistema, en cuya solución se deberá alcanzar y mantener un valor de $\text{pH} \geq 6.5$, agregando solución neutralizante como según sea necesario. Al terminar el lavado neutralizante, se deberá soplar el sistema con aire

comprimido. Inspecciones visuales se deberán de realizar en diferentes puntos del sistema, para asegurarse de que toda la escoria halla sido removida; de encontrarse evidencia de que ésta aun persiste, el proceso de limpieza por acción química deberá de ser repetido.

¡ IMPORTANTE !

Debido a que en los procesos intervienen sustancias químicas, se deberá poner atención especial a las indicaciones e instrucciones de la persona o entidad que establezca el procedimiento de dichos procesos.

Toda tubería que contenga escoria deberá ser sometida a un lavado mediante un proceso de acción química, el cual deberá de ser anticipado por un lavado de agua con el propósito de eliminar partícula de gran tamaños y algunas sustancias solubles en agua. Los Motores y equipos auxiliares, deben ser aislados de los proceso de lavados. Atención especial deberá ser puesta en el contenido de hierro disuelto en la solución, el cual no deberá exceder del 10%.

6.3.3 LAVADO FINAL

Para éste proceso puede utilizarse agua limpia o aceite especial para lavado. Durante la ejecución del lavado, se deberá parar cuantas veces sea necesario, para limpiar los filtros ubicados del lado de succión de la bomba como en el de descarga. También el sistema de tuberías deberá ser sometido a vibración y martilleo en ciertos puntos (uniones soldadas, etc.).

Durante la ejecución del proceso, se deberá limpiar y monitorear los filtros frecuentemente, manteniendo la presión diferencial sobre de los filtros dentro de las especificaciones emitidas. El lavado se dará por terminado, cuando el filtro de inspección del sistema esté limpio luego de 60 minutos de ejecución del proceso.

Para terminar, se deberá soplar con aire a presión el sistema para que los puntos bajos queden limpios y así estar listo para poder cambiar al fluido de operación del sistema.

Entonces se debe de llenar el sistema con los siguientes fluidos:

Para el sistema de combustible bunker :	Combustible destilado
Para el sistema de combustible diesel :	Combustible destilado
Para el sistema de agua de enfriamiento:	Agua limpia
Para el sistema de aceite lubricante :	Aceite lubricante
Para el sistema de aire comprimido :	Agua limpia
Para el sistema de vapor :	Agua limpia
Para el sistema de lodos :	Agua limpia

Se deberá consultar con el fabricante de los motores, el tipo de filtro que cada sistema ocupará ya en operación, colocando en la ejecución del proceso de lavado el más fino dictado para el sistema. El tiempo de ejecución del lavado con los fluidos indicados para los sistemas, deberá ser de por lo menos de 24 horas, después que el fluido halla sido calentado a un mínimo de 60 °C, pero no más de 82 °C. Al final, también se deberá soplar con aire a presión el sistema.

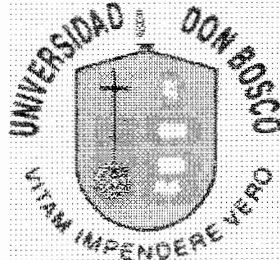
6.4 ACABADO EXTERIOR

La tubería debe quedar perfectamente protegida contra la corrosión y pintada. Para ello se procederá como sigue:

Mediante la utilización de disolventes o detergentes, se eliminarán todos los elementos ajenos al metal, como pudieran ser restos de grasa o pintura, si fuera necesario. La presencia de color rojizo o amarillento, o zonas sin brillo, denota que no se ha eliminado todo el óxido.

A continuación se dará una mano de pintura de imprimación anticorrosivo. Una vez seca la pintura de imprimación se darán dos manos de pintura de acabado, del color asignado de acuerdo al fluido de operación del sistema.

UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA



**MANUAL PARA LA APLICACION DE NORMAS EN TRABAJOS DE
TUBERIAS SOMETIDAS A PRESION, EN PLANTAS GENERADORAS
TERMoeLECTRICAS DE EL SALVADOR.**

PRESENTADO POR:
CARLOS ALBERTO RODRIGUEZ HERNANDEZ
CARLOS ANTONIO ALFARO ZEPEDA

CIUDADELA DON BOSCO, SOYAPANGO, EI SALVADOR.

I. OBJETIVO:

- ✓ Establecer los parámetros generales mínimos exigibles, para el montaje de tuberías basados en normas y códigos, elaborados por organismos e instituciones reconocidas dentro del ámbito.

II. ALCANCE:

- ✓ Presentar un guía de referencia en la aplicación de normas en el montaje de tuberías sometidas a presión con aplicación a plantas generadoras termoeléctricas.
- ✓ Por la complejidad del tema, las prácticas para la realización del presente documento se han seleccionado de acuerdo al factor económico, disponibilidad de equipos y personal adecuado.

III. LINEAMIENTOS GENERALES:

Entiéndase como lineamientos generales, a las especificaciones y recomendaciones que los organismos e instituciones correspondientes enlistan en sus normas o códigos para la ejecución de determinada practica dentro de las diferentes etapas de la ejecución del proyecto.

Así, los lineamientos generales para el presente manual serán presentados de acuerdo con las diferentes etapas:

1. Etapa de evaluación de los materiales.

La actividad se presta para corroborar que se cumplan las condiciones estipuladas por las especificaciones del mismo fabricante en una forma de auto control (de la empresa encargada de la obra) y para satisfacción del cliente (propietario de la planta). Entonces, deberá verificarse lo siguiente:

- a) Que el material sea conforme a lo indicado en la especificación del fabricante. Para lo que se deberá solicitar la hoja técnica del material y por medio de ensayos de laboratorio, corroborar su autenticidad.
- b) Que el material sea de buena calidad, suficiente en número de bridas, codos, tubería, etc. y que correspondan para el tipo de fluido a utilizar.
- c) Que el estado de conservación sea satisfactorio. Si es necesario se procederá a la limpieza interior del mismo antes de la colocación definitiva en obra.

2. Etapa de montaje.

El montaje mecánico es la etapa más importante del proyecto, ya que de esto depende la operación y seguridad de la instalación. Dentro del montaje mecánico, se deberán tener las siguientes consideraciones:

- a) Que el personal cumpla los requisitos para la ejecución de sus funciones. Como en el caso de los soldadores, inspectores, supervisores, laboratorista, etc.
- b) Proceder a la ejecución de las obras mecánicas (corte, uniones, ensamblado, ubicación, soportería, etc) Manteniendo estrecha comunicación en la cadena de mando, así como con el personal de otras tipos de obras.
- c) Antes de proceder a la instalación definitiva se presentará el conjunto para comprobar verticalidad, alineación, etc.
- d) Durante el montaje, los extremos abiertos de tuberías, ya instaladas, serán taponados para evitar la penetración de suciedad y materiales extraños.

e) Tener en cuenta siempre las medidas, indicaciones y recomendaciones de seguridad e higiene industrial.

3. Etapa de disposición final.

El propósito principal de la inspección, pruebas, limpieza, acabado e interpretación de las normas, es el de detectar condiciones defectuosas, que durante la vida útil de los componentes o sistemas de tuberías, conduzcan a fallas prematuras ya en servicio.

a) Métodos de inspección deberán ser aplicados a los sistemas ya ensamblado. Se recomienda realizar una inspección visual, para el proyecto completo e inspección radiográfica para las uniones soldadas.

b) Deberá de comprobarse la hermeticidad de los sistemas. Esto se podrá realizar por medio de una prueba hidrostática en secciones o en sistemas completos.

c) Los sistemas luego de los trabajos, deberán quedar limpios internamente. Dependiendo de del grado como del tipo de suciedad, será el proceso y secuencia a aplicar.

d) La parte exterior de las tuberías también deberá ser sometida a limpieza, y tratamiento, previo a la aplicación de la pintura.

III. RESPONSABILIDADES:

Entiéndase como responsabilidades, las funciones que de acuerdo a las diferentes etapas se deben realizar, con el propósito de garantizar la culminación satisfactoria en un tiempo establecido de dicha etapa. Es de tener en cuenta que para toda responsabilidad debe existir uno o más responsables.

Para el caso, se tiene:

Cuadro guía para la realización de la obra

ETAPA	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	NORMAS SUGERIDAS
1.Evaluación del material	Realización de ensayos mecanicos.	Un tercero	ASTM E350, (Método para pruebas de análisis químico de acero al carbono, aceros de baja aleación, hierro dulce e hierro forjado).
	Cuantificación y clasificación del material	Departamento de control de calidad y bodeguero	No aplica
2.Fabricación y montaje de los sistemas	Evaluacion de procesos de soldadura y soldadores	Un inspector	AWS D 10.9 (Calificación de procedimientos y personal para la soldadura de tuberías y componentes relacionados.)
			UNE 14-O42-74 (Examinación y calificación de soldadura manual de arco abierto de electrodo cubierto de juntas circulares a tope en tuberías de acero.)
	Trabajos de obra y banco, armado y ensamblado	Supervisor de trabajos mecanicos	ASME B31 (Codigo para tuberías sometidas a presión.)
			ANSI B16.5-1977 (Bridas y conecciones de bridas de acero para tubos).
	Soldadura	Supervisor de trabajos mecanicos	AWS QW - 132 (Requerimientos generales para soldadura de tuberías).
			ANSI B16.25 -1979 (Extremos para soldadura a tope).
Suspendido y soportado	Supervisor de trabajos mecanicos	ASME B31 (Codigo para tuberías sometidas a presión.)	
3.Disposición final	Inspección visual	Control de calidad	ASME SECCION IX, Articulo 9 (Inspección visual).
		Un tercero	AWS QW - 144 (Inspección visual de soldaduras).
	Pruebas radiográficas	Un tercero	ASME SECCION V, Articulo 2 (Inspección radiográfica).
	Prueba hidrostática	Un tercero	ASTM E 1003 (Prueba de fugas hidrostática).
	Limpieza	Un tercero	ASTM D 4174 (Limpieza de tuberías).
			Especificaciones CATERPILLAR 1E2500 (Procedimiento para lavados de tuberías).
Acabado	Supervisor de trabajos mecanicos	ASTM 3.02 (Protección Superficial).	

Adicionalmente, se tienen:

- ANSI A 21.10, Conexión de hierro gris y hierro dúctil, de 3 a 48 pulg, para agua y otros líquidos.
- ANSI B1.1, Roscas unificadas en pulgadas.
- ANSI B1.20.1, Roscas para tubos, de uso general.
- ANSI B16.1, Bridas y conexiones de brida de hierro colado para tubos, clase 25, 125, 250 y 800.
- ANSI B16.3, Conexiones roscadas de hierro maleable, clase 150 y 300.
- ANSI B16.4, Conexiones roscadas de hierro fundido, clase 125 y 250.
- ANSI B16.10, Dimensiones de válvulas.
- ANSI B16.14, Tapones ferrosos para tubo, bujes y contratuercas con rosca para tubos.
- ANSI B16.20, Anillo para unión de bridas de acero.
- ANSI B16.21, Empaques no metálicos para uniones bridadas.
- ANSI B16.28, Codos y retornos de radio corto de acero forjado para soldadura a tope.
- ANSI B16.34, Válvulas de acero, de extremo con brida y para soldadura a tope.
- ANSI B18.2.1, Pernos hexagonales y cuadrados, y tornillos.
- ANSI B18.2.2, Tuercas hexagonales y cuadradas.
- ANSI B18.21.1, Arandelas de seguridad.
- ANSI B18.22.1, Arandelas planas.
- ASNT, especificación SNT-TC-1A, Calificación y certificación de personal para pruebas no destructivas.
- AWS, especificación A3.0, Definiciones y términos de soldadura.
- AWS, especificación QC7, Calificación y certificación de soldadores.
- AWS, especificación QC1, Calificación y certificación de inspectores de soldadura.

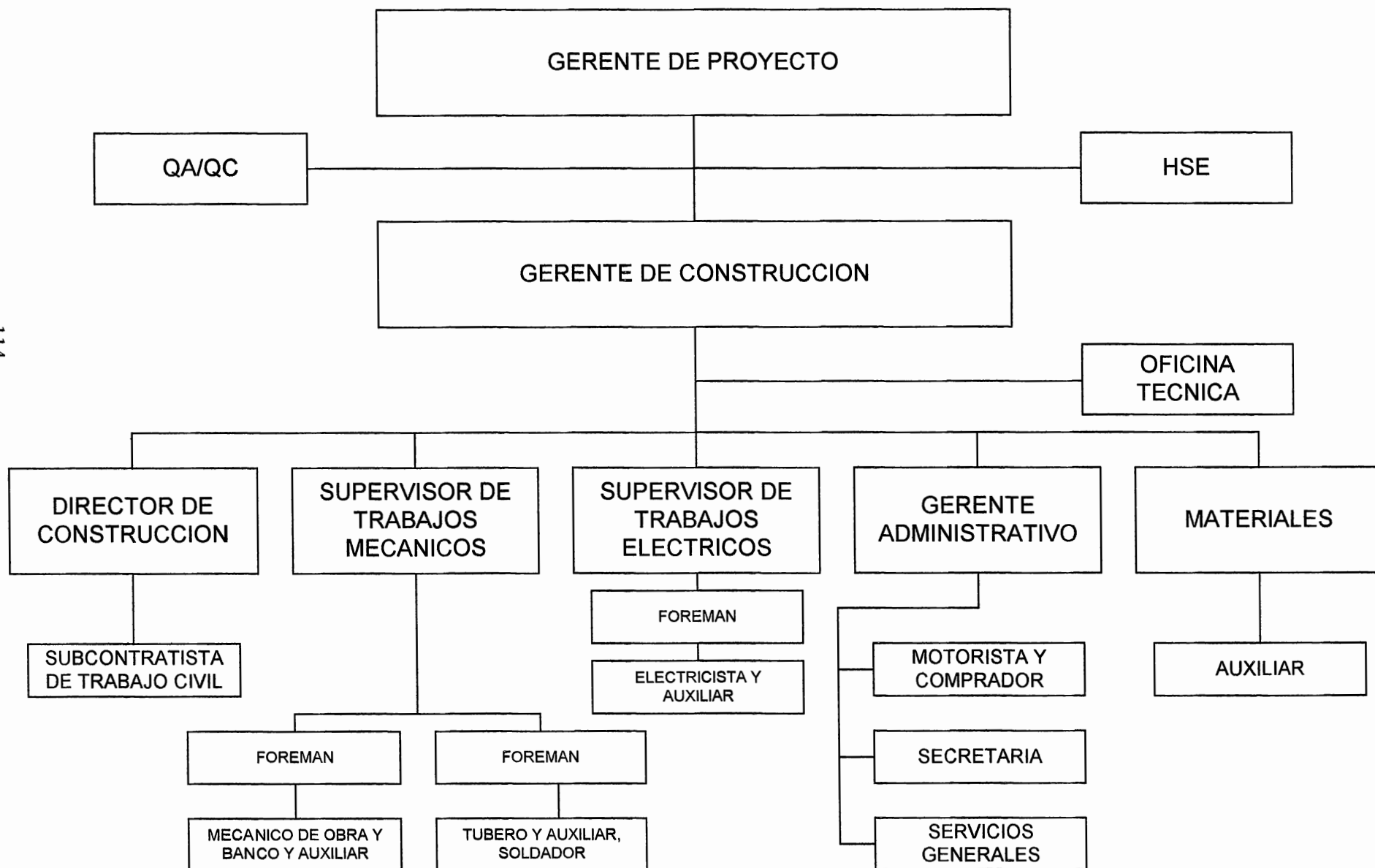
NOTAS:

- Las responsabilidades, pueden ser clasificadas como: Responsabilidad específica y Responsabilidad en conjunto. La primera, generalmente recae en una sola persona a la organización interna. Mientras que la segunda, se encuentra dentro de la organización y requiere de intervención de otras áreas.

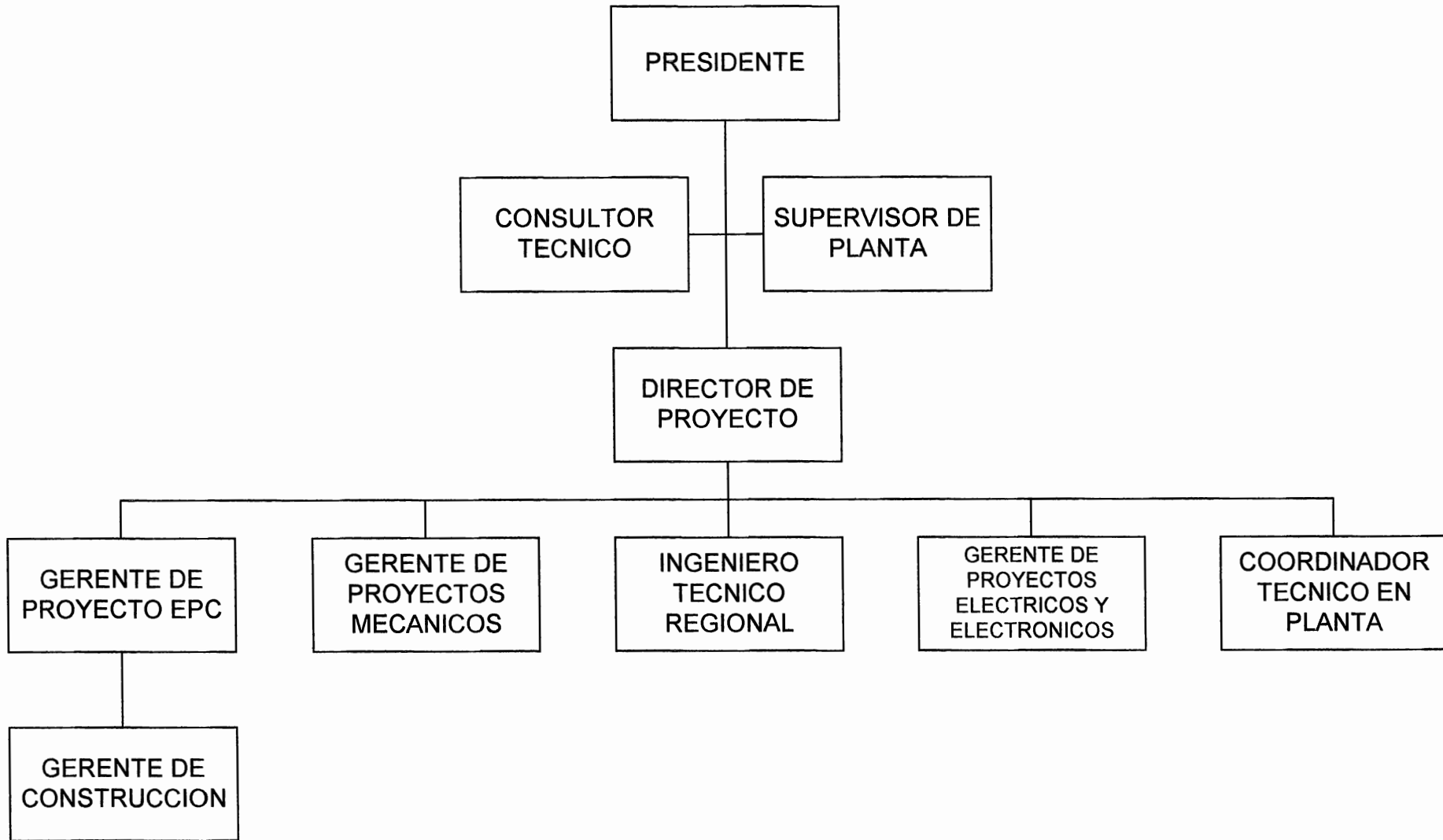
- Entiéndase como tercero, a los que prestan un servicio para la realización del proyecto que son ajenos a los contratistas.

- Los responsables son tomados en base a los cuadros de organización, sugerido para la realización de un proyecto, mostrados a continuación.

ESQUEMA DE ORGANIZACION INTERNA



ESQUEMA ORGANIZATIVO DE FUNCIONES



CONCLUSIONES

- ✓ Este documento sé a elaborado como una guía a seguir para el montaje de tuberías de alta presión en plantas termoeléctricas, más sin embargo esta guía puede ser utilizada para otro tipo de instalación, puesto que las normas propuestas a consultar lo permiten.
- ✓ Una herramienta muy útil dentro de lo que es la instalación de tuberías es la soldadura con todo lo que ella implica.
- ✓ Dentro de nuestro medio hay empresas dedicadas al montaje de tuberías, mas sin embargo no hay entes reguladores con suficiente credibilidad que den fe del buen funcionamiento del sistema en un futuro, puesto que la mayoría de estas empresas son juez y parte.
- ✓ Aunque ya existen empresas que están trabajando en inspecciones de soldadura, todavía les falta mucho camino por recorrer dentro de este amplio mundo de la soldadura, especialmente relacionado a las certificaciones internacionales.

RECOMENDACIONES

- ✓ Puesto que este documento es solo una guía para el montaje de tuberías es preciso consultar las normas a las que en el documento se hace referencia.
- ✓ Siendo la soldadura una herramienta indispensable en el montaje de tuberías, se debería estudiar con más profundidad los procesos, métodos y preparación de la soldadura.
- ✓ Haciendo alusión a la certificación de soldadores se recomienda consultar la pagina web de la AWS.

ANEXOS

ANEXO N° 1

CUADRO DE ESPECIFICACION DEL COMBUSTIBLE BUNKER.

ISO FUEL STANDARD 8217, 1ST REVISION 1996, FOR MARINE RESIDUAL FUELS

CHARACTERISTIC	UNITS	UNIT	RMA	RMB	RMC	RMD	RAE	RAE	RMC	RME	RNF	RNF	RNF	RNF	RNF	RNF	RNF
DENSITY @ 15°C	kg/m ³	Max	975	981	981	985	991	991	991	991	1010	991	1010	-	991	1010	-
VISCOSITY @ 100°C	mm ² /S	Max	10	10	10	15	25	25	35	35	35	45	45	45	55	55	55
APPROX VISC. @ 50°C *	mm ² /s		50	50	50	100	225	225	390	390	390	585	585	585	810	810	810
FLASH POINT	°C	Min	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
POUR POINT, WINTER	°C	MAX	0	24	24	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
POUR POINT, SUMMER	°C	Max	6	24	24	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
MCR	%m/m	Max	10	10	14	14	15	20	18	22	22	22	22	--	22	22	--
ASH	%m/m	Max	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.15	0.15	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
WATER	% V/V	Max	0.5	0.5	0.5	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
SULFUR	%m/m	Max	3.5	3.5	3.5	4.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
VANADIUM	mg/kg	Max	150	150	300	350	200	500	300	600	600	600	600	600	600	600	600
ALUMINIUM & SILICON	mg/kg	Max	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
TOTAL SEDIMENT POT	%m/m	Max	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10

* Note: Approximate Viscosity @ 50°C as indicated in ISO 82171996, Annex C.
No Specified Limit

ANEXO N° 2

CUADRO DE ESPECIFICACION DEL COMBUSTIBLE DIESEL.

ISO 8217 FUEL STANDARD, 1ST REVISION 1996, FOR MARINE DISTILLATE FUELS

	UNIT	TYPE	DMX	DMA	DMB	DMC
DENSITY @ 15°C	kg/m ³	Max	--	890.0	900.0	920.0
VISCOSITY @ 40°C	mm ² /s	Min	1.40	1.50	--	--
	mm ² /s	Max	5.50	6.00	11.0	14.0
FLASH POINT	°C	Min	43	60	60	60
POUR POINT, WINTER	°C	Max	--	-6	0	0
POUR POINT, SUMMER	°C	Max	--	0	6	6
CLOUD POINT	°C	Max	-16	--	--	--
MICRO CARBON RESIDUE ON 10% DIST. BOTTOMS	%m/m	Max	0.30	0.30	--	--
MICRO CARBON RESIDUE	%m/m	Max	--	--	0.30	2.50
ASH	%m/m	Max	0.01	0.01	0.01	0.05
SEDIMENT BY EXTRACTION	%m/m	Max	--	--	0.07	--
TOTAL SEDIMENT EXISTENT	%m/m	Max	--	--	--	0.10
WATER	% V/V	Max	--	--	0.3	0.3
CETANE NUMBER	--	Min	45	40	35	--
VISUAL INSPECTION	--	--	Clear	Clear	--	--
SULFUR	%m/m	Max	1.0	1.5	2.0	2.0
VANADIUM	mg/kg	Max	--	--	--	100
ALUMINIUM & SILICON	mg/kg	Max	--	--	--	25

No Specified Limit

Grade Description (As defined in ISO 8216, 1986):

DMX: Distillate. Used in emergency equipment, external to the machinery spaces. DMA: Distillate, General Purpose, shall contain no residuum. (Marine Gas Oil)

DMB: Distillate, General Purpose, may contain a trace of residuum. (Marine Diesel Oil)

DMC: Distillate, General Purpose, may contain some residuum. (Marine Diesel Oil)

ANEXO N° 3

CUADRO DE ESPECIFICACION DEL ACEITE LUBRICANTE.

Taro Engine Oils		DP 40	XL 40	Special	Special EX 85
Code No.		1675	1689	2225	2226
	Test Method				
Appearance		Dark Red			
Gravity, API	D 1298	25.6	25.6	19.5	18.5
Flash, COC, °F	D 92	460	460	470	470
Pour Point, °F	D 97	5	5	10	15
Viscosity					
cSt at 40°C	D 445	140	140	203	362
cSt at 100°C	D 445	14.2	14.2	17.2	25.0
SUS at 100°F	(calc)	737	737	1075	1936
SUS at 210°F	(calc)	76	76	89	124
Viscosity Index	D 2270	92	92	90	90
Total Base No.		32	42	75	85
Sulfated Ash, wt%		3.6	5.2	9.3	11.6

ANEXO N° 4

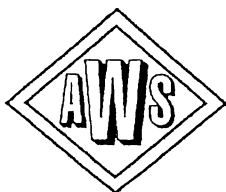
TABLAS CORRESPONDIENTES A LOS VALORES DE A & Y.

(ANSI B31.1.0-1967)

Tipo de tubo	Valores de A, pulg
Tubo de fundición de hierro, fundido centrífugamente	0.14
Tubo de fundición de hierro, fundido en foso de colada	0.18
Tubo roscado de acero de hierro dulce o no ferroso:	
3/8 pulg y menos	0.05
1/2 pulg y más	Altura de la rosca
Tubo ranurado de acero, de hierro dulce o no ferroso	Profundidad de la ranura
Tubo ordinario o especial de extremos lisos de acero o de hierro dulce o forjado	
1 pulg y menos	0.05
1 1/4 pulg y más	0.065
Tubo ordinario o especial de extremos lisos, o sin rosca, no ferrosos	0.000

(Para valores intermedios, interpólese) (ANSI B31.1.0-1967)

	Temperatura, °F (°C)					
	900 (482) y menos	950 (510)	1000 (538)	1050 (566)	1100 (593)	1150 (621) y más
Aceros ferríticos	0.4	0.5	0.7	0.7	0.7	0.7
Aceros austeníticos	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.7



ANEXO Nº 5

APPLICATION FOR AWS CERTIFIED WELDER

AWS USE ONLY		
1. Check#	_____	
2. Date Rec'd	_____	
3. Amount	_____	
4. Account#	_____	
5. Test Record:	_____	
CHARGE MY:	VISA	MC
	AMEX	DIN
CARD #	_____	
EXP. DATE:	_____	

Personal Information (To be completed by applicant.)

Name: _____ Social Security # _____
Last First Middle Initial

Home Address: _____
Street Apartment Number

City _____ State _____ Zip _____ email _____
 Telephone: Home: (____) _____ Business: (____) _____ Fax: (____) _____

Check here to Send Results to Employer
 Company Name: _____

_____ Street City State Zip

Test Information (To be completed by Facility Test Supervisor).

Accredited Test Facility Certificate No. _____ Date Tested _____

Welding Procedures Specification _____
(If Supplement G-Indicate WPS Number as assigned by employer.)

Qualifications: Place the appropriate abbreviation in each category box

Supplement	Code	Process	Gas (optional)	Filler Metal	Base Metal	Position	Thickness
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
		<input type="text"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	

Applicant Authorization

yes, I want AWS to release information about my certification
 no

Welder (Signature) _____ Date _____

Reviewed: Facility Test Supervisor _____
Signature Date

_____ Print Name CWI Certification Number Expiration Date

Document Control:

Revision A	10/14/98	Application for AWS Certified Welder	Cert-Form-1-783
------------	----------	--------------------------------------	-----------------



P.O. Box 440367 ♦ Miami, FL 33144-0367 ♦ (800) 443-9353, ext. 273 ♦ (305) 443-9353, ext. 273

5. AWS USE ONLY

Site Code _____ Date Recv'd _____
Acc't # _____ Amt \$ _____

6. METHOD OF PAYMENT

Check # _____ Bill PO # _____ (attach copy)
VISA MC AMEX Diners Discover
Credit Card #
Exp. Date
Mo Day Yr Signature

- 1. THIS APPLICATION IS FOR (CHECK ONLY ONE):
2. ARE YOU A CURRENT AWS MEMBER?
3. HAVE YOU TAKEN THE CWI CERTIFICATION EXAM?
3B. IF YOU WERE PREVIOUSLY CERTIFIED WITH AWS, PLEASE PROVIDE CERTIFICATION #:
*THE APPLICATION SUBMISSION DEADLINE IS (6) WEEKS PRIOR TO THE SCHEDULED TEST DATE

LAST NAME FIRST NAME MI
U.S. SOCIAL SECURITY NUMBER INTERNATIONAL CANDIDATE PASSPORT NUMBER

- 7. PLEASE ASSIGN ME TO THE FOLLOWING EXAM (ONLY):
1st Site Code: Test Date: City/State: *Application Submission Deadline:
2nd Site Code: Test Date: City/State: *Application Submission Deadline:
3rd Site Code: Test Date: City/State: *Application Submission Deadline:
PLEASE NOTE: AWS strongly recommends that the applicant select second and third site alternatives. IMPORTANT- Applications received without a test site selection will be considered incomplete, and if no site is submitted within 30 days of application submission, the applicant may be in jeopardy of forfeiting application fees (QC1-96, Section 6.1.1.2). *Applications received AFTER the Application Submission Deadline will automatically be charged the \$250 Fast Track Process Fee. To avoid this fee, applications must be received (6) weeks prior to the scheduled test date.

8. Please Register me for the Following Preparatory Seminar with its assigned exam:
Site Code: Test Date: City/State: Application Submission Deadline:

- 9. I CHOOSE THE FOLLOWING DISCOUNT SEMINAR/EXAM PACKAGE (ONLY SELECT ONE):
VALUE PAK 1 (includes two Code Clinics)
VALUE PAK 2 (includes only one Code Clinic. CHOOSE ONE)
OR
VALUE PAK 3 (NO Code Clinics)
VALUE PAK 4 (NO Code Clinics - suggested for CWE applicants)
CWI EXAMINATION ONLY

10. YOU MUST CHOOSE ONE OF THESE CODES AS YOUR OPEN CODE BOOK TEST SUBJECT:
AWS D1.1 (1998, 2000 or 2002 editions permissible)
API 1104 (19th edition)
AWS D15.1 (1993 edition)
AWS D1.5 (1996 all-metric edition)

A Code Clinic on API 1104 is NOT available during all seminar offerings. Check the schedule carefully.
NOTE: AWS cannot supply the API 1104 (19th edition) code book. Those candidates wishing to enroll in the API 1104 Code Clinic and/or elect to take the API 1104 open code book examination MUST purchase or possess the 19th edition of API 1104. Copies may be purchased through Global Engineering at: (800) 854-7179 or via e-mail: www.global.his.com

ACCOUNT NUMBER:

11. PERSONAL (we will mail all your correspondence to the address listed below)

LAST NAME

FIRST NAME

MI

	■		■
--	---	--	---

COMPANY NAME ONLY IF MAILING ADDRESS

--

STREET ADDRESS FOR CORRESPONDENCE

APT No.

	■
--	---

CITY AND STATE/PROVINCE/COUNTRY

ZIP CODE

	■
--	---

HOME TELEPHONE NUMBER

WORK TELEPHONE NUMBER

	■		■	
--	---	--	---	--

	■		■	
--	---	--	---	--

FAX TELEPHONE NUMBER

E-MAIL

	■	
--	---	--

--

DATE OF BIRTH (MM/DD/YY - Ex: 02/13/46)

	■		■	
--	---	--	---	--

12. ASSOCIATION (PLEASE CHECK ALL THAT APPLIES)

CHECK ONE BOX. TYPE OF BUSINESS	CHECK ONE BOX. JOB CLASSIFICATION	D__ Advanced materials, intermetallics
A. <input type="checkbox"/> Contract Construction	01 <input type="checkbox"/> President, owner, partner, officer	E__ Ceramics
B. <input type="checkbox"/> Chemicals, Allied Products	02 <input type="checkbox"/> Manager, director, superintendent	F__ High energy beam processes
C. <input type="checkbox"/> Petroleum & Coal Industries	03 <input type="checkbox"/> Sales	G__ Arc welding
D. <input type="checkbox"/> Primary Metal Industries	04 <input type="checkbox"/> Purchasing	H__ Brazing and soldering
E. <input type="checkbox"/> Fabricated Metal Products	05 <input type="checkbox"/> Engineer – welding	I__ Resistance welding
F. <input type="checkbox"/> Machinery except electrical	06 <input type="checkbox"/> Engineer – other	J__ Thermal spraying
G. <input type="checkbox"/> Electrical equipment, supplies, electrodes	07 <input type="checkbox"/> Inspector, tester	K__ Cutting
H. <input type="checkbox"/> Transport equip., air, aerospace	08 <input type="checkbox"/> Supervisor, foreman	L__ NDE
I. <input type="checkbox"/> Transport equip., automotive	09 <input type="checkbox"/> Welder, welding or cutting operator	M__ Safety and health
J. <input type="checkbox"/> Transport equip., boats, ships	10 <input type="checkbox"/> Architect, designer	N__ Bending and shearing
K. <input type="checkbox"/> Transport equip., railroad	11 <input type="checkbox"/> Consultant	O__ Roll forming
L. <input type="checkbox"/> Utilities	12 <input type="checkbox"/> Metallurgist	P__ Stamping and punching
M. <input type="checkbox"/> Welding distributorship & retail trade	13 <input type="checkbox"/> Research and development	Q__ Aerospace
N. <input type="checkbox"/> Misc. repair services inc. welding shops	14 <input type="checkbox"/> Technician	R__ Automotive
O. <input type="checkbox"/> Education services inc. schools, libraries	15 <input type="checkbox"/> Educator	S__ Machinery
P. <input type="checkbox"/> Engineering & architectural services	16 <input type="checkbox"/> Student	T__ Marine
Q. <input type="checkbox"/> Misc. business services inc. laboratories	17 <input type="checkbox"/> Librarian	U__ Piping and tubing
R. <input type="checkbox"/> Governmental (federal, state, local)	18 <input type="checkbox"/> Customer service	V__ Pressure vessels and tanks
S. <input type="checkbox"/> Other _____	19 <input type="checkbox"/> Other _____	W__ Sheet metal
YOUR COMPANY'S #1 PRODUCT/SERVICE:	FILL IN ORDER OF PRIORITY (1, 2, 3 ETC.)	X__ Structures
	YOUR TECHNICAL INTERESTS	Y__ Other _____
	A__ Ferrous metals	Z__ Automation
	B__ Aluminum	1__ Robotics
	C__ Nonferrous metals except aluminum	2__ Computerization of welding

13. EDUCATIONAL LEVEL

YEARS
DOCUMENTED

A. Finished high school or obtained GED	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No If "Yes," describe at least 5 years work experience in Section 15A	
B. Finished 8 th grade, but not high school	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No If "Yes," describe at least 10 years work experience in Section 15A	
C. Did not finish 8 th grade	<input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No If "No," describe at least 15 years work experience in Section 15A	
<p>AWS QC1 allows you to substitute post high school education for an equal number of years of the minimum five years experience required. Do not attach resume. Refer to QC1-96, section 5.2 or 5.3 for definition of "Qualifying Work Experience" and submission.</p>		

YEARS
DOCUMENTED

A. College credits <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No If "Yes," attach transcripts of engineering-level courses	Maximum two years work substitution credit if the degree is in engineering technology, engineering, or physical science	
B. VoTech credits <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No If "Yes," attach transcripts of welding related courses	Maximum one-year work substitution credit <i>only</i> if courses <i>completed</i> and <i>within</i> a curriculum related to welding.	

14. QUALIFYING WORK EXPERIENCE

 I understand that all work experience documented on this application may be verified with both past and present employers.
(initials)

15. MOST RECENT EMPLOYER

Duplicate this page as needed to provide additional information for *each one* of your employers in order to meet the experience requirements for CWI/CWE eligibility.

Company Name: _____ Dept/Div.: _____

Supervisor/Personnel Manager: _____ Telephone: () - _____

Mailing Address: _____

City: _____ ST/Prov.: _____ Zip: _____ Country: _____

Supervisor/ Personnel Manager's e-mail: _____

15A. JOB TITLE	FROM MONTH/YEAR	TO MONTH/YEAR
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

15B. COMPANY PRODUCTS

Is your employer's products fabricated in accordance with:

- checkbox a company standard checkbox a US standard checkbox an international standard checkbox no standard

15C. YOUR DUTIES AND RESPONSIBILITIES

Check the boxes below, which describe your main job duties:

- checkbox Prepare welding plans and/or drawings checkbox Plan or control materials, procedures, and operations for weldment fabrication
checkbox Perform, supervise or monitor joint preparation for weldment fabrication checkbox Perform, supervise, monitor, witness, and/or approve inspection of joint preparation
checkbox Supervise or monitor weldment fabrication and/or repairs checkbox Develop welding inspection procedures
checkbox Perform, supervise, monitor, witness, and/or approve inspection of fabricated weldments checkbox Train welders to fabricate weldments
checkbox Train inspectors to inspect weldments

PLEASE HAVE THIS SECTION COMPLETED BY YOUR SUPERVISOR OR PERSONNEL MANAGER OF YOUR MOST RECENT EMPLOYER. IMPORTANT. THIS PAGE MUST BE MAILED WITH YOUR APPLICATION. DO NOT SEND SEPARATELY. YOUR APPLICATION CANNOT BE PROCESSED WITHOUT THIS COMPLETED SECTION. DO NOT USE THIS PAGE IF SELF-EMPLOYED. SELF-EMPLOYED APPLICANTS MUST PROVIDE TWO (2) NOTARIZED LETTERS OF REFERENCE FROM SEPARATE CLIENTS.

16. EMPLOYMENT VERIFICATION

Employee's last name: First name: MI:

Company Name: Dept/Div.:

Mailing Address:

City: ST/Prov.: Zip: Country:

Supv/ Personnel Mgr E-mail: Supv/Personnel Mgr Phone: ()

PLEASE PRINT EXCEPT FOR SIGNATURE

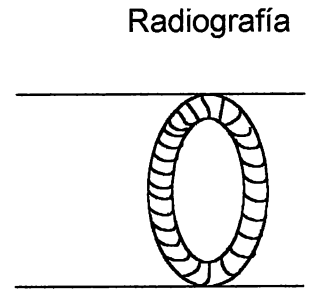
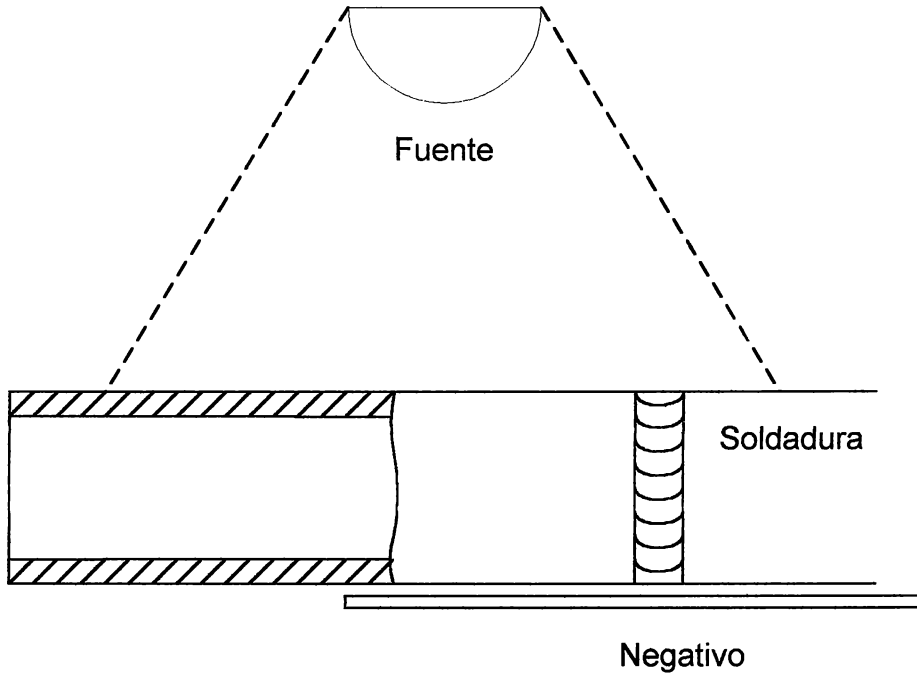
I verify that: , whose social security number is: is / was (circle one) employed by this company and conducted the duties submitted in this application during the employment periods submitted in this application. My name is: My job title is: Date: Signature:

17. NOTARIZATION. I hereby certify that I have read the requirements contained in the document QC-1 Standard for AWS Certification of Welding Inspectors. Further, I agree to comply with the existing requirements and any subsequent requirements that may be instituted by AWS. I certify that the information I have included on this application is true; I understand that any false statements will nullify this application. I give AWS permission to verify this information. I agree to comply with the provisions set forth in the Standard concerning the administration of my examination and certification.

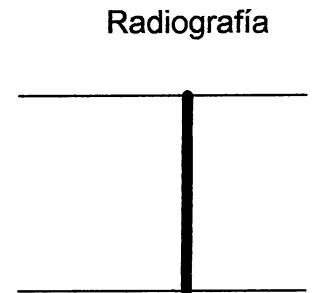
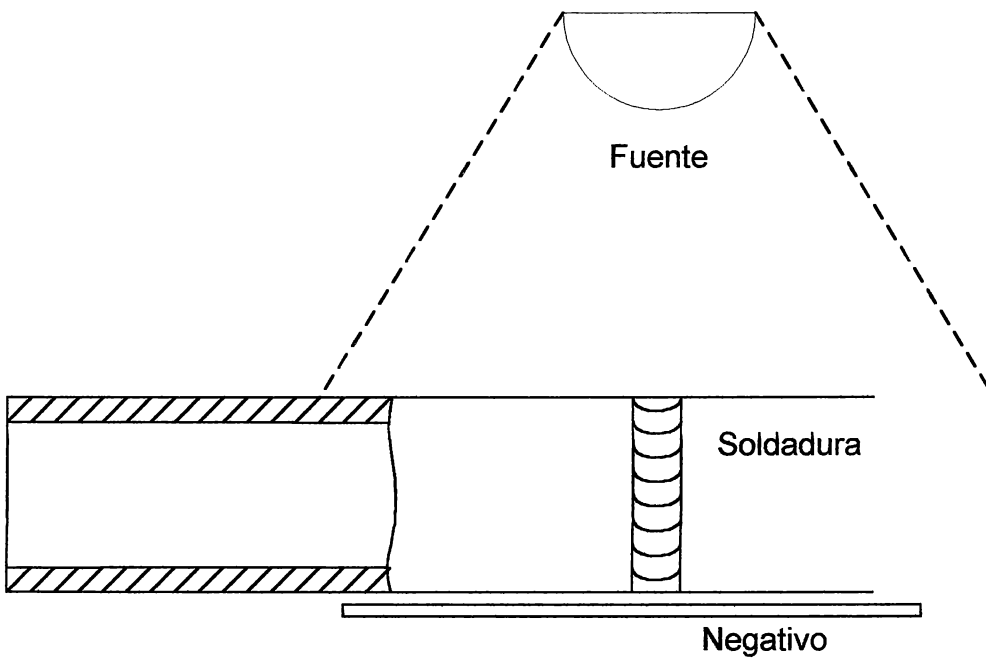
Applicant's Signature Sworn to and subscribed before me this day of 200

My commission expires Notary Public Signature (Seal and/or stamp is required)

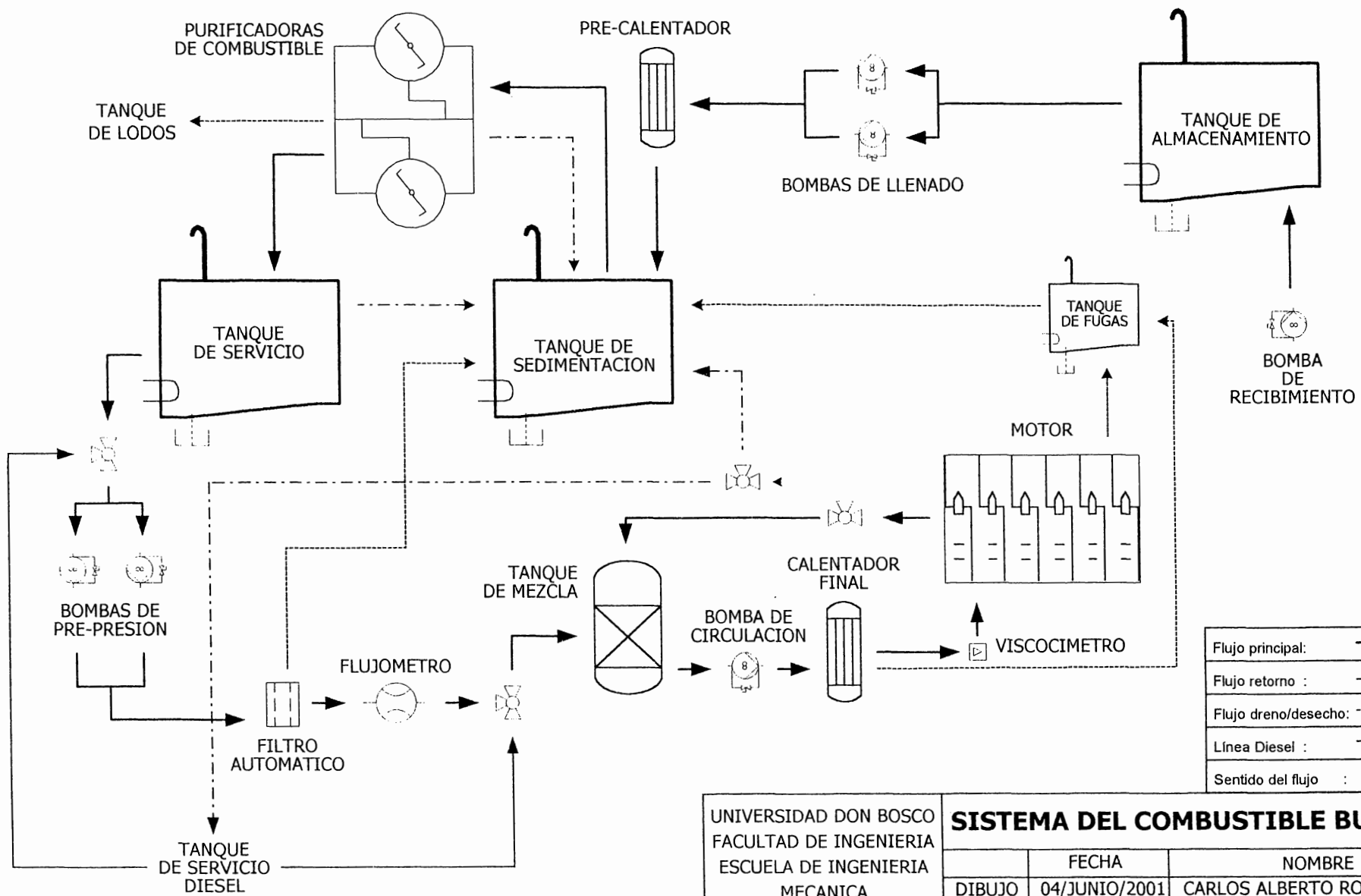
ANEXO 6



Doble pared vista, 2 paredes.

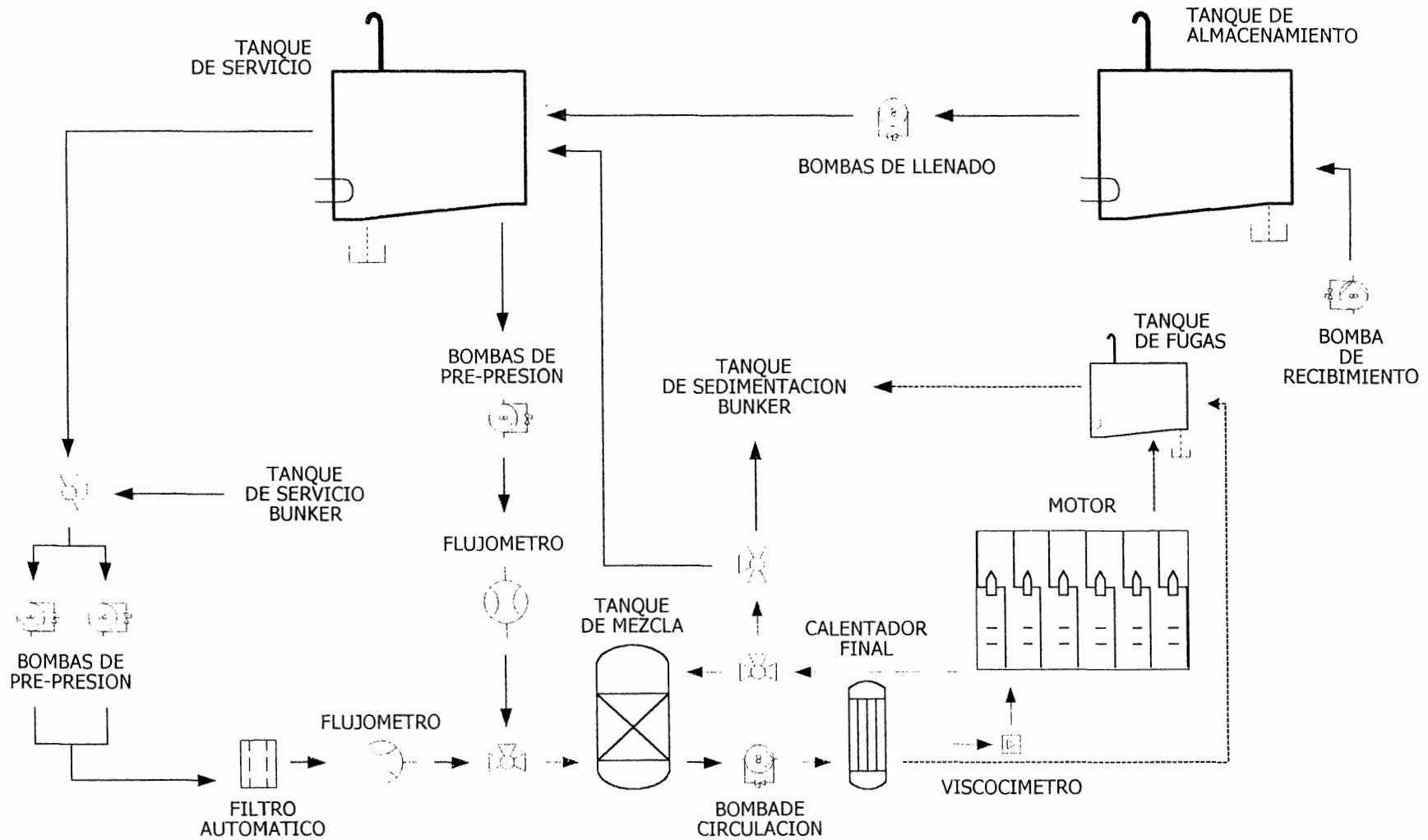


Doble pared vista, 1 paredes.



Flujo principal:	———
Flujo retorno :	- - - - -
Flujo dreno/desecho:	· · · · ·
Línea Diesel :	———
Sentido del flujo :	→

UNIVERSIDAD DON BOSCO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA TRABAJO DE GRADUACION	SISTEMA DEL COMBUSTIBLE BUNKER		
	FECHA	NOMBRE	
	DIBUJO	04/JUNIO/2001	CARLOS ALBERTO RODRIGUEZ
	REVISO	11/JUNIO/2001	ING. RODOLFO AYALA
	ESC	ESQUEMA N° 1 DE 7	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO



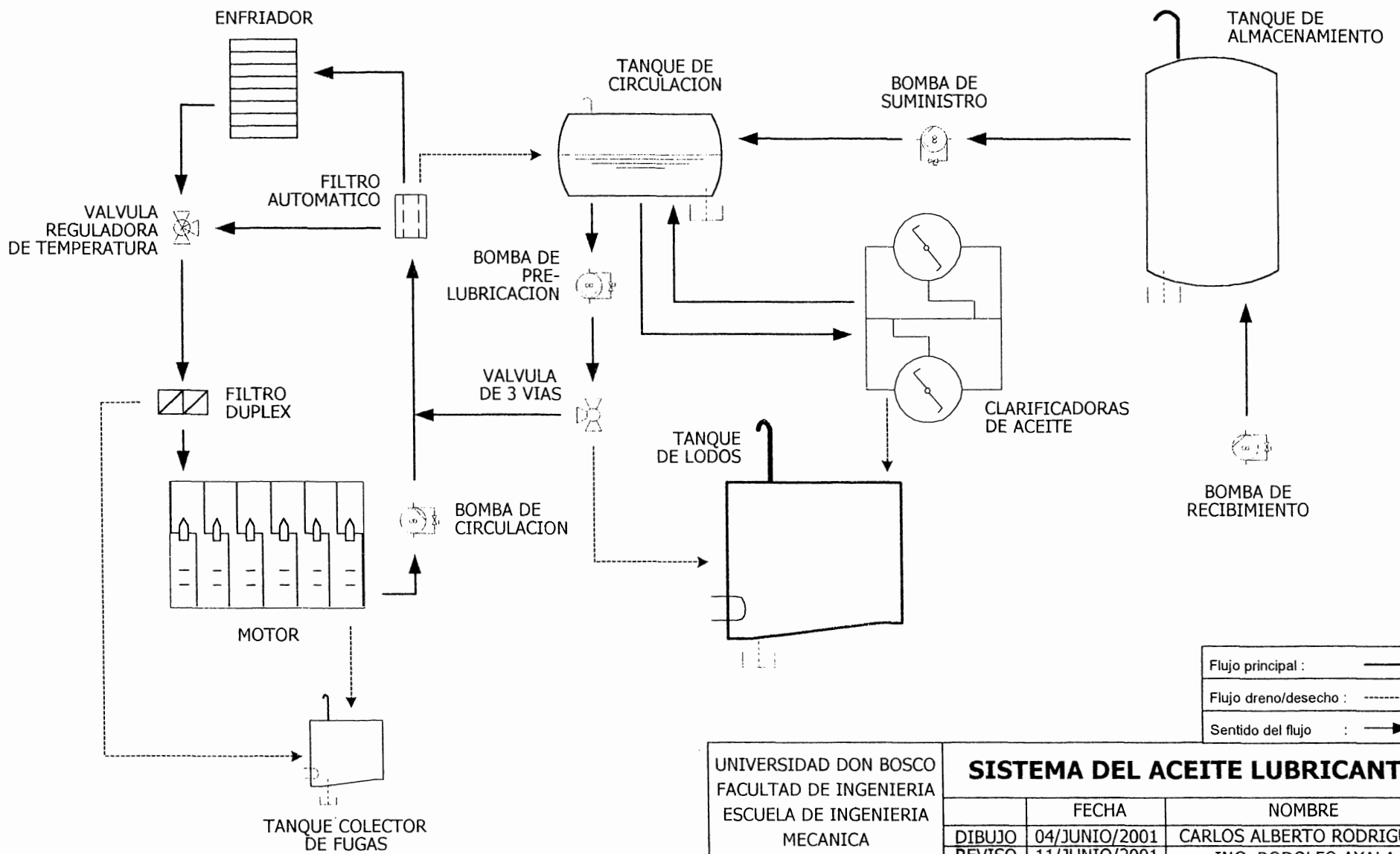
UNIVERSIDAD DON BOSCO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA
 MECANICA

SISTEMA DE COMBUSTIBLE DIESEL

Flujo principal	: ———
Flujo dreño/desecho	: - - - - -
Sentido del flujo	: →

TRABAJO DE GRADUACION

		FECHA	NOMBRE
DIBUJO	ESC	15/JUNIO/2001	C. RODRIGUEZ / C. ALFARO
REVISO	ESQUIMA N°	20/JUNIO/2001	ING. RODOLFO AYALA
	2 DE 7	ESQUEMA DE PRINCIPIO	
			UNE 1 026

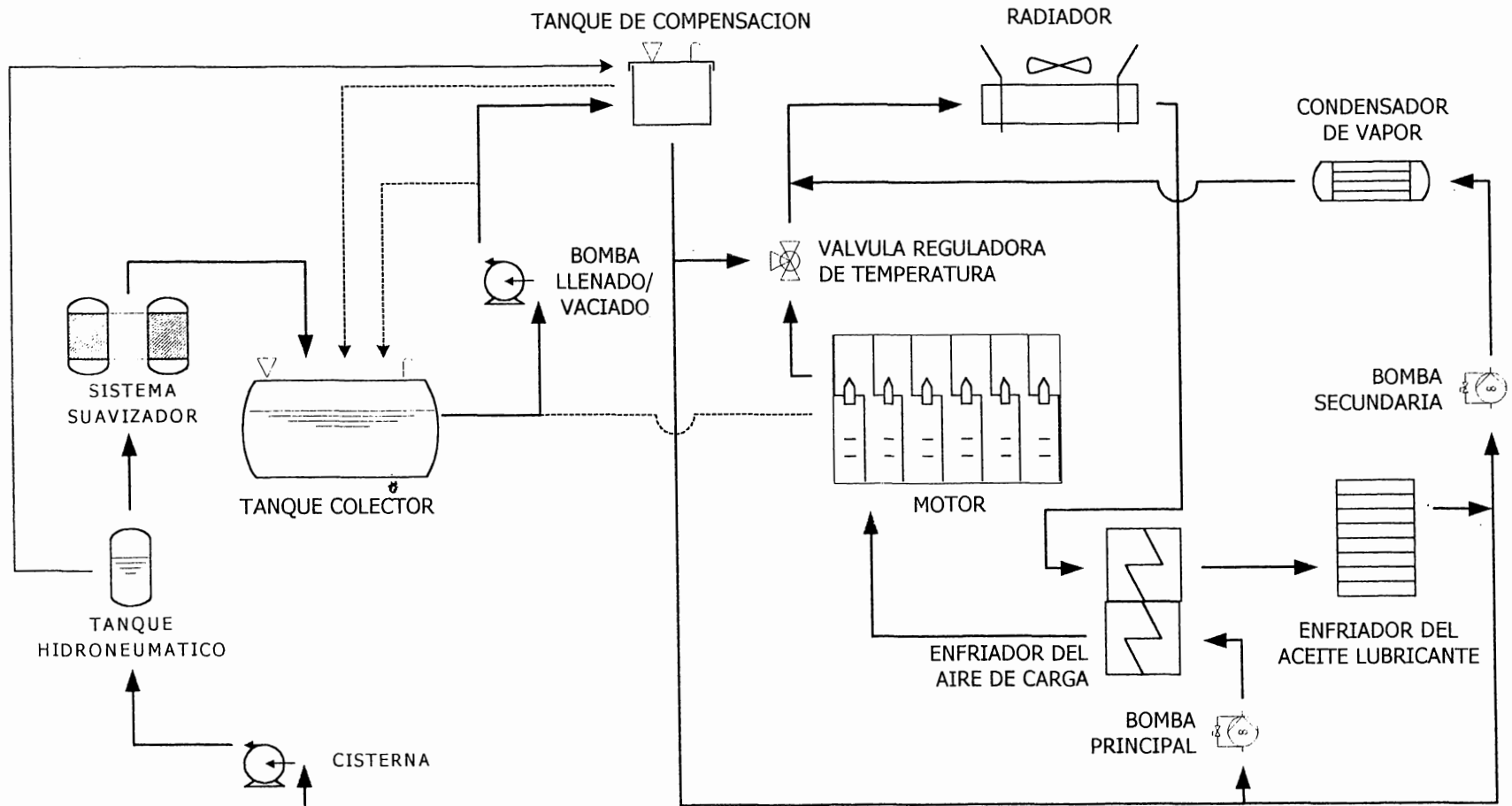


UNIVERSIDAD DON BOSCO
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA
 MECANICA
 TRABAJO DE GRADUACION

SISTEMA DEL ACEITE LUBRICANTE

		FECHA	NOMBRE
DIBUJO	04/JUNIO/2001	CARLOS ALBERTO RODRIGUEZ	
REVISO	11/JUNIO/2001	ING. RODOLFO AYALA	
ESC	ESQUEMA N°	3 DE 7	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

UNE 1 026



Flujo principal	: ————
Flujo dreno/reverse	: - - - - -
Línea auxiliar	: ————
Sentido del flujo	: ————▶

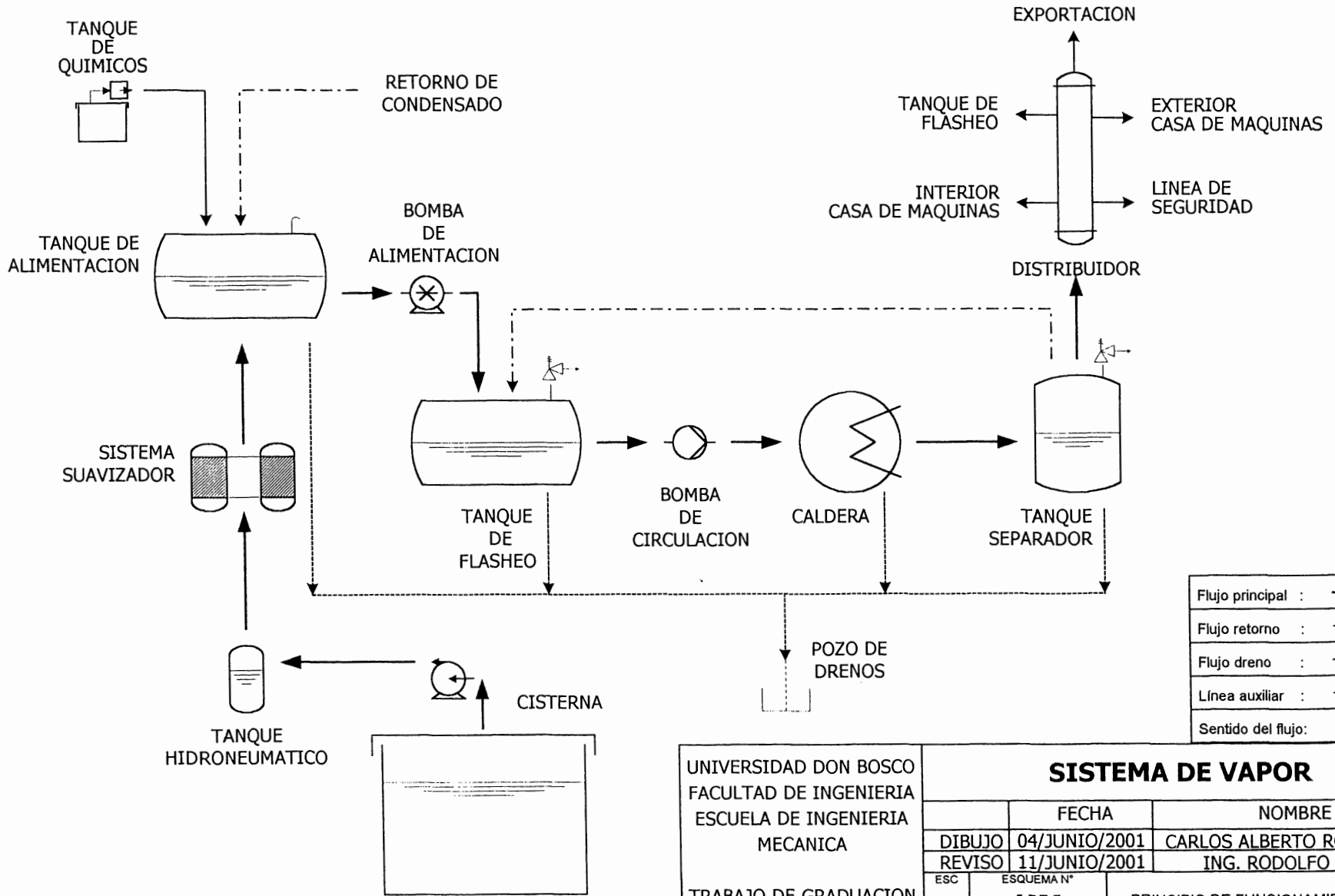
UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA
MECANICA

TRABAJO DE GRADUACION

SISTEMA DEL AGUA DE ENFRIAMIENTO

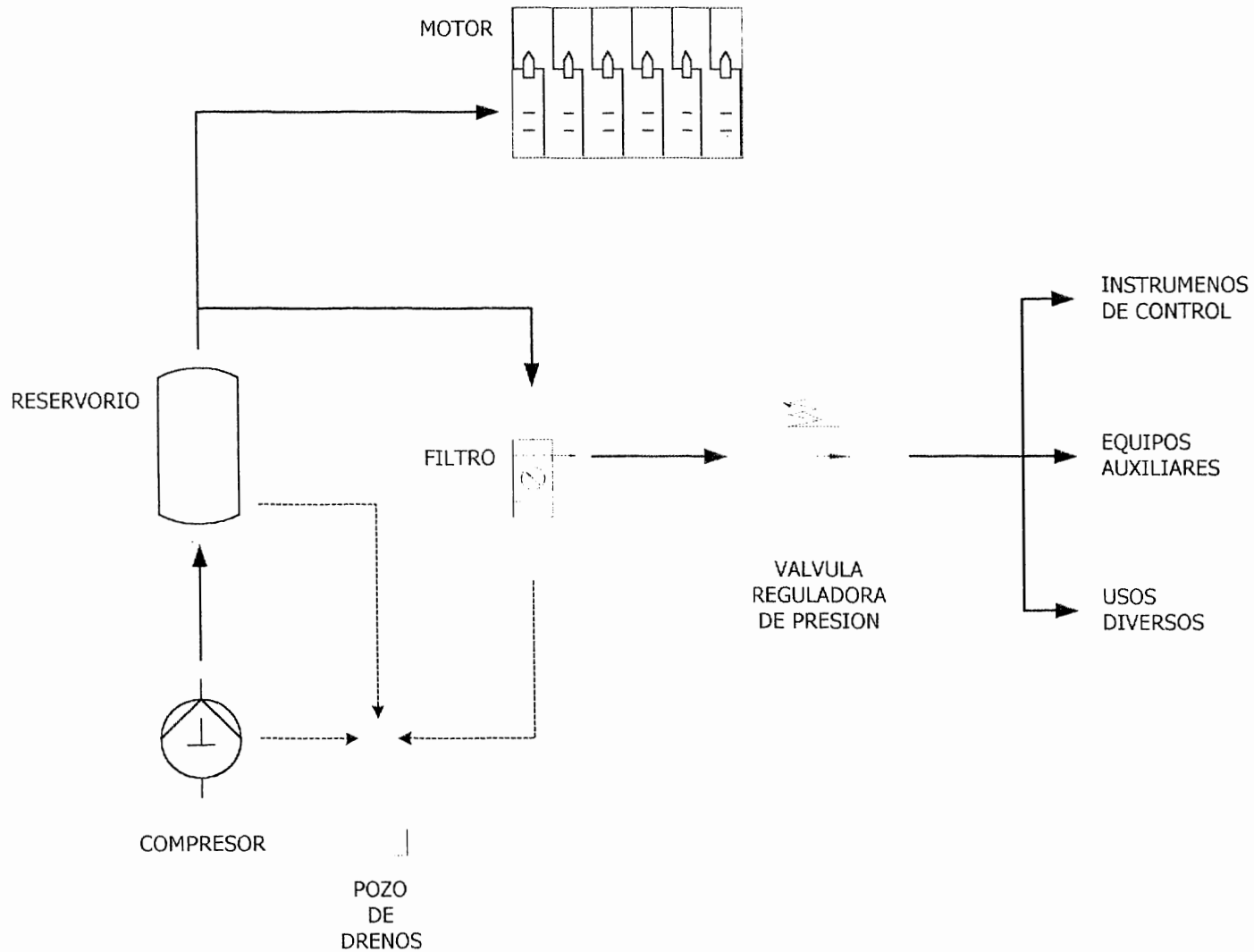
	FECHA	NOMBRE
DIBUJO	07/JUNIO/2001	CARLOS ANTONIO ALFARO
REVISO	11/JUNIO/2001	ING. RODOLFO AYALA
ESC	ESQUEMA N°	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO
	4 DE 7	UNE 1 026

b.



Flujo principal :	—————
Flujo retorno :	- - - - -
Flujo drenó :	- · - · - ·
Línea auxiliar :	—————
Sentido del flujo:	—————▶

UNIVERSIDAD DON BOSCO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA		SISTEMA DE VAPOR	
		FECHA	NOMBRE
TRABAJO DE GRADUACION		DIBUJO	04/JUNIO/2001
		REVISO	11/JUNIO/2001
ESC	ESQUEMA N°	ING. RODOLFO AYALA	
	5 DE 7	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	UNE 1 026



Flujo principal :	—————
Flujo dreño :	- - - - -
Sentido del flujo:	—————▶

UNIVERSIDAD DON BOSCO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA TRABAJO DE GRADUACION	SISTEMA DEL AIRE COMPRIMIDO		
		FECHA	NOMBRE
	DIBUJO	04/JUNIO/2001	CARLOS ANTONIO ALFARO
	REVISO	11/JUNIO/2001	ING. RODOLFO AYALA
	ESC	ESQUEMA N° 6 DE 7	ESQUEMA DE PRINCIPIO

UNE
1 026

LODOS DEL PROCESO
DE PURIFICACION
DEL COMBUSTIBLE Y ACEITE

ACEITE DE
LUBRICACION
USADO

TANQUE
DE
LODOS

DRENOS Y REVALSES
DE
TANQUES

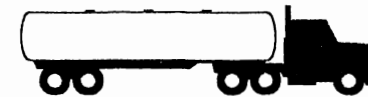
DRENOS Y FUGAS
DE
BANDEJAS DE MODULOS

POZO
DE
DRENOS

VALVULA
DE
3 VIAS

BOMBA
DE
LOOS

VALVULA
DE
3 VIAS



CAMION CISTERNA

UNIVERSIDAD DON BOSCO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA
MECANICA

TRABAJO DE GRADUACION

SISTEMA DE LODOS

		FECHA	NOMBRE
DIBUJO	04/JUNIO/2001	CARLOS ALBERTO RODRIGUEZ	
REVISO	11/JUNIO/2001	ING. RODOLFO AYALA	
ESC	ESQUEMA N°		REV
	7 DE 7	ESQUEMA DE PRINCIPIO	

GLOSARIO

✓ *CENTRAL ELECTRICA:* Planta para la producción de energía eléctrica. Puede ser generada por máquinas eléctricas rotativas, accionadas por motores hidráulicos o térmicos.

✓ *CENTRALES TERMOELECTRICAS:* Planta para la producción de energía eléctrica, que emplean como máquinas motrices turbinas de vapor, motores de combustión interna y turbinas de gas.

✓ *CICLO DIESEL DE CUATRO TIEMPOS:* Una máquina de combustión progresiva, que trabaje conforme al ciclo Diesel está constituida por un cilindro, con su camisa que tiene en la cabeza dos válvulas; una de ellas comunica con la atmósfera y sirve para efectuar la admisión del aire al cilindro, es la válvula de admisión; la otra comunica también a la atmósfera, es la válvula de escape. Además se tiene en la misma cabeza del cilindro un inyector por donde se introduce el combustible ya atomizado al cilindro.

✓ *COMBUSTIBLES PESADOS:* Son todos los combustibles que están constituidos principalmente de aceites residuales del proceso de refinado del petróleo.

✓ *MAQUINAS SINCRONAS:* o alternadores, son máquinas que se usan para convertir potencia mecánica en potencia eléctrica de corriente alterna. Si en un generador sincrónico se aplica al embobinado del rotor una corriente continua, se producirá un campo magnético en el rotor. Si entonces, al rotor del generador se le impulsa por medio de un motor primario, se producirá un campo magnético rotatorio dentro de la

máquina. Este campo magnético rotatorio, inducirá un sistema trifásico de voltajes dentro del estator del generador.

✓ *PERDIDAS ENERGETICAS:* Los generadores de corriente alterna, toman potencia mecánica y producen potencia eléctrica. No toda la potencia que entra a la máquina aparece en forma útil en el otro extremo; siempre hay alguna pérdida asociada con el proceso.

✓ *PODER CALORIFICO DE LOS COMBUSTIBLES:* Es la cantidad de calor liberada en el proceso de combustión por unidad de masa del combustible seco, y varía de uno a otro combustible en relación a las cantidades de carbono e hidrógeno incluido en su composición.

✓ *PURGADOR DE VAPOR:* (realmente son purgadores de condensado) tienen por misión extraer el agua producida dentro de un sistema de vapor como consecuencia de las pérdidas de calor habidas en su recorrido.

BIBLIOGRAFIA Y FUENTES DE INFORMACION

1. Manual de mantenimiento industrial
Autores: Robert C. Rosaler; James O. Rice
Editorial: Mc Graw-Hill, 1988.
2. Ingeniería de proyecto para plantas de proceso
Autores: Howard F. Rase; M. H. Barrow
Editorial: Continental, 1988.
3. Manual del Ingeniero mecánico
Autores: Theodore Baumeister
Editorial: Mc Graw-Hill, 1982.
4. Inspección de soldadura (documento de trabajo)
Autor: Javier Sorondo
Editorial: INCAEND S.C., 1993.
5. Guía técnica para la soldadura al arco con electrodo de tungsteno
Y protección gaseosa
Autores: Hobart, Institute of welding technology.
6. Soldadura, aplicaciones y prácticas
Autores: Horwitc, Henry
Editorial: Alfaomega, 1984.

7. Tecnología de los materiales
Autores: H. Appold; K. Feiler; A. Reinhard
Editorial: Reverté, 1989.

8. Prácticas recomendadas para soldadura de tubos
Autores: Sociedad Americana de Soldadura.

9. Energía y máquinas térmicas
Autores: Francisco R. Coria; Luis F. Arreola
Editorial: Limusa, 1983.

10. Máquinas eléctricas
Autores: Stephen J. Chapman
Editorial: Mc Graw-Hill, 1993.

11. American Standard for Testing and Materials
www.astm.org

12. American National of Standardization Institute
www.ansi.org

13. American Welding Society
www.aws.org

14. Planta de generación eléctrica "TEXTUFIL"
Visitas técnicas.